

Міністерство освіти і науки України

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

КАФЕДРА ФІЗИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

«До захисту допускаю»

Завідувач кафедри фізики та інформаційних систем,

кандидат фізико-математичних наук, доцент

_____ Гольський В.Б.

« _____ » _____ 2025 р.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАПАМ'ЯТОВУВАННЯ МАТЕРІАЛУ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ

спеціальність 014 «Середня освіта (за предметними спеціальностями)»

предметна спеціальність: 014.08 Середня освіта (Фізика та астрономія)

додаткова предметна спеціальність: 014.04 Середня освіта (Математика)

Магістерська робота

на здобуття кваліфікації

Магістр середньої освіти.

Вчитель фізики та астрономії, вчитель математики

Автор роботи: Губик Сніжана Ігорівна _____

підпис

**Науковий керівник: кандидат фізико-математичних наук,
доцент Гольський Віталій Богданович _____**

підпис

Дрогобич, 2025

АНОТАЦІЯ

Губик С.І. Особливості запам'ятовування матеріалу шкільного курсу фізики. Магістерська робота, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Дрогобич, 2025 р.

Магістерська робота присвячена комплексному дослідженню психологічних та нейрофізіологічних механізмів формування пам'яті учнів старшого шкільного віку та розробці ефективних методичних підходів до розвитку мнемічних процесів у навчальному середовищі. У роботі здійснено аналіз наукової літератури на тему пам'яті, проаналізовано теоретичні основи процесу запам'ятовування та розкрито нейрофізіологічні аспекти функціонування пам'яті.

Проведено аналіз навчальних підручників з метою визначення рівня представлених завдань, спрямованих на розвиток пам'яті у школярів. Розроблено та обґрунтовано методику створення конспектів уроків, орієнтованих на активізацію процесів запам'ятовування, узагальнення і відтворення. У ході дослідження перевірено ефективність запропонованої методики та визначено її вплив на рівень розвитку пам'яті учнів. За результатами аналізу встановлено позитивну динаміку сформованих умінь у школярів, що підтверджує практичну цінність впроваджених педагогічних рішень.

Ключові слова: фізика 10 клас, фізичні поняття, пам'ять, методика навчання фізики, дослідження, конспекти уроків, педагогіка.

ANNOTATION

Hubyk S.I. Features of memorizing the material of the school physics course. Master's thesis, Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, Drohobych, 2025.

The master's thesis is devoted to a comprehensive study of psychological and neurophysiological mechanisms of memory formation of high school students and the development of effective methodical approaches to the development of mnemonic processes in the educational environment. The paper analyzes the scientific literature on the topic of memory, analyzes the theoretical foundations of the memorization process and reveals the neurophysiological aspects of memory functioning.

An analysis of educational textbooks was carried out in order to determine the level of the presented tasks aimed at memory development in schoolchildren. A method of creating lesson notes focused on activating the processes of memorization, generalization and reproduction has been developed and substantiated. In the course of the study, the effectiveness of the proposed technique was tested and its impact on the level of memory development of students was determined. Based on the results of the analysis, the positive dynamics of the formed skills of schoolchildren was established, which confirms the practical value of the implemented pedagogical solutions.

Keywords: physics 10th grade, physical concepts, memory, physics teaching method, research, lesson notes, pedagogy.

Зміст

Вступ	5
§ 1. Огляд літератури	7
§ 2. Теоретичні основи процесу запам'ятовування	16
§ 3. Нейрофізіологічні механізми формування пам'яті.....	19
§ 4. Аналіз навчальних підручників.....	21
§ 5. Методика розробки конспектів уроків та їх проведення.....	34
§ 6. Статистичні розрахунки і вибір кількості респондентів у педагогічному дослідженні	37
§ 7. Опис експерименту.....	41
Висновки	51
Список використаної літератури	52
Додатки.....	55

Вступ

Пам'ять, увага та концентрація є важливими аспектами у процесі вивчення будь – якого навчального предмету. Шкільний курсу фізики допомагає учням пізнавати світ, його закони та використовувати свої знання не лише у повсякденні, але й у певних майбутніх фахових спеціальностях.

Актуальність даної роботи обумовлена необхідністю аналізу ефективності навчання, оптимізацією методів викладання та реформою структури плану занять. Важливою перешкодою стає проблема, коли освітній процес стикається з труднощами у період воєнного стану, ментальним і фізичним здоров'ям учнів та діджиталізацією.

Теперішній стан у мдержаві сильно впливає на навчання у будь – якому куточку країни. Освітній процес відбувається дистанційно, очно, іноді й у змішаному форматі. Повітряні тривоги викликають в учнів постійне відчуття небезпеки, що призводить до зниження уваги і концентрації. У таких випадках, особливо важливо дослідити шляхи, методи й засоби покращення запам'ятовування, навіть тоді, коли освітній процес відбувається з перервами, скороченим часом для викладу матеріалу. Необхідно, щоб учні навчилися самостійно засвоювати і доопрацьовувати матеріал, краще запам'ятовувати поняття, враховуючи усі психологічні труднощі.

У рамках дослідження було обрано тему з розділу «Механіка», а саме – «Закони Ньютона. Рух тіла під дією кількох сил», яка традиційно викликає труднощі у засвоєнні через велику кількість нових понять, формул та необхідність оперувати абстрактними фізичними моделями. Для покращення результатів навчання було розроблено серію уроків, у яких кожен новий етап подачі матеріалу супроводжувався методичними прийомами, що сприяють довготривалому запам'ятовуванню.

Дане дослідження було проведено у Ліцеї м. Новий Калинів Новокалінівської міської ради.

Метою дослідження є визначення та обґрунтування педагогічних умов, методичних прийомів, а також дидактичних засобів, які сприяють швидкому та

ефективному запам'ятовуванню фізичних законів та понять учнями під час вивчення шкільного курсу фізики.

В роботі було поставлено наступні **завдання**:

- Проаналізувати науково-методичні джерела з проблеми запам'ятовування навчального матеріалу з фізики.
- Визначити теоретичні та психолого-педагогічні засади процесу запам'ятовування фізичних понять і формул.
- Охарактеризувати нейрофізіологічні механізми пам'яті в контексті навчання фізики.
- Проаналізувати сучасні шкільні підручники з фізики з позицій формування міцних знань.
- Визначити ефективні педагогічні прийоми та дидактичні засоби, що сприяють запам'ятовуванню навчального матеріалу.
- Розробити конспекти уроків з фізики, спрямовані на підвищення ефективності запам'ятовування.
- Експериментально перевірити ефективність запропонованих методик та узагальнити результати дослідження.

Об'єкт дослідження - процес засвоєння і запам'ятовування навчального матеріалу з фізики в учнів закладів загальної середньої освіти.

Предмет дослідження - особливості, закономірності та педагогічні навички формування і запам'ятовування фізичних понять шкільного курсу фізики.

Дана робота складається зі вступу, семи параграфів, висновків, списку використаної літератури та додатків,

Результати роботи апробовані на XII міжнародній науково-практичній студентсько-викладацькій конференції “Актуальні проблеми сучасної науки”.

[1]

§ 1. Огляд літератури

Відомий американський психолог Джордж А. Міллер у 1956 році опублікував статтю, що стала проривною новинкою у галузі когнітивної науки [23]. У ній автор досліджує короткочасну пам'ять людини, її обсяги, а також способи підвищення ефективності запам'ятовування та обробки нової інформації. Дана робота є актуальною і донині, оскільки має світовий вплив на різні галузі науки та освіти.

Міллер сконцентрував увагу на тому, що людська короткочасна пам'ять може утримувати приблизно до 7-ми одиниць інформації, проте це значення може коливатись на плюс-мінус 2 одиниці. Таке твердження було підтверджено експериментами, які були пов'язані з пам'яттю людини, різними видами сприйняття та обсягами інформації. [23]

Психолог з'ясував, що короткочасна пам'ять має обмеження незалежно від форми подачі інформації – це можуть бути цифри, літери, звукові сигнали чи просто картинки. Таке відкриття дозволило зробити висновок про те, що наш мозок має природні обмеження в опрацюванні певної кількості інформації за один раз.

Одним з основних понять даної статті є "одиниця інформації" або "chunk" (шматок) – це смисловий блок, який людина може сприйняти як одне ціле. [23]

Наприклад, якщо ми бачимо окремі літери Л,І,С, то можемо їх сприймати як три різні незалежні елементи, але якщо ми знаємо таке слово як "ліс", то в нашому мозку ці літери об'єднуються в одну смислову одиницю – один "chunk". Тому, якщо людина буде використовувати такий спосіб мислення, то зможе у майбутньому перетворювати об'ємну кількість інформації на меншу кількість одиниць, що значно полегшить процес запам'ятовування та засвоєння.

Можна навести ще один зрозумілий приклад: нам дано набір цифр 19452022, який складно запам'ятати більшості людям. Проте, якщо проаналізувати дані цифри, то можна побачити, що 1945 – це рік закінчення Другої світової війни, а 2022 – це рік, коли почалось повномасштабне вторгнення росії в Україну. В такому разі, ці числові поєднання стають для нас

знайомими і зрозумілими, і утворюють дві одиниці інформації. Для такого способу згортання інформації, автор статті дає назву – “chunking”.

Міллер довго працював над запитанням, а як все-таки збільшити обсяг пам'яті і чи це взагалі можливо? Попри обмеження в кількості одиниць, все ж його можна обійти та розширити, якщо навчитись правильно організовувати інформацію. Одним з таких способів є спосіб групування, тоді елементи легше сприймаються мозком і обробляються в рази швидше.

Автор дійшов до висновку, що обмеження пам'яті стосується лише кількості одиниць, а не обробленої нової кількості інформації. Він вважає, якщо людство навчиться об'єднувати дані в групи чи блоки, то рівень запам'ятовування стане значно вищим.

На жаль, сучасний світ щораз більше стикається з гаджетоманією та проблемами з пам'яттю. Людині зручніше записувати, обчислювати та шукати готову інформацію у мобільному додатку, що негативно впливає на рівень самостійної обробки будь-якого матеріалу. Тому дослідники, уточнивши висновки Міллера, дійшли до згоди, що у сьогоденні обсяг короточасної пам'яті є ближчим до 3-4 одиниць, аніж 7.

Своєю науковою працею, Міллер довів, що кожна людина має інструменти, за допомогою яких збільшить ефективність пам'яті і буде використовувати весь свій можливий потенціал у будь-якій сфері життєдіяльності.

Дані ідеї автора статті можна також використати під час проведення занять з фізики у старшій школі. Учитель може подавати новий матеріал так званими “порціями” по 5-7 елементів за один урок, параграф розбивати на 5-7 пунктів, а під час практичних занять розв'язувати по 5-7 основних задач до кожної теми. Також значно полегшить процес запам'ятовування, коли нові терміни будуть об'єднані у комбінації, групи та блоки, що дозволить учням створювати асоціативний ланцюжок.

Теорія когнітивного навчання [25], автора Джона Свеллера, стверджує, що людина може досягнути свого максимального рівня запам'ятовування

інформації лише за умови внормованого навантаження на її оперативну пам'ять.

Основним аспектом, на думку австралійського нейрофізіологіста є те, що на когнітивне навантаження впливає складність та формат завдань, час та темп виконання, фізіологія людини, рівень її знань. Він розробив трикомпонентну модель, яка характеризує когнітивне навантаження. [25]

Розпочинає автор цю модель з поняття ментального навантаження - це навантаження, котре зумовлене складністю завдання та вміннями самої людини справитись з ним. Наступним йде розумове зусилля – це навантаження, яке виділяється для вирішення завдання. І закриває цю модель продуктивність – навантаження, яке людина здатна виконати за певний проміжок часу.

Дана теорія керується двома важливими поняттями, котрі мають важливе теоретичне значення в запам'ятовуванні та обробці інформації.

Свеллер виділяє робочу пам'ять людини, оскільки це місце, де тимчасово зберігаються та опрацьовуються дані. Такий тип пам'яті несе відповідальність за утримання поточної інформації, котра згодом буде вкрай необхідною для виконання певного завдання. Проте, робоча пам'ять людини має також недолік, а саме – обмежений резерв. Оброблена інформація зберігається у довготривалій пам'яті, де можуть здійснюватись складніші операції, на відміну від робочої. Автор додає, що у довготривалій пам'яті зберігаються так звані схеми-форми організації інформації мозку людини. Ці структури сприймають сукупності різноманітної інформації як єдине ціле. [25]

Автор пропонує створення схем для покращення навчального процесу, щоб педагогічний вплив був зосереджений не лише на передачі інформації, але й на сприянні формуванню нових схем (знань).

Теорія когнітивного навантаження охоплює також дидактичні ефекти, що демонструють зміни у навчанні залежно від подачі інформації. Автор наводить декілька прикладів:

- відкриті завдання, які не мають відповіді, адже вони знижують зайве навантаження і сприяють активізації міркувань учня;

- аналіз помилкових або незавершених прикладів, що дозволяє краще засвоїти матеріал;
- частково вирішені фрагментарні завдання, котрі допомагають зосередити увагу на ключових діях;
- розподіл уваги. Усунення необхідності поєднувати розрізнені джерела інформації (текст, зображення, інструкції) полегшує сприйняття учня;
- одночасне залучення різних каналів сприйняття. Цей спосіб сприяє ефективнішому запам'ятовуванню інформації.

Дані способи були покладені в основу педагогічних принципів, котрі допомагають формувати практичні рекомендації для викладачів. Теорія показує, наскільки важливо є знижувати зовнішнє навантаження, адаптовувати зміст до рівня учня та надавати самостійність у вирішенні завдань. Такий принцип дає змогу учням формувати власні структурні схеми, а не заучувати механічно весь матеріал, який потім не буде запам'ятовуватись.

Алан Бедделі у своїй статті [21] пропонує всебічно проаналізувати структуру та значення робочої пам'яті. Автор оглядає ключові поняття в еволюції пам'яті, процесі запам'ятовування і досліджує перспективні напрями в когнітивній науці та психології.

Алан висуває свою ідею, згідно з якою, робоча пам'ять включає в собі чотири компоненти: центральний виконавчий орган, фонологічну петлю (цикл, в якому звуковий чи візуальний фрагмент повинен повторюватись і створювати безперервну послідовність), візуальне просторове полотно та епізодичний буфер. [21]

Кожен компонент виконує надскладну роль і координує когнітивні процеси, котрі зв'язують інформацію з різних джерел. Центральний виконавчий орган можна прирівняти до головної системи управління, оскільки він не зберігає інформацію самостійно, але перемикає увагу між завданнями чи блокує непотрібну інформацію та при цьому вважається найскладнішою частиною моделі.

Фонологічна петля, як було сказано раніше, відповідальна за обробку вербальної та слухової інформації. Вона містить в собі тимчасове сховище та дію повторень, тобто дозволяє підтримувати інформацію у пам'яті за допомогою частого повторення.

Автор статті дає просте пояснення візуально-просторового блокноту – це компонент, який керує візуальними та просторовими даними і завданнями, має вирішальну роль у процесі мислення. Дослідження різних науковців також показали, що фонологічна та візуально-просторова системи вміють працювати незалежно одна від одної. [21]

Більшості науковців так і не вдалось з'ясувати, як можуть поєднуватись інформація з абсолютно різних витоків. Бедделі запропонував нове поняття – епізодичний буфер – компонент, який буде містком між робочою і довготривалою пам'яттю і зберігатиме інтегровану інформацію з найрізноманітніших джерел в одиницю пам'яті чи епізод.

Такого роду дослідження піднімають важливе питання – якою ж є практична роль робочої пам'яті у повсякденні людини? Бедделі наголошував, що робоча пам'ять є надзвичайно важливою у процесі навчання, розумінні матеріалу та міркуванні. Педагог може передбачити успішність учня та його когнітивні навички, якщо вмітиме розрізняти індивідуальні особливості в об'ємі робочої пам'яті. Одним з прикладів може слугувати поділ на класи з активною і обмеженою робочою пам'яттю.

Бедделі, як і Міллер, довів, що обсяг елементів для запам'ятовування становить 4-7 одиниць інформації одночасно, саме тому, учням складно запам'ятовувати великі обсяги інформації. Учні, котрі володіють сильнішою робочою пам'яттю мають значну перевагу у обчисленнях, читанні та в аналізі інформації. Саме тому, педагогам рекомендують подавати нову інформацію малими порціями, додаючи візуалізацію та поетапне пояснення.

Автори статті [24], Генрі Редігер та Джефрі Карпік досліджують ефект тестування, його вплив на пам'ять та процеси запам'ятовування. Вони стверджують, що даний ефект надає більш позитивні і прогресивні результати,

покращує довготривале запам'ятовування, аніж повторне читання чи вивчення відомого матеріалу.

Дослідники провели три експерименти у стінах навчального закладу, щоб підтвердити значущість тестування як способу запам'ятовувати інформацію легким і доступним шляхом.

Перший експеримент проводився між двома групами учнів однакової успішності. Усі учасники прочитали навчальний текст, що складався приблизно з 250-ти слів. Перша група читала текст 4 рази (метод SSSS — study-study-study-study), а друга група прочитала текст лише один раз і обов'язково пройшла 3 тести (метод STTT — study-test-test-test). Результати експерименту були доволі цікавими: через 5 хвилин після закінчення дослідження, позитивний результат мала та група, яка перечитувала текст. Проте, коли дослідники повернулись до учнів через тиждень, то з'ясували, що краще інформацію запам'ятала група, що проходила тестування.

Наступний експеримент доволі схожий на перший, але все ж має певну відмінність. Дослідники хотіли точно переконатись, що ефект тестування дає кращі результати, тому вдосконалили і ускладнили попередній дослід. Учні знову поділили на дві однакові групи. Перша група повторювала текст чотири рази, а друга – мала три повторення і одне тестування. Перевірку проводили через тиждень і знову кращий результат та мала група, яка тестувалась. Тому можна з впевненістю сказати, що один тест під час вивчення нового матеріалу помітно підвищує рівень запам'ятовування.

Третій експеримент мав на меті порівняти суб'єктивне відчуття знань учня з реальними результатами. Учасники оцінювали, наскільки добре вони пам'ятають текст після детального вивчення, а потім дослідники перевіряли їх фактичне запам'ятовування. І знову позитивний результат був на користь тестування. [24]

Автори залучають педагогів використовувати тестування як важливий елемент та регулярну частину навчального процесу, менше покладаючись на повторне читання чи написання конспектів.

Дана стаття змінює традиційне уявлення про пам'ять і освіту, ставить під сумнів традиційні методи запам'ятовування інформації. Ефект тестування може стати центральним принципом у когнітивній науці та сучасній педагогіці.

Автор праці [22] пропонує свою нову математичну модель, яка аналізує результати тестів, що можуть оцінюватись за декількома рівнями. Така система дозволяє учням отримувати часткові бали за якусь частину виконаного завдання і є розширеним варіантом класичної моделі Раша. [22]

Якщо говорити про класичну модель Раша, то ймовірність правильної відповіді у виконаному завданні повністю залежить від здатності особи і складності самого завдання та описується формулою:

$$P(x_{ni} = 1) = \frac{\exp(\theta_n - \delta_i)}{1 + \exp(\theta_n - \delta_i)}$$

де $P(x_{ni} = 1)$ – ймовірність, що особа n правильно виконає завдання i ,

θ_n – здатність особи,

δ_i – складність завдання.

У шкільній програмі з будь-якого предмету часто зустрічаються завдання, що містять декілька рівнів успішності. Якщо до прикладу взяти довільну задачу з фізики підвищеного рівня, то учень може отримати за неї 0,1,2 або ж 3 бали за розв'язання, залежно від того, скільки правильних кроків він виконав. Щоб правильно коригувати такі модельні ситуації, Мастерс вирішив запропонувати модель часткового балу - model for partial credit. Вона використовується, коли є випадок більше двох рівнів відповіді:

$$P(x_{ni} = x) = \frac{\exp(\sum_{j=1}^x (\theta_n - \delta_{ij}))}{\sum_{k=0}^{m_i} \exp(\sum_{j=1}^k (\theta_n - \delta_{ij}))}$$

Де x – кількість балів, котру особа n може отримати за виконання завдання i ,

m_i – максимальна кількість балів, яку можна отримати за правильний розв'язок,

δ_{ij} – складність j -го кроку у завданні i .

Автор статті пропонує розуміти кожен бал у відповіді, як завершення якогось кроку у виконанні завдання. Тобто, якщо учень хоче отримати 2 бали за виконане завдання, то він має подолати 2 кроки. Ймовірність цього – це добуток ймовірностей подолати кожен етап (крок):

$$P(x_{nij}) = \frac{\exp(\theta_n - \delta_i)}{1 + \exp(\theta_n - \delta_i)}.$$

Тобто, ми можемо побачити, що це така ж функція, як у класичній моделі Раша, але яка застосовується до кожного окремого етапу.

Model for partial credit наголошує, що параметри здатності особи і складності завдання мають бути оцінені незалежно одне від одного. Мастерс назвав таку властивість – separability, що означає віддільність параметрів. Такі дані дають можливість оцінювати і порівнювати результати учнів незалежно від рівня складності тесту та навпаки.

У своїй роботі Мастерс навів дуже цікавий приклад використання моделі Раша. Він проаналізував дані з тесту DIAL, який діагностував дітей дошкільного та молодшого шкільного віку. Завдання дітей полягало у тому, що вони повинні були будувати з кубиків вежу, міст чи піраміду, за що їх оцінювали від 1 до 3х балів. Така модель дала змогу дослідникам побачити, які саме кроки виявились для дітей складними, яким рівнем здібності вони оперували та надати якісну оцінку для кожного кроку.

Дана модель також задовольняє поняття sufficiency – достатності статистик, оскільки детальний аналіз включає в себе математичні доведення. Для оцінки здібностей особи буде достатньо проаналізувати загальну кількість набраних балів, а для оцінки складності етапу – кількість людей, що виконали завдання.

Стаття також коротко описує алгоритм оцінювання модельних параметрів за допомогою методу максимальної правдоподібності. Поданий загальний вигляд:

$$\ln L = \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^I (\sum_{j=1}^{x_{ni}} (\theta_n - \delta_{ij}) - \ln \sum_{k=0}^{m_i} \exp(\sum_{j=1}^k (\theta_n - \delta_{ij}))),$$

де x_{ni} – бал особи n за виконане завдання i .

Оцінювання такого методу здійснюється за допомогою методу Ньютона - Рафсона.

Мастерс наголошує, що кожен етап у моделі є окремим важливим параметром і це дозволяє глибоко аналізувати тести, покращувати оцінювання результатів, проводити діагностику завдань, які не відповідають стандартним методикам. Partical Credit Model є дуже корисною для тестувань, де потрібно оцінювати частковий чи послідовних успіх особи у розв'язуванні певного завдання. [22]

§ 2. Теоретичні основи процесу запам'ятовування

Пам'ять відіграє одну з найважливіших когнітивних функцій у людському організмі, яка забезпечує можливість накопичення, збереження, обробки та використання інформації. Пам'ять – це складний механізм, який включає в себе кілька важливих етапів та допомагає покращувати навчання, адаптуватись до змін та закріплювати особистий досвід і помилки. Також враховують, що використання стратегій запам'ятовування коригується від культурних та соціальних контекстів.[5], [18]

Пам'ять є умовним фільтром, що відсікає не актуальну для життєдіяльності людини інформацію, зберігаючи лише ту, що необхідна для біологічного виживання людини. [10]

Розглядають декілька основних процесів пам'яті:

Процес запам'ятовування пояснюється тим, що нова інформація записується в пам'ять і в подальшому може бути свідомою або ж несвідомою. Основним “помічником” запам'ятовування є концентрація та увага, оскільки без даних чинників інформація не зможе закріпитись у пам'яті.

Процес збереження характеризується утриманням інформації у пам'яті та забезпечує накопичення знань і навичок протягом тривалого часу. Сама ж інформація має властивість зберігатись у різних формах та переходити з короткочасної у довготривалу пам'ять.

Процес відтворення – це здатність пам'яті відновити засвоєну інформацію, яка була перед тим оброблена та збережена. Відтворення буває мимовільне (як раптовий спогад) так і довільне (свідоме бажання щось пригадати).

Складним для дослідження є процес забування, коли пам'ять втрачає доступ до інформації, і поділяється на тимчасове забування, або повну втрату інформації без можливості відтворення.

Психологи також виділяють окремі види запам'ятовування. Мимовільне запам'ятовування вважається природнім станом людини, яке майже завжди відбувається без певних зусиль. Зазвичай у таких випадках інформація є

емоційно забарвленою та цікавою, що робить її простішою для сприйняття. Довільне запам'ятовування вимагає зосередження та прикладеного зусилля, та найчастіше зустрічається при навчанні, виконанні складних теоретичних чи фізичних завдань. Логічне запам'ятовування передбачає у більшості випадків повне осмислення і розуміння певної інформації, і базується на створенні нових нейронних зв'язків між новою та наявною інформацією. Механічне засвоєння відбувається без розуміння і усвідомлення сенсу інформації, яка запам'ятовується.

Різновиди пам'яті зберігають інформацію у різний проміжок часу, а це у свою чергу впливає на її доступність та можливість відтворення. Сенсорна пам'ять дозволяє короткочасно зберігати інформацію, яка надходить у мозок людини через органи чуття. Якщо нові знання потрапляють у довготривалу пам'ять, то обсяг зберігання може коливатись від кількох днів до багатьох років. Найчастіше для виконання і аналізу завдань людина використовує оперативну пам'ять, яка утримує інформацію протягом певного короткого періоду.

Свідоме запам'ятовування передбачає активну участь людини у процесі обробки інформації. Під час навчання у школі учні намагаються вивчити нові формули та запам'ятати терміни. В таких випадках свідоме зусилля спрямоване на фіксацію інформації у пам'яті. Якщо розглянути несвідоме запам'ятовування, то воно, як правило, відбувається без активного людського контролю. Інформація засвоюється мимоволі, через повторюваний вплив чи емоційне забарвлення подій, часто це стосується асоціацій на підсвідомому рівні.

Такі процеси запам'ятовування тісно пов'язані між собою і не можуть працювати одне без одного, і забезпечують комплексний процес формування пам'яті. Свідоме допомагає накопичувати знання тоді як несвідоме дозволяє зберігати інформацію без участі людини. Спільно ці механізми забезпечують гнучкість і адаптивність пам'яті, що важливо для навчання у закладах шкільної освіти.

Увага людини є основною передумовою для закріплення інформації, оскільки вона визначає, що саме має потрапити до людської свідомості. Психологічні дослідження підтверджують, що для ефективного запам'ятовування необхідне активне яскраве залучення уваги, особливо у тих випадках, де є багато складної інформації. Чим вища буде концентрація уваги, тим глибше оброблятиметься інформація та забезпечить триваліше зберігання у довготривалій пам'яті.

Також важливим чинником є мотивація, як бажання людини вивчати нову інформацію та працювати з нею. Вона поділяється на внутрішню та зовнішню, де перша пов'язана з особистими інтересами і прагненням до самовдосконалення. Зовнішня мотивація напряду пов'язана з зовнішніми факторами, до прикладу як оцінка, винагорода чи визнання, проте її ефективність часто є менш тривалою.

У підлітковому віці процеси запам'ятовування проходять через низку важливих змін. Мозок починає активно розвиватись, особливо в частині префронтальної кори, яка у свою чергу відповідає за складні когнітивні процеси, такі як планування, контроль та концентрацію. Під час навчання у школі в учнів зростає обсяг довготривалої пам'яті, а також покращується здатність до асоціативного мислення. Водночас, з такою ж швидкістю розвивається і емоційна сфера, яка впливає на вибір пам'яті: інформація, котра є більш емоційною та забарвленою запам'ятовується краще. Це пояснює, чому діти запам'ятовують краще ті предмети, які їм подобаються і викликають позитивні емоції. [20]

Фізіологія підлітків зазвичай має високу нейропластичність, що полегшує формування нових нейронних зв'язків при надходженні нової інформації. У цей період важливо забезпечити достатню кількість сну, оскільки саме в такому режимі інформація обробляється і закріплюється у пам'яті. Цей процес детальніше описується у наступному розділі.

§ 3. Нейрофізіологічні механізми формування пам'яті

Сучасний розвиток нейронаук приділяє свою увагу дослідженню механізмів пам'яті, аналізує, яким чином знання переходять з короткочасних у довготривалі.

Попередньо, науковці вважали, що нейрон – це основна структурна одиниця мозку, яка відповідає за формування пам'яті. Подальші дослідження довели, що процес запам'ятовування не відбувається у середині нейрона, а у синапсі – ділянці контакту між двома нервовими клітинами, де відбувається передача імпульсу. Саме у цій ділянці, яка розташована між пресинаптичною і постсинаптичною клітиною, відбувається збереження слідів досвіду, тобто формування пам'яті. [16]

Сигнал передається завдяки хімічним речовинам, які називаються нейромедіатори. Основний збуджуючий медіатор має назву – глутамат, який, після того, як потрапить в синаптичну щілину, викликає електричний імпульс у постсинаптичній клітині. Даний механізм має окреме поняття – синаптична пластичність (здатність синапсів змінювати силу зв'язку залежно від частоти і інтенсивності стимуляції). Якщо зв'язок між нейронами буде відбуватись часто, то він ставатиме міцнішим, що у свою чергу підвищує ефективність передачі сигналу. Саме так і відбувається фізіологічне закріплення інформації у вигляді стійких нейронних “шляхів”. [16]

Вчені відкрили один з найважливіших проявів синаптичної пластичності, який має назву довготривале потенціювання (LTP) – це процес, при якому повторне збудження нейронів приводить до довготривалого посилення синаптичної відповіді. Дане відкриття стало доказом того, що будь-яка інформація, що запам'ятовується має матеріальну основу у мозку людини. Активно такий процес найкраще спостерігається у гіпокампі, який відповідає за просторову пам'ять, запам'ятовування нових понять, формул і закономірностей. У гіпокампі відбувається передача інформації з короткочасного зберігання у постійне. [16]

Нейробіологічні дані доводять, що і мозок дорослої людини не буде статистичною системою – у ньому постійно будуть утворюватись нові нейрони, старі ж відтворюватимуть додаткові синаптичні контакти. Таке явище називається нейрогенезом і є основою навчання людини протягом усього життя. Проте, втома, стрес, голод та недосипання сильно знижують ефективність таких процесів.

Нервова система має ще один важливий елемент функціонування – латеральне гальмування. Цей процес відбувається таким чином: активований нейрон пригнічує сусідні нейрони та їх діяльність. Завдяки цьому, мозок може виділяти важливіші сигнали серед величезної кількості подразників і вмикати “загострення” сприйняття. Нейрони, у свою чергу, активно тримають під контролем зайву активність сусідів, щоб уникнути зайвої інформації та зберегти точність тієї, яка є на першому місці. Це сприяє формуванню рецептивного поля – зони, де обмежений нейрон реагує на певний вид подразника. [16]

У підсумку, пам'ять можна розглядати як динамічну систему перебудови синаптичних зв'язків між нервовими клітинами. Якщо учень вивчатиме нові поняття з предмету фізики, то у його мозку формуватимуться фізіологічні переміни: будуть створюватись нові нейронні шляхи, активізовуватимуться процеси у гіпокампі. Повторення вже вивченої інформації підсилюватимуть наявні зв'язки між клітинами.

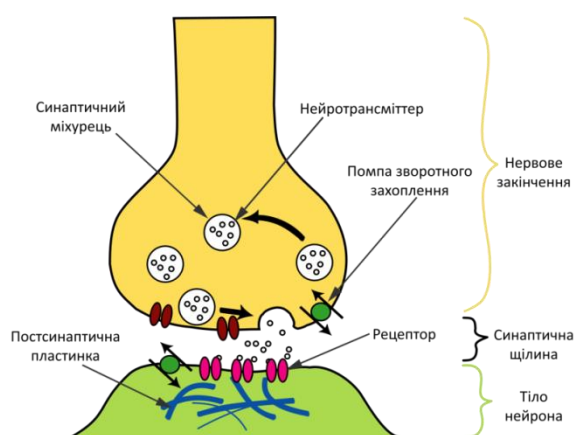


Рис. 1 Будова синапсу

§ 4. Аналіз навчальних підручників

Функції сучасного підручника мають бути спрямовані на формування компетентності в учнів, оскільки вони є важливими для реалізації етапів педагогічних технологій в освітньому середовищі. [14]

Даний розділ відображає аналіз чотирьох підручників з фізики для 10 класу, де основна увага була зосереджена на розділі “Механіка”. Дослідження виявило як і спільні риси в побудові навчального матеріалу, так і змістові відмінності, а також різну логічну подачу, структуру підручника і підбірку практичних завдань. Для аналізу було відібрано такі підручники: «Фізика. 10 клас» (В. Сиротюк) [12], «Фізика. 10 клас» (Є. Коршак, О. Ляшенко, Ф. Савченко) [4], «Фізика. 10 клас» (В. Бар'яхтар) [15] і «Фізика. 10 клас» (Т. Засєкіна) [3].

Спочатку, необхідно зазначити, що дані підручники є орієнтованими на рівень стандарту, проте мають певні відмінності в обсязі матеріалу, кількості тем, підходах до пояснення і глибині викладу матеріалу. У підручнику Сиротюка можна спостерігати, що матеріал є викладений послідовно, із чіткими переходами тем, від кінематики до динаміки, а пізніше, до коливань і хвиль. Автор також зосереджений на практичному застосуванні законів механіки, наводячи приклади з повсякдення.

Підручник [4] вирізняється стислістю викладу матеріалу і переважає в кількості питань для самоперевірки учня, що звичайно є ефективним для запам'ятовування і розвитку критичного мислення. Визначення та формули автор подає без розширених пояснень, що сприяє зменшенню навантаженості на пам'ять. Проте, такий варіант подачі матеріалу має свій недолік – учню, зі слабким рівнем знань, може бути складно розуміти теми. [4]

Аналізуючи наступний підручник [15], автором якого є Бар'яхтар, можна прослідкувати увагу до ілюстративного матеріалу: малюнки, графіки та схеми. Таке додаткове подання матеріалу створює візуальну підтримку навчального процесу, а також сприяє формуванню асоціативної пам'яті. Теоретичний блок є розширеним, що дає підставу вважати, що автор орієнтований на учнів з

вищим рівнем підготовки і знань. Сам матеріал поданий у стилі академічної форми, однак це компенсується якісним та сучасним дизайном.

Найбільш структурованим і збалансованим для старшої школи є підручник [3] Т. Засекіної, оскільки у ньому поєднується достатня теоретична база, задачі, ілюстрації та лабораторні завдання. Також особливої уваги заслуговують тематичні проекти, які допомагають учням виробляти самостійність та сприяють самонавчанню. Додатково, у цьому підручнику наявні виведення деяких формул, яких немає в інших підручниках, що в свою чергу, підвищує рівень викладу. [3]

Хоча всі основні теми, такі як кінематика, динаміка, закони Ньютона, імпульс і т.д. присутні у всіх підручниках, структура їх подання має певні відмінності. До прикладу, автор Сиротюк поділяє теми на менш об'ємні параграфи, акцентуючи на поступовість і логіку, а Коршак часто об'єднує поняття в великих теоретичних параграфах. Т. Засекіна детально зупиняється на темі та широко розкриває її в межах одного параграфу, а також додає опрацьовані задачі і приклади.

Підрозділи, які охоплюють поняття механічні коливання і хвилі також демонструють різницю викладу матеріалу у підручниках. У Бар'яхтара дана частина розділу присутня, на відмінну від інших авторів, котрі ці поняття лише стисло згадують, а повноцінно вводять цей матеріал в підручниках фізики 11 класу.

Також важливим показником якості підручника є наявність різноманітних практичних завдань. В цьому пункті переважає авторка Т. Засекіна, оскільки вона пропонує низку як і базових завдань, так і завдань підвищеної складності. Конкуренцію їй може скласти лише Бар'яхтар, адже він включає у свій підручник практичні задачі з графічними інтерпретаціями, а також експериментальні завдання, що дає змогу учневі краще формувати взаємозв'язок між теоретичним та практичним процесом. Сиротюк скеровує учня на розуміння фізичних процесів, а Коршак у більшості випадків, використовує лише короткі та однотипні задачі.

Окремо можна виділити новий матеріал, що з'явився у сучасних підручниках, порівняно з матеріалом фізики середньої школи. До нього належать такі теми, як скалярні та векторні величини з новими поняттями побудови векторів і їхніх компонентів у координатній системі, а також основна задача механіки з її формулюванням і застосуванням кінематичних рівнянь та графіків. З'являються нові визначення миттєвої і середньої швидкості, закони додавання переміщень і швидкостей, поняття проєкцій і дотичних до графіків.

У темі рівноприскореного руху та вільного падіння акцент зроблено на системи відліку, прискорення, як векторну величину, а також на використання понять середньої та миттєвої швидкості у складних випадках. Вивчається також перша космічна швидкість, гравітаційне поле, вектор напруженості поля. Нові підходи спостерігаються у поданні законів Ньютона — через розкладання сили на компоненти та визначення маси через експеримент.

У подальших темах вводяться нові поняття: векторна природа сили пружності, сила в'язкого тертя та сила опору середовища, рівновага тіла, центр мас, умови рівноваги, геометричний зміст роботи сили, теорема про кінетичну енергію, принцип мінімуму потенціальної енергії, імпульс сили, пружне й непружне зіткнення, рівняння нерозривності струменя, закон Бернуллі, повна аеродинамічна сила. Також розширено матеріал про механічні коливання: гармонічні коливання, періоди маятників, резонанс, власні та вимушені коливання, резонансну частоту. У темі хвиль розглянуто сферичні та плоскі хвилі, інтерференцію, дифракцію, акустичний резонанс і ультразвукову локацію.

Загалом, на основі проведеного аналізу можна дійти висновку, що всі чотири підручники мають свої сильні сторони. Проте, на мою думку, найкращим для використання в освітньому процесі є підручник Засекіної. Він найбільш збалансований, логічно структурований і водночас містить як достатню теоретичну частину, так і практичні завдання, що сприяє кращому розумінню матеріалу. Особливо варто відзначити увагу до лабораторних робіт, сучасних термінів і достатній рівень деталізації без перевантаження учнів. Усе

це робить даний підручник оптимальним для використання як на уроках, так і для самостійного вивчення, дистанційного чи домашнього навчання.

Нижче наведена порівняльна таблиця підручників

Порівняльна таблиця підручників

<i>Підручники</i>	Фізика 10 клас Рівень стандарту			
1. Загальні відомості.				
<i>Автор(и)</i>	В. Д. Сиротюк	Є. В. Коршак О. І. Ляшенко В. Ф. Савченко	В. Г. Бар'яхтар С. О. Довгий	Т. М. Засекіна Д. О. Засекін
<i>Рік видання</i>	2018	2010	2018	2018
<i>Обсяг сторінок</i>	255	191	271	208
2. Структура матеріалу				
<i>Наявність поділу на параграфи і теми</i>	Підручник складається зі вступу та двох розділів. Загальна кількість параграфів становить 47.	У підручнику міститься вступ та п'ять розділів, загальна кількість параграфів – 56.	Даний автор розділив підручник нестандартно. Після вступу подається розділ 1. Механіка, який є поділеним на три частини. Розділ 2 і 4 є загальними, а розділ 3 складається з двох частин. Загальна кількість параграфів – 44.	Підручник складається зі вступу та двох розділів, розділених на 34 параграфи.
<i>Логічність послідовності тем</i>	Теми розташовані відповідно до програми МОН. Логічність послідовності тем зберігається, автор подає перехід від простішого до складнішого. Проте, іноді між параграфами бувають різкі переходи до складних завдань (після законів Ньютона).	Структура підручника відповідає програмі МОН тодішніх років. Автор використовує плавні та зв'язані переходи між параграфами.	Кожен розділ має параграфи з чітким поділом: теорія, приклади та завдання.	Чітко структурований матеріал, також присутні переходи між двома розділами.
<i>Чіткість</i>	Основні поняття	Поняття	Теорія	Поняття

<i>формулювання понять</i>	визначаються коректно, спираючись на програму підручника, але певні визначення є поданими для академічного рівня, що може викликати труднощі для учнів низького та середнього рівня знань.	сформульовані чітко у навчально-науковому стилі. У деяких темах присутні складні формулювання означень.	викладена доступно, місцями стисло згідно програмі рівня стандарту. Важливі поняття у кожному параграфі є окремо виділеними, а усі нові терміни описуються послідовно.	подаються зрозумілою для учня мовою, автори намагаються пояснювати теорію максимально просто і доступно.
3. Подання теоретичного матеріалу				
<i>Рівень складності викладу</i>	Підручник орієнтований на стандартний рівень. Автор надає багато доступних прикладів, але трапляються завдання, які є перевантаженими додатковими умовами і діями.	Рівень викладу – середній, проте деякі параграфи містять велику кількість теорії, що вимагає додаткового пояснення від вчителя.	Згідно до вимог, підручник повністю охоплює стандартну програму для учнів середнього рівня.	Текст орієнтований на стандартний рівень, проте кількість теорії відповідає вищому рівню знань учнів.
<i>Кількість і точність формул</i>	Практично кожен параграф містить у собі від 3х до бти формул, які коректно записані та виділені із загального тексту.	У порівнянні з підручником автора Сиротюка, Коршак надає більший обсяг формул, пригадуючи матеріал попередніх років. Не вистачає лише виділення основних формул.	Формули подані чітко, з детальним поясненням символів та обчислення. Їх кількість відповідає рівню стандарт.	Формули подаються у повному обсязі, але не вистачає окремого виділення із загального тексту.
<i>Наявність виведення формул / присутність готових результатів</i>	Через обмеження обсягу підручника, виведення подаються лише для більшої кількості основних тем.	Основні формули кінематики, динаміки, законів збереження і термодинаміки мають розгорнуте	У підручнику наведені виведення формул тільки для базових співвідношень, а складніші формули подаються	Присутні виведення ключових формул, які є достатніми для розуміння.

		пояснення і виведення.	готовими.	
4. Ілюстративний матеріал				
<i>Кількість та якість малюнків, схем та графіків</i>	На кожен параграф автор подає приблизно від 2х до 4х малюнків та кольорових схем. Присутні також графіки, проте, не всі вони докладно описані. Малюнки зрозумілі для учня, без перевантаження зайвими деталями, але деякі ілюстрації станом на 2025 рік є застарілими і потребують оновлення.	Підручник містить велику кількість малюнків з життя, графіків та схем – підказок, що яскраво демонструють застосування фізичних законів.	Ілюстративний матеріал у цьому підручнику є різноманітним: схеми, фотографії, таблиці. Малюнки напрямі пов'язані з життєвими ситуаціями.	Малюнки сучасні, яскраві та кольорові. Також присутні графіки, схеми установок та самі прилади.
<i>Відповідність сучасному оформленню</i>	Оформлення підручника строгі, кольорове забарвлення використовується для заголовків та виділення тексту, що значно знижує ефект візуально насиченої подачі.	Оформлення відповідає вимогам 2010-х років, але на даний момент вважається стилістично застарілим. В електронному форматі частина підручника оформлена у чорно-білому форматі.	Поліграфія даного підручника є сучасною і повністю відповідає сучасним вимогам.	Підручний оформлено у сучасному стилі, приємних заспокійливих кольорах, що позитивно впливає на психіку учнів.
<i>Використання кольору / інфографіки</i>	Практично відсутня.	Колір використовується обмежено, лише для ключових моментів у параграфі, інфографіка присутня лише у декількох темах.	У кожному параграфі важливі теоретичні відомості виділені іншим шрифтом та кольором. Присутня також інфографіка, яка спрощує засвоєння нового матеріалу.	У підручнику присутні кольорові вставки, основний текст є завжди виділеним. Також наявні інфографіки і таблиці.

5. Завдання та вправи				
<i>Кількість задач після кожного параграфу</i>	Задачі містяться блоками після декількох параграфів теоретичного матеріалу.	Завдання не подаються після кожної теми, а виділяються окремим параграфом, що містить набори вправ.	Після кожного параграфу подається декілька вправ, що не часто можна зустріти у підручниках з фізики.	У кінці кожного параграфу виділяється окремий блок з завданнями.
<i>Рівень складності</i>	Більшість задач призначені для середнього рівня, але у кожному блоці передбачено декілька задач підвищеної складності.	Завдання у підручнику розраховані на учнів базового та середнього рівня, окремо подається декілька задач високого рівня.	Рівень складності не перевищує базовий, тому для учнів високого рівня потрібно додавати задачі на вищу складність.	Завдання простого та середнього рівня складності, серед них трапляються і графічні.
<i>Наявність експериментальних та дослідницьких завдань</i>	Присутні невеликі дослідження і спостереження, обмежені демонстраціями.	Підручник містить окремі завдання на спостереження і досліди, проте їх невелика кількість.	Автор пропонує учням виконувати дослідницькі завдання у домашньому форматі.	Є окремі дослідницькі завдання, які пропонують самостійні спостереження і аналіз. Автори намагаються зробити акцент на практичній роботі.
<i>Лабораторні роботи</i>	Лабораторний практикум підручника містить 8 робіт.	У підручнику знаходься лише 5 лабораторних робіт, що є надзвичайно мало для такого великого обсягу матеріалу.	За програмою даного підручника передбачено 7 лабораторних робіт.	Даний підручник відрізняється тим, що містить у собі 12 практичних (лабораторних) занять.
6. Новий матеріал та повторення				
<i>Теми, що вивчались раніше</i>	Попередньо, базово вивчались кінематика і динаміка, закони Ньютона.	Повторюються основи, котрі вивчались у 7-9х класах.	Теми, що подають як повторення: рівноприскорений рух, закони Ньютона, енергія, тощо.	Повторюються кінематика, динаміка, основи енергії.
<i>Теми, подані вперше у 10 класі</i>	Молекулярна фізика, розгорнуто вивчається	Вперше подано елементи молекулярної фізики, також	Новими темами вважають: коливання і	Поглиблене вивчення енергії, початки молекулярно-

	механічні коливання.	згадується релятивістська механіка.	хвилі, космічні застосування законів механіки.	кінетичної теорії.
<i>Оцінка узагальнення після кожного параграфу</i>	В даному підручнику узагальнення після параграфу відсутні.	Узагальнення знаходяться окремим пунктом у кінці кожного розділу.	Наприкінці кожного параграфу присутнє узагальнення важливого матеріалу, що позитивно впливає на процес запам'ятовування в учнів.	Кожен параграф містить у собі декілька пунктів “зверни увагу”, де підсумовуються важливі поняття.
7. Методичний апарат				
<i>Наявність ключових понять у кінці параграфа</i>	Ключові поняття у кінці теми не підсумовуються.	Автор даного підручника не наводить ключові поняття у кінці параграфу.	Міститься короткий пункт у вигляді окремих речень.	Наприкінці теоретичних тем ключові поняття не наводяться.
<i>Запитання для самоконтролю</i>	Присутні після кожного параграфу, але не у всіх темах їх є достатня кількість для самоперевірки знань. У кінці кожного розділу містяться блоки контрольних запитань і задач та тестові завдання.	Після кожного теоретичного параграфу присутня помірна кількість запитань для самоконтролю.	Запитання для самоконтролю містяться після кожного параграфу, але здебільшого ці запитання є простими і орієнтуються на відтворенні знань учня.	Кожен параграф містить велику кількість запитань для самоконтролю, а також додаткові запитання наприкінці кожного розділу.
<i>Приклади розв'язування задач</i>	До кожного блоку задач наведено лише по одному прикладу розв'язування задач.	Окремі параграфи з завданнями наводять декілька прикладів розв'язування задач.	У деяких темах після теоретичного матеріалу наведені задачі з покроковим поясненням.	Усі параграфи містять розгорнуті приклади розв'язування задач різного рівня складності
<i>Схеми, таблиці</i>	Майже відсутні.	У підручнику присутні таблиці – підказки з формулами.	Часто у параграфах, а також у кінці підручника присутні узагальнюючі таблиці з формулами,	Схеми та таблиці присутні та зодовільняють обсяг підручника

			визначеннями, законами.	
8. Відповідність програмі МОН				
<i>Відповідність до чинної програми</i>	Підручник відповідає навчальній програмі МОН 2017-2018 рр.	Даний підручник на сьогодні вважається застарілим через відсутність цифрових джерел і скорочену навчальну програму.	Підручник повністю відповідає сучасній програмі МОН станом на 2025 рік.	Відповідає програмі МОН, проте рідко застосовується у школах.
<i>Наявність поглибленого матеріалу</i>	Матеріал орієнтований лише на рівень стандарт.	Поглиблений матеріал додають окремим вставками, проте підручник відрізняється від інших великою кількістю параграфів.	Поглиблений матеріал відсутній, лише трапляються окремі вставки для зацікавлення учнів з вищим рівнем знань.	Даний підручник можна віднести до такого, який містить у собі додатковий поглиблений матеріал.
9. Додаткові матеріали				
<i>QR – коди, посилання на он-лайн ресурси</i>	QR – коди, посилання на он-лайн ресурси відсутні, без інтеграції з цифровим середовищем.	Додаткові інтернет матеріали повністю відсутні.	Даний підручник використовують з спеціальними он-лайн ресурсами.	При детальному аналізі підручника посилання на онлайн ресурси не було знайдено.
<i>Елементи міжпредметних зв'язків</i>	Трапляються епізодично при розв'язуванні задач (математика) та розгляді атмосферних явищ (географія).	Присутні приклади з математики, хімії і географії.	Спостерігаються додаткові зв'язки з астрономією, алгеброю, біологією та географією.	Присутні посилання на математику, хімію та біологію.
<i>Історичні довідки, біографії вчених</i>	Присутні короткі вставки про відкриття великих вчених, а також міститься інформація про видатних українських вчених.	Історичні довідки додано коротко, у вигляді окремих абзаців.	Подані стислі історичні вставки про важливі винаходи людства, що дають розуміння розвитку фізики.	Є короткі вставки про вчених, які подані як цікаві факти без деталізації.

Нижче подана таблиця, у якій аналізується, які теми та поняття для учнів є новими, а які вивчались у попередніх класах.

Тема	Повторення	Новий матеріал
<i>Методи наукового пізнання. Фізичні величини та їх вимірювання. Невизначеності вимірювань.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Спостереження. Фізичне дослідження - Фізична величина. - Міжнародна система одиниць СІ. - Кратні одиниці. Частинні одиниці. - Абсолютна похибка вимірювань. - Відносна похибка вимірювань. 	<ul style="list-style-type: none"> - Наукові методи дослідження. - Абсолютні та відносні похибки. - Невизначеність вимірювань. - Обробка експериментальних даних.
<i>Скалярні та векторні величини</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Векторні величини: швидкість, сила, переміщення. - Скалярні величини: маса, шлях, час, температура. 	<ul style="list-style-type: none"> - Операції з векторами. - Побудова векторів графічно. - Компоненти вектора у прямокутній системі координат.
<i>Основна задача механіки. Абетка кінематики</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Механіка. - Механічний рух. - Система відліку. - Матеріальна точка. - Шлях. - Переміщення. - Рівномірний рух. - Прямолінійний рух. - Криволінійний рух. - Нерівномірний рух. - Криволінійний рух. 	<ul style="list-style-type: none"> - Основна задача механіки: визначення положення тіла в будь-який момент часу. - Кінематичні рівняння руху. - Аналіз руху за допомогою графіків координати і швидкості.
<i>Швидкість руху. Середня і миттєва швидкості. Закон додавання переміщень швидкостей</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Середня швидкість. 	<ul style="list-style-type: none"> - Миттєва швидкість. - Рівняння координати для рівномірного прямолінійного руху. - Середня векторна швидкість. - Закон додавання переміщень. - Закон додавання швидкостей. - Проекція переміщень. - Дотична до графіка координати.
<i>Рівноприскорений прямолінійний рух. Прискорення.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Додавання сил і переміщень як векторів. 	<ul style="list-style-type: none"> - Правило додавання швидкостей. - Визначення системи відліку у задачах з відносним рухом. - Геометричне

		додавання векторів переміщення.
<i>Вільне падіння і криволінійний рух під дією незмінної сили тяжіння.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Рух тіла, кинутого вгору або вниз. - Рух тіла, кинутого горизонтально або під кутом. - Вільне падіння. - Рівноприскорений прямолінійний рух із прискоренням. 	<ul style="list-style-type: none"> - Комплексне застосування понять середньої та миттєвої швидкості.
<i>Рівномірний рух матеріальної точки по колу</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Криволінійний рух. - Рівномірний рух тіла по колу. - Період обертання. - Обертובה частота. 	<ul style="list-style-type: none"> - Лінійна швидкість руху тіла (скалярна фіз.. величина). - Кутова швидкість. - Вектор прискорення. - Модуль доцентрового прискорення.
<i>Інерціальні системи відліку. Перший закон Ньютона.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Закон інерції. - Явище інерції. - Інерціальна система відліку. - Перший закон Ньютона. - Принцип відносності Галілея. 	<ul style="list-style-type: none"> - Розрізнення інерціальних та неінерціальних систем відліку.
<i>Сила. Маса. Другий і третій Закон Ньютона.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Сила. - Інертність. - Маса. - Другий закон Ньютона. - Умови рівноприскореного руху тіла. - Третій закон Ньютона. - Рівнодійна сила. 	<ul style="list-style-type: none"> - Розкладання сил на компоненти. - Визначення маси через експериментальні розуміння.
<i>Гравітаційне поле. Сила тяжіння. Перша космічна швидкість.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Гравітаційна взаємодія. - Закон всесвітнього тяжіння. - Гравітаційна стала. - Сила тяжіння. - Вільне падіння. - Формула прискорення вільного падіння. 	<ul style="list-style-type: none"> - Гравітаційне поле. - Вектор напруженості поля. - Перша космічна швидкість. - Зв'язок між орбітальним рухом і силою тяжіння.
<i>Сила пружності. Вага тіла.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Деформації та її види. - Сила пружності. - Закон Гука. - Сила нормальної реакції опори. - Сила натягу підвісу. - Стан невагомості. 	<ul style="list-style-type: none"> - Розгляд ситуацій, коли вага змінюється. - Побудова векторних схем сил в задачах. - Векторна природа сили пружності.
<i>Сила тертя</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Сила тертя. 	<ul style="list-style-type: none"> - Сила в'язкого тертя.

	<ul style="list-style-type: none"> - Сила тертя спокою. - Сила тертя ковзання. - Закон Амонтона-Кулона. - Сила тертя кочення. 	<ul style="list-style-type: none"> - Причини виникнення в'язкого тертя. - Сила опори середовища.
<i>Рівновага тіл. Момент сили</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Поступальний і обертальний рух. - Момент сили. 	<ul style="list-style-type: none"> - Рівновага тіла. - Центри мас тіла. - Умова перебування тіла в рівновазі. - Види рівноваги. - Точка опори.
<i>Механічна робота. Кінетична енергія. Потужність</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Кінетична енергія. - Потужність. 	<ul style="list-style-type: none"> - Механічна робота (нове визначення і формула). - Геометричний зміст роботи сили. - Теорема про кінетичну енергію. - Робота рівнодійної всіх сил.
<i>Потенціальна енергія. Закон збереження механічної енергії.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Механічна енергія. - Потенціальна енергія. - Потенціальна енергія піднятого тіла. - Потенціальна енергія пружно деформованого тіла. - Повна механічна енергія тіл. - Закон збереження повної механічної енергії. 	<ul style="list-style-type: none"> - Консервативні і не консервативні сили. - Теорема про потенціальну енергію. - Принцип мінімуму потенціальної енергії.
<i>Імпульс тіла. Реактивний рух. Пружне і не пружне зіткнення.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Імпульс тіла. - Закон збереження імпульсу. - Реактивний рух. - Ракета. - Замкнена система тіл. 	<ul style="list-style-type: none"> - Імпульс сили. - Пружне і не пружне зіткнення. - Центральне зіткнення.
<i>Рух рідини і газу. Підіймальна сила крила</i>	-	<ul style="list-style-type: none"> - Рівняння нерозривності струменя. - Закон Бернуллі. - Повна аеродинамічна сила.
<i>Види механічних коливань</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Періодичні коливання. - Амплітуда коливань. - Частота коливань. - Період коливань. - Затухаючі і не затухаючі коливання. - Вільні коливання. 	<ul style="list-style-type: none"> - Механічні коливання. - Зміщення. - Вимушені коливання. - Автоколивання. - Гармонічні коливання. - Рівняння гармонічних коливань.

<p><i>Математичний і пружинний маятник. Енергія коливань</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Пружинний маятник. - Математичний маятник. 	<ul style="list-style-type: none"> - Період коливань пружинного маятника - Вільні коливання пружинного маятника (причини) - Період коливань математичного маятника
<p><i>Резонанс</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Коливання тіл. - Частота і амплітуда коливань. - Механічні коливання. 	<ul style="list-style-type: none"> - Резонанс - Резонансна крива - Власні коливання - Вимушені коливання - Резонансна частота
<p><i>Механічні хвилі</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Хвиля. - Механічна хвиля. - Довжина хвилі. - Формула хвилі. - Поперечна і повздовжна хвиля. 	<ul style="list-style-type: none"> - Властивості хвильового руху - Фронт хвилі - Хвильові поверхні - Сферична хвиля - Плоска хвиля - Інтерференція - Дифракція
<p><i>Звукові хвилі</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Звукові хвилі. - Інфразвук. - Ультразвукові хвилі. 	<ul style="list-style-type: none"> - Суб'єктивні характеристики звуку - Акустичний резонанс - Ультразвукові локації

§ 5. Методика розробки конспектів уроків та їх проведення

У сучасній освіті дедалі більшого значення набуває усвідомлене навчання, орієнтоване на когнітивні можливості учня, а також на підтримку їх ментального здоров'я.

Для предметів природничого циклу такий тип навчання є актуальним, оскільки опанування складних теоретичних понять та формул завжди потребує високого рівня зосередженості й мотивації. Також варто пам'ятати, що старшокласники мають вдосконалену можливість запам'ятовувати в силу свого свідомого і застосування раціональних прийомів, що значно збільшує продуктивну пам'ять. [2]

Під час приготування і проведення уроків, вчитель повинен бути організованим, мати відповідну манеру спілкування, чіткість дій, а також відповідний темп від якого залежатиме атмосфера на заняттях. [17]

Важливою психолого-педагогічною основою побудови ефективного уроку є правило "7±2" Дж. Міллера, згідно з яким людина здатна одночасно утримувати в робочій пам'яті не більше 5-9 смислових одиниць інформації (так званих чанків).

У навчальному процесі це може означати, що інформаційне навантаження може бути розподілене на блоки, а матеріал – структурованим.

Використання методики чанків у навчанні з фізики базується на поєднанні когнітивних закономірностей та збереженні психологічного комфорту учнів. Також можна виділити принципи даної методики.

- Інформація повинна подаватись короткими блоками, кожен з яких охоплюватиме 1-2 ключові поняття.
- Кожен наступний чанк інформації повинен впливати з попереднього, утворюючи логічний ланцюжок знань, який учень зможе легко відтворити.
- Використовувати схеми, графіки та ментальні карти, які полегшуватимуть сприйняття більшого обсягу інформації.

- Відводити після кожного чанку час на аналіз нової інформації, проводити обговорення або коротке тестування.
- Темп уроку має відповідати рівню уваги учнів, атмосфера має залишатись доброзичливою, без натиску на школярів.

Процес розробки конспекту уроку складається з поетапного педагогічного проектування.

1. Аналітичний етап, де вчитель аналізує тему, визначає її об'єм, ключові теоретичні поняття та закономірності. Далі потрібно виділити опорні знання та врахувати когнітивне навантаження на учнів, а потім розподілити навчальний матеріал на 5-7 логічних блоків (чанків).

2. Наступний крок полягає в тому, що вчитель визначає структуру уроку, де кожен чанк має містити одну смислову ідею, коротке пояснення, приклад та візуалізацію, що утворює повну картину розуміння для учнів. Після кожного чанку, якщо це дозволяє час, проводити коротку рефлексію або виконувати практичне завдання легкого рівня, щоб закріпити матеріал без перевантаження на нервову систему. Додатково, потрібно до кожного чанку створювати схеми або ментальні картки, які будуть поєднуватись в єдину структуру теми.

3. Педагог має підібрати, згідно теми уроку, методи і засоби навчання. Це можуть бути слайди, відео, групові обговорення, короткі запитання для зниження напруги, тощо.

4. Під час рефлексивного етапу учні заповнюватимуть ментальну карту теми, де оцінюватимуть свій стан на уроці, розуміння матеріалу, що допомагає закріпити ключові зв'язки між поняттями.

Урок фізики за цією методикою повинен бути не перенавантаженим інформацією, а ритмічним та гармонійним. Таку методику можна також подати у вигляді таблиці.

Етап	Тривалість	Зміст діяльності	Вплив на учня
Мотиваційний блок	3-5 хв	Проблемне запитання, коротке відео або ж демонстрація.	Позитивна емоційна установка, знаження

			напруженості.
Чанк 1-2	10 хв	Теоретичний матеріал з прикладами.	Оптимальне навантаження.
Рефлексія	2 хв	Обговорення, запитання.	Відновлення уваги.
Чанк 3-4	10 хв	Теоретичний матеріал, практичні завдання.	Активізація мислення, підтримка інтересу.
Мікропауза	1-2 хв	Фізична розминка або емоційна вправа.	Зниження втоми.
Чанк 5-6	10 хв	Застосування знань, розв'язування задач.	Засвоєння нового матеріалу.
Рефлексія та ментальна карта	5 хв	Узагальнення.	Структурування знань

Ментальні карти є дуже важливим елементом методики чанків, оскільки вони дозволяють візуалізувати зв'язки між поняттями та створюють відчуття закріплення нової теми. Заповнення таких карт підтримує когнітивне навантаження, знижує неуважність учнів та сприяє їх самоорганізації. Учні не лише аналізують свої досягнення на уроці, а й відтворюють структуру теми, що підсилює глибину розуміння та емоційне задоволення від навчання.

Такі принципи проведення занять допомагають.

- Підвищити якісне засвоєння фізичних понять і законів.
- Розвивати саморегуляцію та усвідомлене навчання.
- Знизити стресове навантаження та емоційне вигорання.
- Формувати мотивацію до вивчення фізики.
- Забезпечити ментальну стійкість учнів, в умовах навчання у стані війни.

У висновку, методика чанків, інтегрована з підходами до збереження ментального здоров'я, дозволяє створити безпечний продуктивний освітній простір на уроках фізики старшої школи.

§ 6. Статистичні розрахунки і вибір кількості респондентів у педагогічному дослідженні

Математичні і статистичні методи в педагогіці використовують з метою обробки отриманих даних за допомогою методів експерименту та опитування, для встановлення залежностей між явищами, що досліджувались. [13]

Перед проведенням педагогічного дослідження, важливо врахувати актуальність проблеми, об'єкт, предмет, мету, гіпотезу, а також завдання. Проблемою дослідження вважають складне теоретичне або ж практичне запитання, яке потребує детального вивчення та вирішення. [9]

Об'єкт дослідження – це частина об'єктивної реальності, яка стає предметом діяльності людини як соціальної істоти, тобто суб'єкта. Наприклад, об'єктами педагогічних досліджень може бути: діяльність педагога, учня, взаємовідносини між суб'єктом і об'єктом навчально-виховної роботи, організація діяльності учнів, виховний процес, тощо.

Предметом дослідження називають практичну діяльність сторони людини, яка була зафіксована у досвіді та включена в процес, а також якість та відносини досліджуваного об'єкта з певною метою та за певних обставин. Важливою умовою є те, що предметом може бути лише одна група методів.

Мета дослідження – це ціль, яку ставить перед собою дослідник і з'ясовує, який результат передбачає отримати та яким він повинен бути. Такі дії мають окрему назву – гіпотеза дослідження. Вона повинна формулюватись таким чином, щоб проглядались положення, які будуть потребувати перевірки у процесі роботи.

Статистичні розрахунки - комплекс методів, що використовується для збору, обробки, аналізу та інтерпретації даних, отриманих у процесі дослідження. Такі розрахунки дозволяють виявити закономірності та взаємозв'язки між різними змінними і надати висновки на основі наявних даних.

Статистичні розрахунки включають такі основні етапи у дослідженні.

1. Збір первинних даних про об'єкт чи предмет дослідження і може включати анкетування, опитування, вимірювання, експерименти, тощо.

2. Впорядкування за критеріями зібраних даних, для зручного проведення аналізу. Наприклад, створення таблиць, обчислення статистичних показників, графіків.

3. Використання статистичних методів для виявлення закономірностей та взаємозв'язків між змінними.

4. Обґрунтування результатів з урахуванням висунутих гіпотез.

Також представлені основні методи статистичних розрахунків.

- Зібрання даних про кількість об'єктів.
- Розподіл даних на групи за певними критеріями.
- Розрахунок середніх значень для аналізу.
- Розрахунок відносних показників для порівняння різноманітних груп.
- Візуалізація результатів за допомогою графіків чи діаграм.
- Вимірювання і аналіз змін показників з часом.
- Дослідження взаємозв'язку між змінними. [9]

У педагогічних науках, статистичні розрахунки можуть охоплювати.

1. Розрахунок середнього арифметичного. Застосовується для обчислення результатів тестів, рівня знань учнів, тощо і показує загальний рівень показника. У подальшому ході дослідження дає змогу порівняти середні результати між групами до чи після експерименту. [11]

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n},$$

де x_i – окреме значення;

n – кількість значень.

2. Дисперсія та стандартне відхилення. Визначає відхилення результатів від середнього, а також показує чи є результати групи однорідними. Дані розрахунки є корисними для аналізу стабільності навчальних досягнень.

$$D = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2 - \text{дисперсія};$$

$$\sigma = \sqrt{D} - \text{стандартне відхилення},$$

де x_i – окреме значення;

\bar{x} – середнє значення;

n – кількість значень. [6]

3. Коефіцієнт варіації характеризує одноманітність сукупності та ступінь надійності обчислення середніх величин.

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%,$$

де σ – стандартне відхилення;

\bar{x} – середнє значення.

4. Критерій Стюдента (t - тест) застосовується для порівняння прогресу і результатів двох незалежних груп, а також показує чи є різниця результатів статистично значущою.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

де \bar{x}_1, \bar{x}_2 - середні значення двох груп;

σ_1^2, σ_2^2 – дисперсії у групах;

n_1, n_2 – кількість осіб у групах.

5. Коефіцієнт кореляції Пірсона допомагає вивчити лінійний зв'язок між двома змінними і показує напрям і силу кореляції (від -1 до +1). Дана формула є корисною для перевірки гіпотез.

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \times \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

де x_i, y_i – значення змінних;

\bar{x}, \bar{y} – середні значення змінних. [19]

6. Індекс приросту результатів використовують для оцінки ефективності впливу експерименту і показує відсоток покращення чи погіршення після проведення дослідження.

$$I = \frac{\bar{x}_{\text{після}} - \bar{x}_{\text{до}}}{\bar{x}_{\text{до}}} \times 100\%,$$

де $\bar{x}_{\text{після}}$ – середнє після експерименту;

$\bar{x}_{\text{до}}$ – середнє до експерименту.

7. Розрахунок вибірки (кількості респондентів) показує, скільки учасників необхідно, щоб статистика була достовірною.

$$n = \frac{Z^2 \times p(1-p)}{e^2},$$

де Z – коефіцієнт довіри (1.96 для 95%);

p – ймовірність події, якщо невідомо, то використовують 0,5;

e – допустима похибка (зазвичай 0,05).

8. Середній бал або зважене середнє. Застосовується для визначення середнього балу з урахуванням кількості осіб.

$$\bar{B} = \frac{\sum(b_i \times n_i)}{N},$$

де b_i – середня оцінка;

n_i – кількість учнів з цією оцінкою;

N – загальна кількість учнів.

У дослідженнях, що напряду стосуються педагогічних наук, статистичні розрахунки є головним інструментом підтвердження висновків. Їх суть полягає в тому, щоб спочатку переконатись у достовірності результатів, а потім – узагальнити весь отриманий матеріал.

Визначення кількості респондентів (учасників дослідження) є першим важливим етапом при проведенні педагогічного дослідження. Експеримент або анкетування передбачає, щоб вибірка була не менше 30-ти осіб, оскільки це мінімально допустимий поріг для статистичного аналізу. Якщо ж планується поділ на експериментальну та контрольну групу, рекомендовано включати по 15-20 учнів до кожної групи для зменшення похибки в подальшому.

Також, кількість респондентів напряду залежить від типу дослідження. Якщо проводиться якісне дослідження, а саме: спостереження, інтерв'ю, то тоді вибірка становить близько 10-20 осіб. Коли використовується кількісне дослідження, яке може бути проведене у вигляді тестування, анкетування, потрібно, щоб кількість респондентів не була меншою ніж 30 осіб. У педагогічній практиці це може бути клас або декілька класів з однієї чи різних шкіл.

§ 7. Опис експерименту

Сучасна школа стикається з проблемою низької ефективності засвоєння складних фізичних понять. Учнім складно запам'ятати основні закони через перевантаження короткочасної пам'яті та відсутності структурованого методу навчання.

Нейропедагогіка пропонує підходи, що враховують обмеження короткочасної пам'яті, асоціативної пам'яті та мнемотехніки.

Таким чином, проблема актуальна для покращення результативності освіти та розвитку мислення в учнів.

Об'єктом дослідження є процес засвоєння учнями 10-го класу понять “сила”, “маса” та закони Ньютона.

Предметом дослідження є вплив нейропедагогічних методів запам'ятовування на рівень засвоєння цих понять у контрольному та експериментального класів.

Метою дослідження є перевірити ефективність методів при засвоєнні понять “сила”, “маса” та закони Ньютона у 10-му класі та порівняти результати контрольного і експериментального класу.

Гіпотеза дослідження полягає в тому, що застосування “чанкінгу”, асоціативного навчання, мнемотехніки покращує ефективність навчання у 10-му класі.

Завдання дослідження.

1. Розробити тест для оцінки засвоєння понять у контрольному та експериментальному класах.
2. Провести первинне тестування в обох класах.
3. Впровадити нову методику навчання у 10-Б класі.
4. Провести повторне тестування в обох класах.
5. Виконати статистичну обробку даних для обох класів.
6. Порівняти результати контрольного та експериментального класу.

7. На основі аналізу розробити висновки щодо ефективності методики.

Даний експеримент проводився у Ліцеї м. Новий Калинів Новокалинівської міської ради.

Для проведення дослідження було взято два класи з такою кількістю учнів:

- 10 – А з кількістю учнів 18, який буде навчатись за традиційною схемою.

- 10 – Б з кількістю учнів 20, який буде навчатись за експериментальною схемою.

Перед початком дослідження було проведено вхідне тестування для обох класів, метою якого було з'ясувати вихідний рівень сформованості фізичних понять, що стосуються сил, маси, інерції та першого закону Ньютона.

Вибрати одну правильну відповідь	
1. Фізична величина, що характеризує інертність тіла, це...	А) сила Б) вага В) маса
2. Що означає інерція?	А) Здатність тіла змінювати швидкість. Б) Здатність тіла чинити опір зміні швидкості. В) Властивість тіл втрачати масу.
3. У чому полягає перший закон Ньютона?	А) Якщо на тіло діє сила, воно стоїть на місці. Б) Якщо на тіло не діють сили, воно рухається рівномірно або перебуває у стані спокою. В) Якщо тіло рухається, то на нього діє сила.
4. Яка одиниця вимірювання сили в СІ?	А) Джоуль. Б) Ньютон. В) Паскаль
5. Яке з тверджень правильне?	А) Інерція – це сила, що зупиняє рух. Б) Інерція - це властивість тіл чинити опір зміні стану руху. В) Інерція залежить від швидкості.
Встановити відповідність	

6. Сила – Маса – Прискорення –	А) a Б) m В) F
7. Сила тяжіння – Сила тертя – Сила пружності –	А) Камінь падає на землю. Б) Ковзання санчат по снігу. В) Розтягнута пружина.
8. Пасажир нахиляється вперед при гальмуванні – Камінь продовжує рух після кидка – Вода в склянці виплексується при різкому русі –	А) Інерція руху. Б) Інерція спокою. В) Інерція об'єкту при гальмуванні.
Дати коротку відповідь	
9. Обчислити силу, якщо маса тіла 4 кг, а прискорення 3 м/с ² .	10. Навести приклад прояву інерції у побуті.

Результати первинного тестування обох класів:

№	Бал за 12 – бальною шкалою.	
	Контрольний клас 10 – А	Експериментальний клас 10 – Б
1.	8	8
2.	7	7
3.	6	9
4.	9	7
5.	8	8
6.	7	6
7.	6	9
8.	8	7
9.	7	8
10.	6	7
11.	8	8
12.	7	6
13.	7	8
14.	6	7
15.	8	8
16.	7	9
17.	7	7
18.	8	8
19.	-	8
20.	-	7

Обчислюємо середнє арифметичне:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}.$$

$$\text{Для 10 – А: } \bar{x}_1 = \frac{130}{18} = 7,2.$$

$$\text{Для 10 – Б: } \bar{x}_2 = \frac{152}{20} = 7,6.$$

Середній бал двох класів майже однаковий, тобто початковий рівень знань приблизно однаковий.

Обчислюємо дисперсію, яка характеризує наскільки оцінки відрізняються від середнього:

$$D = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2.$$

$$\text{Для 10 – А: } D = \frac{12,09}{18-1} = 0,71.$$

$$\text{Для 10 – Б: } D = \frac{15,68}{20-1} = 0,83.$$

Невелика дисперсія показує, що рівень класу стабільний, учні мають між собою близькі результати.

Стандартне відхилення показує, наскільки середній учень відрізняється від сьогоденного рівня класу:

$$\sigma = \sqrt{D}.$$

$$\text{Для 10 – А: } \sigma = \sqrt{0,71} = 0,84.$$

$$\text{Для 10 – Б: } \sigma = \sqrt{0,83} = 0,91.$$

Стандартне відхилення менше за 1, що означає вирівняний рівень знань у класах.

Коефіцієнт варіації допоможе визначити якою є вибірка (дуже однорідна, помірно однорідна, різнорідна група).

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%.$$

$$\text{Для 10 – А: } V = \frac{0,84}{7,2} \times 100\% = 0,11\%.$$

$$\text{Для 10 – Б: } V = \frac{0,91}{7,6} \times 100\% = 0,12\%.$$

Обидва класи є дуже однорідними.

Наступним кроком, потрібно перевірити критерій Стьюдента:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

$$t = \frac{|7,2 - 7,6|}{\sqrt{\frac{0,84^2}{18} + \frac{0,91^2}{20}}} = 1,4.$$

Оскільки наш результат є нижчим за критичне значення 2,02, це дає змогу з впевненістю сказати, що класи рівноцінні на початку експерименту і подальше зростання результатів 10 – Б класу можна буде вважати наслідком впливу методики.

Також потрібно розрахувати необхідний розмір вибірки:

$$n = \frac{Z^2 \times p(1 - p)}{e^2} = \frac{(1,96 + 0,84)^2 \times 2 \times 0,9^2}{0,2} = 63,5.$$

Для дуже точної перевірки різниці потрібна вибірка приблизно 73 учні в кожній групі, але для шкільного дослідження кількості 38 учнів цілком достатньо для демонстраційного експерименту.

У підсумку, класи мають приблизно однаковий початковий рівень знань, тому експеримент можна вважати коректно розпочатим, а подальші відмінності результатів будуть позитивним наслідком впровадження нової методики навчання.

Протягом 5-ти навчальних днів у 10 – А і 10 – Б (експериментальному) класі уроки проводились за власною методикою. Основними особливостями на заняттях були.

- Подача інформації за принципом Міллера.
- Повторення через інтервали.
- Використання сенсомоторного підкріплення.
- Емоційне та асоціативне закріплення.

Для визначення ефективності розробленої методики запам'ятовування фізичних понять у процесі вивчення теми “Сила. Маса. Другий і третій закони Ньютона” було організовано експериментальне дослідження з використанням тестових і практичних завдань.

На завершення теми обидві групи виконали підсумковий тест, який складався з

- 8 тестових завдань на відтворення понять (закон, визначення, формула).
- 2 завдання на застосування у фізичних ситуаціях.
- 2 завдання з поясненням явищ.

Оцінювання проводилось за 12 бальною шкалою. Після цього учні продовжили навчання за іншими темами без повторення попереднього матеріалу.

Обрати одну правильну відповідь	
1. Яка сила зумовлює зміну швидкості тіла?	А) Сила тертя. Б) Рівнодійна всіх сил. В) Сила реакції опори.
2. Одиниця вимірювання сили в СІ?	А) кг. Б) Дж. В) Н.
3. Тіло, масою 2 кг рухається з прискоренням 3 м/с^2 . Яка сила діє на нього?	А) 5 Н. Б) 0,67 Н. В) 6 Н.
4. Як зміниться прискорення, якщо силу збільшити вдвічі, а масу – втричі?	А) Не зміниться. Б) Збільшиться в 1,5 рази. В) Зменшиться в 1,5 рази.
5. У якому випадку виконується перший закон Ньютона?	А) На тіло діє одна сила. Б) На тіло не діє жодна сила, або сили зрівноважені. В) Тіло рухається прямолінійно.
6. Визначити силу дії, якщо сила реакції опори 20 Н.	А) 20 Н. Б) 40 Н. В) 10 Н.
7. Якщо масу тіла подвоїти, а силу залишити сталою, то прискорення...	А) Збільшиться. Б) Зменшиться удвічі. В) Не зміниться.
8. Дія кулі на рушницю під час пострілу – це приклад...	А) Інерції. Б) Третього закону Ньютона. В) Першого закону Ньютона.
9. Визначити прискорення автомобіля масою 1200 кг, якщо на нього діє сила 2400Н.	10. На тіло діє сила 15 Н, воно набуває прискорення 15 м/с^2 . Визначити масу.
11. Пояснити, чому під час різкого гальмування, пасажир нахиляється вперед.	12. Пояснити, чому під час стрибка з човна на берег, людина відчуває поштовх.

Таблиця оцінювання

№	Бал за 12 – бальною шкалою.	
	Контрольний клас 10 – А	Експериментальний клас 10 – Б
1.	8	9
2.	9	10
3.	7	9
4.	9	10
5.	8	9
6.	7	8
7.	10	11
8.	7	8
9.	9	10
10.	8	9
11.	8	9
12.	9	10
13.	7	8
14.	9	10
15.	10	11
16.	9	10
17.	8	9
18.	9	10
19.	-	9
20.	-	10

Через 5 днів після проведення підсумкового уроку обидві групи отримали тест, щоб перевірити довготривалу пам'ять. Він містив запитання, аналогічні за змістом, але змінені за формулюванням, щоб зменшити ефект прямого запам'ятовування.

№	Бал за 12 – бальною шкалою.	
	Контрольний клас 10 – А	Експериментальний клас 10 – Б
1.	8	10
2.	9	11
3.	8	9
4.	10	11
5.	9	10
6.	8	9

7.	10	8
8.	7	10
9.	9	9
10.	8	12
11.	9	9
12.	10	11
13.	8	9
14.	9	10
15.	10	11
16.	9	9
17.	8	10
18.	9	8
19.	-	11
20.	-	9

Таким чином, було досліджено, який обсяг інформації збережено у пам'яті після довгого інтервалу без повторення.

Індекс приросту розрахований:

$$I = \frac{\bar{x}_{\text{після}} - \bar{x}_{\text{до}}}{\bar{x}_{\text{до}}} \times 100\%,$$

$$\text{Для 10 – А: } I = \frac{8,8 - 7,2}{7,2} \times 100\% = 22,22\%.$$

$$\text{Для 10 – Б: } I = \frac{9,8 - 7,6}{7,6} \times 100\% = 28,95\%.$$

Рівень знань учнів контрольного класу після вивчення теми підвищився на 22,22% відносно початкового рівня. Таке покращення вважається помірним і свідчить, що учні засвоїли матеріал, проте без суттєвого довготривалого ефекту.

Рівень знань експериментального класу зріс на 28,95%. Отримане значення свідчить про вищу ефективність навчання із застосуванням нейропедагогічних впливів.

Дисперсія

$$\text{Для 10 – А: } D = \frac{14,2}{18-1} = 0,84.$$

$$\text{Для 10 – Б: } D = \frac{14,8}{20-1} = 0,78.$$

Стандартне відхилення

$$\text{Для 10 – А: } \sigma = \sqrt{0,84} = 0,92.$$

Для 10 – Б: $\sigma = \sqrt{0,78} = 0,88$.

Коефіцієнт варіації

$$\text{Для 10 – А: } V = \frac{0,92}{8,8} \times 100\% = 10,45\%$$

$$\text{Для 10 – Б: } V = \frac{0,88}{9,8} \times 100\% = 8,97\%$$

Розкид балів у 10 – Б менший, тобто учні показали більш стабільні результати.

Ще потрібно перевірити критерій Стьюдента:

$$t = \frac{9,8 - 8,9}{\sqrt{\frac{0,92^2}{18} + \frac{0,88^2}{20}}} = \frac{0,9}{\sqrt{\frac{0,8464}{18} + \frac{0,7744}{20}}} = \frac{0,9}{\sqrt{0,047 + 0,039}} = \frac{0,9}{0,293} = 3,07.$$

Різниця критерія Стьюдента статистично значуща $> 2,03$, тобто результати експериментального класу не є випадково кращими.

Різниця між показниками становить близько 6,7% дає змогу підтвердити гіпотезу про те, що використання методу навчання за Міллером дає стійкіший результат засвоєння знань і підсилює довготривале замап'ятовування.

Нижче подана узагальнена таблиця результатів педагогічного експерименту.

Клас	К-сть учнів	Середній бал за початковий тест	Середній бал після уроку	Середній бал через 5 днів	Індекс приросту
10 – А Контрольний	18	7,2	8,4	8,8	22,2%
10 – Б Експериментальний	20	7,6	9,5	9,8	28,95%

Невелике стандартне відхилення і низький коефіцієнт кореляції підтверджують однорідність даних – у кожному класі учні мають близькі за рівнем результати.

Високе t – значення показує, що різниця між середніми балами класів не є випадковою, а обумовлена впливом експериментальної методики.

Індекс приросту узгоджується з результатом критерію Стьюдента.

Отримані результати показали, що учні експериментальної групи не лише краще відтворювали поняття одразу після закінчення уроку, а й краще зберегли їх у довготривалій пам'яті з нижчими втратами.

Також додатково був помітно вищим рівень мотивації та активності учнів, ніж у контрольній групі.

Такий експеримент дозволяє зробити висновок, що використання принципів когнітивної психології, тобто ефекту повторення, обмеження обсягу інформації та емоційно – асоціативного навчання сприяє підвищенню засвоєння матеріалу з уроків фізики.

Висновки

1. Проведений аналіз наукових джерел засвідчив наявність тісного взаємозв'язку між ефективністю запам'ятовування навчального матеріалу з фізики та характером пізнавальної діяльності учнів. Найбільш результативними виявилися методи, орієнтовані на активне й усвідомлене засвоєння знань, що реалізуються через поєднання пояснення з практичною діяльністю, систематичне повторення та смислове структурування навчального матеріалу.

2. Розгляд нейрофізіологічних механізмів пам'яті дав змогу встановити, що процеси запам'ятовування зумовлені формуванням і закріпленням нейронних зв'язків, інтенсивність яких зростає за умов емоційного залучення учнів і багаторазового відтворення інформації.

3. Аналіз сучасних шкільних підручників з фізики виявив тенденцію до посилення візуалізації навчального контенту шляхом використання схем, графіків і прикладів із повсякденного життя. Водночас встановлено недостатню представленість системних дидактичних прийомів, спеціально спрямованих на забезпечення довготривалого запам'ятовування фізичних понять і формул.

4. У ході дослідження визначено найбільш ефективні педагогічні прийоми, що сприяють підвищенню рівня запам'ятовування навчального матеріалу з фізики, зокрема проблемне навчання, використання навчального експерименту, опорних схем та мнемотехнічних засобів.

5. На основі відібраних методик розроблено конспекти уроків з фізики, спрямовані на покращення запам'ятовування основних понять, законів і формул шкільного курсу.

6. Результати експериментального дослідження підтвердили ефективність запропонованих методичних підходів, що виявилось у підвищенні рівня засвоєння та стійкості знань учнів. Отримані дані засвідчують доцільність упровадження розроблених методик у практику навчання фізики в закладах загальної середньої освіти..

Список використаної літератури

1. Губик С. Особливості запам'ятовування фізичних понять при вивченні шкільного курсу фізики. *Актуальні проблеми сучасної науки* : матеріали міжнарод. наук. конф., м. Дрогобич, 6–7 трав. 2025 р. / координатор В. Б. Гольський. Дрогобич, 2025. С. 275–277.
2. Дмитрієва С. М. Вікові особливості пам'яті старшокласників та шляхи її розвитку / С. М. Дмитрієва, Л. М. Бондаренко // Конкурентоспроможність в умовах глобалізації: реалії, проблеми та перспективи: Матеріали Десятої Міжнародної науково-практичної конференції / За ред. Саух І. В. – Житомир: Вид-во ЖФ КІБІТ, 2016. - С.56-61.
3. Засєкіна Т. М., Засєкін Д. О. Фізика 10 клас. Рівень стандарту : підручник / ред. О. Ісак ; координатор О. І. Ляшенко ; іл. І. Медведовська. Київ : Оріон, 2018. 208 с.
4. Коршак Є., Ляшенко О., Савченко В. Фізика 10 клас. Рівень стандарту : підручник / ред.: М. Зубченко, О. Мовчан ; іл. В. Марушинця. 1052-ге вид. Київ : Генеза, 2010. 192 с.
5. Куліш О., Доброштан Н. Вікові особливості у дослідженнях видів і процесів пам'яті. *Вісник Львівського університету. Серія психологічні науки*. 2020. № 7. С. 37–44.
6. Організація навчання: види та форми. реферат. *Освіта.UA*. URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/pedagog/14740>
7. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти : Постанова Каб. Міністрів України від 23.11.2011 № 1392 : станом на 1 верес. 2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-п#Text>
8. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 № 2145-VIII : станом на 31 жовт. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>
9. Рубцов М., Муртазієв Е., Рубцова Н. Методика вибору статистичного критерію та його застосування до результатів педагогічного

- експерименту. *Науковий вісник мелітопольського державного педагогічного університету*. 2018. Т. 2, № 21. С. 164–172.
10. Самойленко О., Голденко Д. Оптимізація процесів запам'ятовування. Збірник наукових праць за матеріалами II міжнародної науково-практичної конференції "Вища технічна освіта XXI ст.: виклики, проблеми, перспективи". 2024. С. 127–129.
11. Середнє арифметичне і стандартне відхилення. *Stud*. URL: https://stud.com.ua/170819/pedagogika/serednye_arifmetichne_standartne_vidhilennya
12. Сиротюк В. Фізика 10. Рівень стандарту : підручник / координатор О. Ляшенко. Київ : Генеза, 2018. 256 с.
13. Система методів і методика педагогічного дослідження. *Pidru4niki*. URL: [https://pidru4niki.com/17681209/pedagogika/sistema_metodiv_metodika_pedagogichnogo_doslidzhennya?](https://pidru4niki.com/17681209/pedagogika/sistema_metodiv_metodika_pedagogichnogo_doslidzhennya)
14. Трубачева С. Можливості шкільного підручника у реалізації педагогічних технологій в старшій школі. Проблеми сучасного підручника. 2018. № 21. С. 404–409.5.
15. Фізика 10 клас. Рівень стандарту : підручник / В. Бар'яхтар та ін. ; координатор В. Локтєв ; іл. В. Хорошенко. Харків : Ранок, 2018. 272 с.
16. Хмаринка Science. 11. нейронаука. частина 2 - роберт сапольські, 2022. *YouTube*. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=oTG177RJUOc>
17. Як скласти план-конспект уроку? Які його компоненти є обов'язковими?. *Головна*. URL: <https://www.b11.rv.ua/index.php/23-vchitelyam/metodichni-rekomendatsiji/48-yak-sklasti-plan-konspekt-uroku-yaki-jogo-komponenti-e-obov-yazkovimi?>
- 18.4.2. психофізіологія пам'яті - *studentam.net.ua*. Авторські реферати, курсові та кваліфікаційні роботи. Онлайн-бібліотека підручників - *Studentam.net.ua*. URL: <https://studentam.net.ua/content/view/10744/86>

- 19.21. коефіцієнт кореляції пірсона: правила обчислення та інтерпретації.
кореляційне відношення. *StudFiles*.
URL: <https://studfile.net/preview/9290218/page:7>
- 20.61. поняття про пам'ять: основні процеси, механізми, види. *StudFiles*.
URL: <https://studfile.net/preview/5644059/page:43/>
21. Baddeley A. Working memory: looking back and looking forward. *Nature reviews neuroscience*. 2003. Vol. 4, no. 10. P. 829–839.
22. Masters G. N. A rasch model for partial credit scoring. 1982. Vol. 47, no. 2. P. 149–174.
23. Miller G. A. "The magical number seven, plus or minus two". *The psychological review*,. 1956. Vol. 63, no. 2. P. 81–97.
24. Roediger H. L., Karpicke J. D. "Test-Enhanced learning: taking memory tests improves long-term retention". *Psychological science*. 2006. Vol. 17, no. 3. P. 249–255.
25. Sweller J. Cognitive Load Theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and instruction*. 1994. Vol. 4, no. 4. P. 295–312.
26. *Wikimedia Commons*.
URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e9/Synapse_Illustration_uk.svg/330px-Synapse_Illustration_uk.svg.png

Додатки

Додаток А

Розробка уроку до теми: Сила. Маса. Другий і третій закон Ньютона

Тема: Сила. Маса. Другий та третій закон Ньютона.

Клас: 10-й.

Тип уроку: комбінований – пояснення нового матеріалу, демонстраційний блок та перевірка вивченого.

Тривалість: 45 хвилин.

Мета уроку:

- Освітня. Ознайомитись з поняттям сили і маси, сформулювати та пояснити другий і третій закон Ньютона, показати застосування законів у використанні в задачах та в повсякденному житті.

- Розвивальна. Розвинути вміння розв'язувати задачі, які відносяться до фізичних ситуацій, навчити будувати прості математичні моделі, формувати навички експерименту і інтерпретації результатів.

- Виховна (психолого - соціальна). Формувати довіру у класному колективі, підтримувати емоційну стійкість учнів під час навчання у стресових умовах.

Бажані очікувані результати:

1. Учень має вміти визначати силу і масу, наводити приклади з життєвих ситуацій.

2. Учень має формулювати закони Ньютона власними словами.

3. Учень має застосовувати формули для розв'язування задач.

4. Учень має пояснювати явища взаємодії тіл через третій Закон.

5. Учень має усвідомити, як повторення та емоційна замученість напряду впливають на запам'ятовування.

Обладнання та матеріали:

1. Проектор і ноутбук для демонстрації анімацій або коротких відео тривалість по 1-2 хвилини.
2. Набір для демонстрації: легкий візок на колесах, набір вантажків, динамометр, пружинка.
3. Похила площина (може бути фанера, дошка з підкладкою), метр, секундомір (таймер у телефоні).
4. Набір карточок – сценаріїв для групової роботи (5 варіантів), де містяться життєві ситуації на застосування законів Ньютона, повторення попереднього матеріалу.
5. Бланки “ментальна картка” - листки самооцінки емоційного стану учня, які застосовуються протягом цілого уроку.
6. Олівці, маркери та листки для запису “чанкінгу” інформації.

Хід уроку

Організація та налаштування.

- Привітання з класом та виконання вправи “Дихання 4 на 4”, де учні 4 секунди вдихають повітря, а пізніше видихають 4 секунди. Це сприяє значному зниженню рівня тривожності та збудження.
- Швидке опитування щодо рівня уваги, вчитель просить оцінити від 1 до 5 та занести у ментальний бланк.

Такою організацією педагог зможе знизити емоційний шум у класі та підготувати робочу пам'ять учнів.

Мотивація.

- Демонстрація короткої анімації, яка показує як сила може змінювати рух та приклади з побуду.
- Повідомлення цілі уроку та сенсу “чанкінгу”, де будуть розібрані поняття маси і сили, взаємовплив тіл одне на одного.

Актуалізація знань. (5 хв)

- Швидке опитування попереднього матеріалу.

- Учні працюють групами, що в свою чергу, посилює соціальну взаємодію, згладжує стресові ситуації та допомагає заробити додаткові бали.

Подача нового матеріалу (15-18 хв), який попередньо було розбито на “чанки”.

Чанк 1. Поняття сили та маси (6-7 хв).

Сила – міра взаємодії тіл, яка характеризується числовим значенням, тобто модулем, напрямом і точкою прикладання.

Позначається літерою \vec{F} та вимірюється в ньютонах (Н). Один ньютон – це сила, яка за одну секунду змінює швидкість тіла масою 1 кг на $1 \frac{m}{c}$.

Сила може викликати зміну швидкості тіла або ж його деформацію.

Основні характеристики сили:

- Сила має не тільки величину, але й напрямок.
- Модуль визначає інтенсивність сили.
- Точка прикладання – це місце, куди прикладена сила.

Проте, під час взаємодії тіл швидкість руху може бути змінена, тоді силі приписують певний напрям, який буде збігатись з напрямом прискорення, яке тіло набуває через взаємодію.

Рівнодійна сили – це сила, яка чинити на тіло такий самий ефект, як і кілька сил одночасно діючих сил. Вона дорівнює векторній сумі всіх сил, що діють на тіло, а її напрямок вказує напрямок тіла.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = \sum \vec{F}$$

Також варто зауважити, що різні тіла реагують по різному на ту ж саму дію.

Інертність – це властивість тіла, яка полягає у тому, що для зміни його швидкості потрібен час. Чим більше маса тіла, тим воно інертніше.

Маса m – це фізична величина, яка є мірою інертності та гравітації тіла.

Одиниця маси в СІ – кілограм. $m = 1 \text{ kg}$.

Основні властивості маси:

- Маса тіла не залежить від вибору системи відліку і від швидкості руху тіла.
- Маса тіла дорівнює сумі усіх частинок, з яких складається тіло.
- У класичній механіці виконується закон збереження маси.

Якщо на два тіла, масами m_1 і m_2 діятимуть однакові сили, то визначивши прискорення цих тіл, набутими в результаті дії цих сил, можна порівняти їх маси:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}.$$

Демонстрація: учитель спочатку тягне пустий візочок, потім із вантажем та в обох випадках вимірює силу динамометром. Учні формують висновок та записують у зошиті.

Чанк 2. Другий закон Ньютона, його пояснення та розрахунок (6-7 хв).

Прискорення, якого набуває тіло, прямо пропорційне прикладеній силі і спрямоване в тому ж напрямку.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}.$$

Прискорення завжди напрямлене так, як і сила, що його викликала.

Другий закон Ньютона виконується виключно в інерціальних системах відліку.

Демонстрація: Штовхають візок з відомою силою, але різною масою. Такий дослід показує зміну прискорення. Учні формують висновок, проводять вимірювання та записують дані у зошит.

Коротке практичне завдання (у групах): учні обчислюють прискорення для двох мас за виміряною силою.

Під час дослідів дві кульки масами $m_1 = 0,5$ кг і $m_2 = 1,5$ кг діють однаковою силою $F = 3$ Н. Знайти прискорення кожного тіла. Яке тіло отримає більше прискорення?

$m_1 = 0,5 \text{ кг}$
$m_2 = 1,5 \text{ кг}$
$F = 3 \text{ Н}$
<hr/>
$a_1 - ?$
$a_2 - ?$

Запишемо другий закон Ньютона:

$$a = \frac{F}{m}$$

Для першого тіла

$$a_1 = \frac{F}{m_1} = \frac{3}{0,5} = 6 \text{ м/с}^2$$

Для другого тіла

$$a_2 = \frac{F}{m_2} = \frac{3}{1,5} = 2 \text{ м/с}^2$$

Більше прискорення має тіло меншої маси.

Оскільки кожна група виконує не більше двох обчислень, їх робоча пам'ять є сконцентрованою і обмеженою.

Чанк 3. Третій закон Ньютона (4-5 хв)

Закон дії і протидії стверджує, що сили взаємодії двох тіл завжди рівні за величиною та протилежні за напрямком і спрямовані вздовж однієї осі в протилежні сторони.

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Наведення прикладу з життя – людина сидить у човні і штовхає його, тоді човен буде від'їжджати.

Додатково потрібно після кожного чанку приділяти 20-30 секунд на повторення ключової фрази у голос. Такий спосіб викликає у мозку учня повторення та емоційне залучення.

Закріплення і застосування.

- Робота у групах: кожна команда отримує картку ситуацію, де учні повинні визначити потрібний закон для застосування та скласти коротке пояснення на 2-3 речення.
- Після опрацювання карток, учні презентують свої результати.

Рефлексія і формувальна перевірка.

- Короткий тест на 3 запитання.

А) Визначити силу, якщо $m = 3 \text{ кг}$ і прискорення 2 м/с^2

Б) Написати другий і третій закони Ньютона своїми словами.

В) Написати один чинник, який зменшив ефективність запам'ятовування на уроці.

Домашнє завдання.

- Розв'язати задачі:

А) На тіло масою 4 кг діє сила 10 Н. Обчислити прискорення тіла, якщо сила тертя рівна 2 Н.

Б) Два ковзні тіла – брусок і візок взаємодіють одне з одним. Брусок масою 1 кг діє на візок силою 3 Н. З якою силою візок діє на брусок? Якою буде природа цих сил?

- Підготувати коротке відео про застосування закону Ньютона у реальному житті (на вибір).

- Перевірити, та в разі пропущеного, заповнити ментальну карту.

Контроль знань та критерії оцінювання.

Формувальний контроль, що відбувається на уроці.

- Усні відповіді під час актуалізації знань оцінюються до 2-х балів.

- Групова робота дає змогу учням отримати від 0 до 3-х балів за критеріями правильності, співпраці, ясності викладу.

- Тестування оцінюється у 0-5 балів.

Варіанти диференціації для подальших практичних завдань.

- Для слабших учнів – зменшити кількість обчислень, надати готові проміжні кроки, запропонувати роботу у парах.

- Для сильніших учнів – запропонувати завдання з додатковими ускладненнями, або написати короткий науково – популярний коментар на дану тему.

Методичне обґрунтування.

- Чанкінг дозволяє тримати навантаження робочої пам'яті учня в межах до 7-ми одиниць.

- Мультисенсорні стимули, такі як, демонстрація, групова робота і вербальне формулювання підсилюють формування закріплення матеріалу у пам'яті.

- Робота у командах сприяє соціальній підтримці і зниженню рівня тривоги що важливо в умовах сьогодення.

Додаток В

КАРТКА 1. ГАЛЬМУВАННЯ АВТОБУСА

СИТУАЦІЯ: АВТОБУС РІЗКО
ЗАГАЛЬМУВАВ, ПАСИЖИРИ
НАХИЛИЛИСЬ УПЕРЕД.

ЗАПИТАННЯ 1. ЯКИЙ ЗАКОН НЬЮТОНА
ПОЯСНЮЄ ЦЕ ЯВИЩЕ?

ЗАПИТАННЯ 2. ЩО ТАКЕ ІНЕРЦІЯ?



КАРТКА 2. ВІДШТОВХУВАННЯ ЧОВНІВ

СИТУАЦІЯ: ДВОЄ ЛЮДЕЙ СТОЯТЬ
НА РІЗНИХ ЧОВНАХ І
ВІДШТОВХУЮТЬСЯ ОДИН ВІД
ОДНОГО. ЧОВНИ ПОЧИНАЮТЬ
РУХАТИСЬ У ПРОТИЛЕЖНІ
СТОРОНИ.

ЗАПИТАННЯ 1. ЯКИЙ ЗАКОН НЬЮТОНА
ІЛЮСТРУЄ ДАНА СИТУАЦІЯ?

ЗАПИТАННЯ 2. ЯК ПОЗНАЧАЮТЬ СИЛУ І
ФІЗИЦІ ТА ЯК ЇЇ ВИМІРЮЮТЬ?



КАРТКА 3. АВТОМОБІЛЬ І ПРИСКОРЕННЯ

СИТУАЦІЯ: АВТОМОБІЛЬ МАСОЮ
1000 КГ ЗА 5 СЕКУНД НАБИРАЄ
ШВИДКІСТЬ 10 М/С.

ЗАПИТАННЯ 1. ЯКИЙ ЗАКОН НЬЮТОНА
ПОТРІБНО ВИКОРИСТАТИ, ЩОБ
ОБЧИСЛИТИ СИЛУ, З ЯКОЮ ДВИГУН ДІЄ
НА АВТО?

ЗАПИТАННЯ 2. ЯК ЗНАЙТИ ПРИСКОРЕННЯ,
ЯКЩО ВІДОМІ ПОЧАТКОВА І КІНЦЕВІ
ШВИДКОСТІ ТА ЧАС.



КАРТКА 4. КИДАННЯ М'ЯЧА

СИТУАЦІЯ: ДИТИНА КИДАЄ М'ЯЧ
УПЕРЕД. У МОМЕНТ КИДКА РУКА
ДІЄ НА М'ЯЧ, А ПОТІМ ВІН ЛЕТИТЬ
САМОСТІЙНО.

ЗАПИТАННЯ 1. ЯКИЙ ЗАКОН НЬЮТОНА
ПОЯСНЮЄ РУХ М'ЯЧА ПІСЛЯ ТОГО, ЯК ВІН
ЗАЛИШИВ РУКУ?

ЗАПИТАННЯ 2. ЯКУ СИЛУ ВИКОНУЄ ЗЕМЛЯ
НА М'ЯЧ ПІД ЧАС ПОЛЬОТУ?



КАРТКА 5. КОВЗАННЯ САНЧАТ

**СИТУАЦІЯ: ДИТИНА ТЯГНЕ
САНЧАТА ЗА МОТУЗКУ ПІД КУТОМ
ДО ГОРИЗОНТУ. САНЧАТА
РУХАЮТЬСЯ РІВНОМІРНО.**

**ЗАПИТАННЯ 1. ЯКИЙ ВИСНОВОК МОЖНА
ЗРОБИТИ ПРО СИЛИ, ЩО ДІЮТЬ НА
САНЧАТА?**

**ЗАПИТАННЯ 2. ЯК НАЗИВАЄТЬСЯ СИЛА,
ЩО ВИНИКАЄ ПРИ КОВЗАННІ ТІЛА ПО
ПОВЕРХНІ?**



Додаток С

Мій стан на уроці

Тема: _____

Дата: _____

Ім'я: _____

Оцінити рівень уваги на уроці від 1 до 5ти: _____

Як ти зрозумів (-ла) тему:

- Розумію всі закони Ньютона і можу наводити приклади.
- Розумію частково, потрібно ще раз повторити.
- Мені складно, потрібна допомога.

Емоційний стан під час уроку:

- Натхнено
- Спокійно
- Звичайно
- Втомлено
- Роздратовано

Самооцінка активності:

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Найцікавіше відкриття сьогодні:

Що потрібно повторити або запитати у вчителя:

Додаток D

Розробка уроку до теми: Гравітаційне поле. Сила тяжіння

Тема: Гравітаційне поле. Сила тяжіння

Клас: 10-й

Тип уроку: вивчення нового матеріалу з елементами дослідження.

Тривалість 45 хвилин.

Мета уроку:

- Освітня. Сформувати уявлення про гравітаційне поле як особливу форму матерії, що існує навколо усіх тіл. Пояснити суть закону всесвітнього тяжіння. Ввести поняття сили тяжіння як прояв взаємодії біля поверхні Землі.

- Розвивальна. Розвивати критичне мислення, вміння встановлювати причинно – наслідкові зв'язки, тренувати навички саморефлексії через ментальний бланк.

- Виховна. Формувати науковий світогляд, зацікавленість природними явищами, підтримувати емоційний комфорт, атмосферу взаємоповаги.

Бажані очікувані результати:

1. Учень має пояснювати, що таке гравітаційне поле.
2. Учень має формулювати закон всесвітнього тяжіння.
3. Учень повинен вміти обчислювати силу тяжіння.

Обладнання та матеріали:

1. Проектор і ноутбук для демонстрації анімацій або коротких відео тривалість по 1-2 хвилини.

2. Набір для демонстрації: глобус, кулька важка та легка, демонстраційні ваги.

3. Набір карточок – сценаріїв для групової роботи (5 варіантів), де містяться життєві ситуації з даної теми та повторення попереднього матеріалу.

4. Бланки “ментальна картка” - листки самооцінки емоційного стану учня, які застосовуються протягом цілого уроку.

5. Олівці, маркери та листки для запису “чанкінгу” інформації.

Хід уроку

Організація та налаштування.

- Привітання з класом та виконання вправи “Дихання 4 на 4”, де учні 4 секунди вдихають повітря, а пізніше видихають 4 секунди. Це сприяє значному зниженню рівня тривожності та збудження.

- Швидке опитування щодо рівня уваги, вчитель просить оцінити від 1 до 5 та занести у ментальний бланк.

Такою організацією педагог зможе знизити емоційний шум у класі та підготувати робочу пам'ять учнів.

Мотивація.

- Демонстрація короткої анімації, яка показує падіння двох тіл різної маси.

- Повідомлення цілі уроку та сенсу “чанкінгу”, де будуть розібрані основні поняття.

Актуалізація знань. (5 хв)

- Швидке опитування попереднього матеріалу.

- Учні працюють групами, що в свою чергу, посилює соціальну взаємодію, згладжує стресові ситуації та допомагає заробити додаткові бали.

Подача нового матеріалу (15-18 хв), який попередньо було розбито на “чанки”.

Чанк 1. Гравітаційна взаємодія

Гравітаційна взаємодія – це взаємне притягання усіх сил, які мають масу. Вона є універсальною, тобто діє між усіма об'єктами у Всесвіті.

Гравітаційна взаємодія працює так, що обидва тіла притягують одне одного з однаковою силою.

Сила гравітаційної взаємодії прямопропорційна добутку мас цих тіл.

Учитель наводить приклад падіння тіл на Землю, рух планет навколо Сонця, утримання атмосфери біля Землі.

З психологічної точки зору, стартовий теоретичний блок базується на знайомих явищах, що викликає інтерес в учнів, не викликаючи тривоги.

Чанк 2. Закон всесвітнього тяжіння.

Ключова ідея полягає в тому, що сила притягання між двома тілами залежить від їх мас та відстані між ними.

Закон Всесвітнього тяжіння відкрив І. Ньютон у XVII ст.

Усі тіла у Всесвіті притягуються одне до одного з силою, що прямо пропорційна добутку їх мас і обернено пропорційна квадрату відстані між ними.

$$F = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}, \text{ де}$$

F – сила тяжіння (Н),

m_1, m_2 – маси тіл (кг),

r – відстань між центрами тіл (м),

G – гравітаційна стала.

Потрібно пам'ятати, що сила завжди напрямлена вздовж прямої, що з'єднує центри тіл.

Наслідки із закону:

1. Чим більші маси тіл, тим більшою буде сила тяжіння.
2. Чим більшою буде відстань, тим меншою буде сила (це називається квадратичною залежністю).

В одному чанку знаходиться лише одна формула та дві логічні залежності, що зменшує ризик перенавантаження та дозволяє зосередитись на основній теорії, а не на “зазубрювання”.

Чанк 3. Гравітаційна стала

Гравітаційна стала – це універсальна константа, що визначає силу тяжіння між будь-якими тілами.

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Н} \times \text{м}^2 / \text{кг}^2$$

Стала показує, якою буде сила тяжіння між двома тілами масою 1 кг, розташовані на відстані 1 м.

Потрібно врахувати, що гравітаційна взаємодія є найслабшою з усіх фундаментальних сил природи. Її вперше виміряв англійський учений Генрі Кавендіш.

Конкретна подача, приклад та формула допомагає учням усвідомити абстрактну константу.

Чанк 4. Сила тяжіння поблизу Землі.

Закон Ньютона проявляється на поверхні Землі як сила тяжіння

$$F = m \times g$$

Нехай одним тілом буде Земля, масою M та радіусом R . Тоді силу взаємодії між Землею і тілом масою m можна записати:

$$F = G \frac{m \times M}{(R + h)^2}, \text{ де}$$

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \frac{H \times M^2}{\text{кг}^2} - \text{гравітаційна стала.}$$

Можна вивести формулу для обчислення прискорення вільного падіння:

$$g = G \frac{M}{(R+h)^2}.$$

- Прискорення вільного падіння не залежить від будь-якої маси тіла.
- Прискорення вільного падіння може зменшуватись, якщо тіло підіймають над поверхнею Землі.
- Якщо тіло перебуває на поверхні Землі, або поблизу неї, прискорення вільного падіння можна обчислити за формулою:

$$g_0 = G \frac{M}{R^2}.$$

Для прикладу можна навести коротку задачу на обчислення для тіла масою 5 кг.

Знайома формула з попереднього матеріалу створює відчуття комфорту та мотивації і зменшує тривожність при вивченні даної теми.

Чанк 5. Перша космічна швидкість.

Це швидкість, з якою тіло може обертатись навколо Землі, не падаючи на неї.

Для того, щоб тіло рухалось навколо Землі по колу, сила тяжіння повинна дорівнювати доцентровій силі:

$$\frac{m \times v^2}{R} = G \frac{m \times M}{R^2}.$$

Після скорочення, отримуємо

$$v = \sqrt{\frac{G \times M}{R + h}}.$$

Перша космічна швидкість поблизу поверхні Землі:

$$v = 7,9 \times 10^3 \text{ м/с}.$$

Прикладами можуть слугувати штучні супутники Землі.

Фінальний чанк інтегрує попередні знання, що створює ефект успіху та активує дофамінову систему, тобто задоволення від розуміння матеріалу.

Закріплення і застосування:

- Що називають гравітаційною взаємодією?
- Як формується закон Всесвітнього тяжіння?
- Що показує гравітаційна стала?
- Чому тіла на орбіті не падають на Землю?

Вчитель просить пояснювати нові знання своїми словами, це підтримує впевненість і знижує навчальну тривогу.

- Обчислити силу тяжіння між двома кулями масою 10 кг, якщо відстань між ними 2 м.
- Яка сила тяжіння діє на тіло масою 60 кг на поверхні Землі?

Рефлексія. Учні відповідають за бажанням.

- Що я сьогодні зрозумів найкраще?
- Що було складним?
- Як я можу їх застосувати у житті?

Домашнє завдання:

- Повторити теоретичний матеріал теми, завершити ментальну карту.
- Розв'язати задачі з підручника (по якій навчаються учні).
- Створити мініпостер на тему "Гравітація у Всесвіті", де потрібно використати 5 ключових понять з карти.

Розробка уроку на тему: Сила пружності. Вага тіла.

Тема: Сила пружності. Вага тіла.

Клас: 10-й

Тип уроку: вивчення нового матеріалу з елементами дослідження.

Тривалість 45 хвилин.

Мета уроку:

- Освітня. Сформувати цілісне поняття про деформацію, силу пружності, закон Гука та вигляди деформацій. Розкрити поняття ваги тіла, показати відмінність між вагою та силою тяжіння. Пояснити умови зміни ваги та сутність стану невагомості.
- Розвивальна. Розвивати навички структурування інформації, формувати оперативну увагу, вміння працювати з своєю свідомістю, порівнювати явища та робити висновки.
- Виховна. Виховувати інтерес до фізичного експерименту та наукового мислення. Сприяти розвитку культури безпечного експериментування та відповідального ставлення до обладнання.

Бажані очікувані результати:

1. Учень має пояснювати, що таке деформація та відрізняти пружну і непружну деформації.
2. Учень має формулювати та застосовувати закон Гука.
3. Учень має визначати поняття ваги тіла і розрізняти силу тяжіння і вагу.
4. Учень має розкривати фізичну сутність явища невагомості і неводити приклади виникнення.

Обладнання та матеріали:

1. Набір пружин різної жорсткості.
2. Динамометр, набір вантажків.
3. Гумові стрічки або канцелярські резинки, лінійка.
4. Коротка анімація чи відео фрагмент дослідів.
5. Набір карточок – сценаріїв для групової роботи (5 варіантів), де містяться життєві ситуації з даної теми та повторення попереднього матеріалу.
6. Бланки “ментальна картка” - листки самооцінки емоційного стану учня, які застосовуються протягом цілого уроку.
7. Олівці, маркери та листки для запису “чанкінгу” інформації.

Хід уроку

Організація та налаштування.

- Привітання з класом та виконання вправи “Дихання 4 на 4”, де учні 4 секунди вдихають повітря, а пізніше видихають 4 секунди. Це сприяє значному зниженню рівня тривожності та збудження.
- Швидке опитування щодо рівня уваги, вчитель просить оцінити від 1 до 5 та занести у ментальний бланк.

Такою організацією педагог зможе знизити емоційний шум у класі та підготувати робочу пам'ять учнів.

Мотивація.

- Демонстрація короткої анімації, яка показує види деформації.
- Повідомлення цілі уроку та сенсу “чанкінгу”, де будуть розібрані основні поняття.

Актуалізація знань. (5 хв)

- Швидке опитування попереднього матеріалу.
- Учні працюють групами, що в свою чергу, посилює соціальну взаємодію, згладжує стресові ситуації та допомагає заробити додаткові бали.

Подача нового матеріалу (15-18 хв), який попередньо було розбито на “чанки”.

Чанк 1. Що таке деформація?

Деформація – це зміна форми або ж розмірів тіла під дією сили.

Деформація буває:

- Пружною (та, що повністю зникає після припинення дії зовнішніх сил).
- Пластичною (та, яка зберігається після припинення дії).

За характером зміщення також розрізняють:

- Стиснення.
- Розтягнення.
- Зсуву.
- Вигину.
- Кручення.

Видовження – це фізична величина, що дорівнює зміні довжини тіла під час деформації стиснення або розтягнення.

$$\Delta l = l - l_0, \text{ де}$$

l – довжина тіла, яке деформоване.

l_0 – стартова довжина тіла.

Потрібно пам'ятати, що усі прояви сили пружності починаються з деформації.

Вчитель показує міні-дослід, де потрібно розтягнути гумку. Учні бачать, що вона повертається назад та формують висновок, записують у зошит.

Чанк 2. Сила пружності. Природа та напрям.

Сила пружності завжди виникає при пружній деформації, яка завжди спрямована проти деформування.

Позначається $\vec{F}_{\text{пруж}}$.

Вона може виникати у твердих тілах, рідинах та газах.

Учитель показує приклад, потягнувши пружину. Учні фіксують, що напрямок сили є протилежним руху руки.

Чанк 3. Закон Гука.

У випадку малих пружних деформацій стиснення або розтягнення, сила пружності є прямо пропорційною видовженню тіла:

$$\vec{F}_{\text{пруж}} = -kx,$$

де знак $-$ показує, що сила пружності напрямлена протилежно до видовження.

Закон Гука також маж запис і за допомогою модуля:

$$F_{\text{пруж}} = k|x| = k|\Delta l|,$$

де $x = \Delta l$ видовження.

Коефіцієнт пропорційності k називається жорсткістю тіла:

$$k = \frac{F_{\text{пруж}}}{|x|}, [k] = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

Жорсткість тіла – це характеристика, яка не залежить від сили пружності і від видовження тіла. Вона залежить від властивостей матеріалу, форми тіла та розміру.

Сила нормальної реакції опори \vec{N} – завжди перпендикулярна до поверхні опори.

Сила натягу підвісу \vec{T} – завжди діє вздовж нитки чи пружини.

Вага тіла P – це сила, з якою тіло тисне на опору або натягує підвіс.

Якщо тіло перебуває у стані спокою або рухається рівномірно прямолінійно, то вага тіла буде рівна за модулем силі тяжіння.

Вчитель пояснює дітям, що вага не дорівнює силі тяжіння, і наводить приклад: учень кладе підручник на руку і відчуває тиск – це і є вага.

Вага також залежить від взаємодії тіла з опором чи підвісою.

Чанк 4. Чому вага тіла змінюється.

Якщо тіло рухається з прискоренням, то вага тіла буде змінюватись:

Якщо вгору з прискоренням, то $P = mg + ma$.

Якщо вниз з прискоренням, то $P = mg - ma$.

Якщо вільне падіння, то $P = 0$.

До прикладу, вчитель пропонує учням описати відчуття у ліфті при підйомі, спуску.

Чанк 5. Невагомість.

Невагомість – це стан, коли тіло не тисне на опору. Воно виникає при вільному падінні.

Прикладом можуть слугувати астронавти на МКС, які перебувають у постійній невагомості, хоч на них і діє гравітація.

Закріплення і застосування:

- Пружину розтягнули на 4 см, $k = 30$ Н/м. Знайти силу пружності.
- Людина з масою 70кг у ліфті рухається вниз з прискоренням $1,5$ м/с². Яка вага?
- Чому астронавти “плавають” у космічному кораблі?

Рефлексія. Учні відповідають за бажанням.

- Що сьогодні було особливо складним?
- Що було найбільш зрозумілим?
- Де в реальності можна побачити силу пружності або зміну ваги?

Домашнє завдання:

- Виконати вправи, які дає вчитель в залежності від навчального підручника.
- Доробити ментальний бланк.
- Знайти два приклади зміни ваги у повсякденному житті та зробити фото/відео.