

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка

Кафедра фізико-математичної освіти та інформатики

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Тема: «Методика вивчення розділу “Атомна та ядерна фізика” в 11 класах закладів загальної середньої освіти в умовах дистанційного навчання»

Виконала:

магістрантка 62М-Ф групи
факультету природничої і фізико-
математичної освіти
Крук Марія Русланівна

Спеціальність:

014 Середня освіта Предметна
спеціальність 014.08 Середня освіта
(Фізика)

Науковий керівник:

кандидат педагогічних наук, доцент
Рябко Андрій Вікторович

Дата захисту: « » 2023 р.

Національна оцінка _____

Кількість балів: _____

Оцінка ECTS _____

Підписи членів ДЕК:

Зміст

Зміст.....	2
Вступ.....	4
Розділ 1. Теоретичні засади вивчення фізики в старших класах закладу загальної середньої освіти в умовах дистанційного навчання	11
1.1. Дидактичні передумови використання дистанційних технологій в навчальному процесі.....	11
1.1.1. Моделі дистанційного навчання	16
1.1.2. Інформаційні технології в дистанційній освіті	23
1.1.3. Структура навчальної демонстрації.....	26
1.1. Чат-боти у дистанційному навчанні фізики	28
1.1.1. Чат – бот підтримки розв’язування задач з фізики	37
1.2. Висновки до розділу	45
Розділ 2. Методика вивчення розділу "Атомна і ядерна фізика" в 11 класі в умовах дистанційного навчання із застосуванням ІКТ	46
2.1.1. Дослід Резерфорда. Постулати Бора. Енергетичні рівні атома .	46
2.1.2. Види спектрів. Основи спектрального аналізу	52
2.1.3. Квантово-оптичні генератори (лазери).....	57
2.1.4. Протонно-нейтронна модель атомного ядра. Ядерні сили. Енергія зв’язку атомних ядер.....	63
2.1.5. Радіоактивність. Основний закон радіоактивного розпаду	69
2.1.6. Експериментальна робота «Моделювання радіоактивного розпаду»	76
2.1.7. Отримання та застосування радіонуклідів. Методи реєстрації іонізуючого випромінювання	79
2.1.8. Експериментальна робота № 9. Дослідження треків заряджених частинок за фотографіями	85
2.1.9. Ланцюгова ядерна реакція поділу ядер Урану. Термоядерні реакції.....	88

2.1.10. Елементарні частинки.....	96
2.1.11. Тематичне оцінювання з теми «Атомна та ядерна фізика»...	101
2.1.12. Навчальні проєкти	104
2.2. Дослідно-експериментальна перевірка результатів дослідження .	106
2.3. Висновки до розділу	114
Висновки.....	117
2.4. Додаток А	119
Література	123

Вступ

Актуальність теми. Попри постійні атаки окупантів, в українській школі продовжується освітній процес, освітяни спільними зусиллями долають всі виклики, які постають перед ними. Чимало закладів загальної середньої освіти вимушені періодично або постійно проводити заняття у дистанційній формі.

Дослідження дистанційної освіти на основі досвіду країни, що перебуває у стані відкритої війни, у сучасній європейській та американській педагогічній думці не досліджено. Оскільки таких прецедентів у XXI столітті не було. З цієї причини пошук відповідей на виклики дистанційного навчання в українських реаліях може стати певною матрицею для вирішення подібних ситуацій в інших державах. Таким чином, такий аналіз є важливою дослідницькою проблемою, яка досі не мала синтетичного вирішення.

Освіта є основним правом, яке заслуговує кожна дитина, незалежно від обставин. Проте в умовах війни доступ до освіти може бути серйозною проблемою. Війна може створити руйнування, хаос і переміщення, через що дітям буде важко ходити до школи. Але важливість освіти залишається значною під час війни, оскільки вона допомагає дітям подолати травму війни та готує їх до кращого майбутнього.

Навчання в умовах війни стикається з численними перешкодами. Школи можуть бути пошкоджені або зруйновані, що ускладнить або унеможливить відвідування уроків дітьми. Вчителі можуть бути переміщені або недоступні через проблеми безпеки. Батьки можуть бути не в змозі оплатити витрати на освіту, оскільки їм важко задовольнити основні потреби, такі як їжа та житло. Крім того, у зонах конфлікту дітям може загрожувати викрадення, вербування до збройних груп та інші форми насильства.

Незважаючи на ці виклики, освіта є важливою під час війни. Освіта дає дітям знання та навички, необхідні для того, щоб впоратися з травмою війни. Це також допомагає їм підтримувати відчуття нормального життя та дає

надію на краще майбутнє. Освіта також може допомогти запобігти вербуванню дітей у збройні групи, надаючи їм альтернативний шлях до кращого життя.

Щоб забезпечити освіту в умовах війни, уряди, неурядові організації та окремі люди повинні працювати разом, щоб подолати перешкоди. Перш за все, безпека має бути головним пріоритетом. Школи мають бути захищені від пошкоджень, а вчителі повинні отримати необхідну підготовку та підтримку для роботи в небезпечних умовах. Батькам необхідно надати фінансову допомогу, необхідну для того, щоб відправити своїх дітей до школи, а громадам мають бути надані ресурси, необхідні для відновлення та утримання шкіл.

Крім того, інноваційні підходи до освіти, такі як мобільні школи, можна використовувати для охоплення дітей у віддалених або небезпечних районах. Навчальні онлайн-платформи також можуть стати цінним джерелом освіти під час війни, особливо коли фізичні школи неможливі. Радіо- та телепрограми також можна використовувати для надання освітнього контенту дітям, які не можуть відвідувати школу особисто.

Насамкінець важливо надавати психосоціальну підтримку дітям під час війни. Травма війни може мати значний вплив на психічне здоров'я дітей, і освіта може бути ефективним способом вирішення цієї проблеми. Школи можуть надавати консультаційні послуги, а вчителів можна навчити виявляти та підтримувати дітей, які відчувають емоційні труднощі.

Підсумовуючи, освіта є важливою частиною життя кожної дитини, навіть під час війни. Незважаючи на існуючі перешкоди, важливо забезпечити освіту дітей у зонах конфлікту. Роблячи це, ми можемо допомогти їм впоратися з травмою війни, дати їм відчуття нормальності та надії, а також дати їм інструменти, необхідні для побудови кращого майбутнього для себе та своїх громад.

У зв'язку з цим актуальною є проблема ефективного застосування інформаційно-комунікаційних технологій у процесі дистанційного навчання, зокрема, й фізики.

Водночас, існує певна суперечність між дидактичним потенціалом інформаційних технологій дистанційного навчання та їх практичним використанням у навчально-виховному процесі з фізики у старшій школі. Недостатнє теоретичне і практичне вивчення проблеми зумовили вибір теми дослідження: **«Методика вивчення розділу "Атомна і ядерна фізика" в 11 класі закладу загальної середньої освіти в умовах дистанційного навчання»**

На сьогодні досліджено такі аспекти: шляхи підвищення ефективності навчання з використанням інформаційних технологій (В.Ю. Биков, М.І. Жалдак, Ю.О. Жук, О.І. Іваницький, В.І. Клочко, Н.В. Морзе, Ю.С. Рамський, В.І. Сумський) педагогічні підходи до комп'ютеризації навчального процесу (Б.С. Гершунський, Є.І. Машбиць, І.П. Підласий, П.Б. Полянський [50]); дидактичні властивості комп'ютерних засобів (Є.С. Полат [49]); теорія і практика модульного навчання (В. Огнев'юк, О. Фурман); теорія і практика особистісно-орієнтованого навчання (І.Д. Бех, С.І. Подмазін, І.С. Якиманський, В.В. Рибалка); педагогічні положення про активізацію навчальної діяльності (А.Ф. Есаулов, В. Лозова, М.І. Махмутов, В.Т. Оконь, І.Ф. Харламов, Т.І. Шамова, Г.І. Щукіна); методи творчого навчання за допомогою телекомунікаційних засобів (Г.А. Андріанова, А.П. Кудін, А.В. Хуторський); концептуальні педагогічні положення про дистанційне навчання (О.А. Андрєєв, Г.О. Козлакова, І.В. Козубовська, А.П. Кудін, В.М. Кухаренко, В.В. Олійник, Є.С. Полат [49], П.В. Стефаненко А.В. Хуторський, Н.В. Василенко та інші.

Впровадження інформаційних технологій в методичну систему навчання фізики передбачає раціоналізацію його структури і змісту, модернізацію форм і методів навчання. Проблеми визначення змісту шкільного курсу фізики з використанням елементів обчислювальної техніки

розглядалися в роботах П. С. Атаманчука [28], Є.В. Коршака, О.І. Бугайова, Б.Ю. Миргородського [45], С.У. Гончаренка [36], Г.М. Гайдучка, О.Ф. Кабардіна, Н.М. Шахмаєва. Шляхи підвищення ефективності навчання на базі використання інформаційних технологій розглянуті у працях М.І. Жалдака [37, 38], Ю.О. Жука, О. І. Іваницького, В.І. Ключко, Е.І. Машбиця, Н.В. Морзе, В.І. Сумського та інших вчених.

Основну увагу в нашому дослідженні ми приділяємо комплексній проблемі функціонування дистанційної освіти в Україні з 2019 року (початок пандемії Covid-19) до рішень, прийнятих уже під час російсько-української війни у 2022 році. Це може бути корисним теоретикам і практикам педагогічної науки, які за результатами цього дослідження зможуть отримати матеріал для дискусії про майбутнє дистанційної освіти в цілому.

Особливу увагу у розв'язанні поставлених перед освітою важливих світоглядних та прикладних питань, відіграє фізика. Як навчальний предмет фізика посідає одне з провідних місць у розв'язанні комплексних завдань підготовки вчителів природничих дисциплін. Вона створює необхідні умови для формування у молоді правильних наукових уявлень про навколишній світ та його фізичну картину, формує і розвиває науковий спосіб мислення, розкриває тісний взаємозв'язок науки з життям.

Мета роботи – полягає в теоретичному обґрунтуванні, розробці, впровадженні та експериментальній перевірці методики вивчення розділу "Атомна і ядерна фізика" в 11 класі закладу загальної середньої освіти в умовах дистанційного навчання.

Об'єкт дослідження – є навчально-виховний процес з фізики у 11 класі закладу загальної середньої освіти.

Предмет дослідження складають методи та прийоми використання у дистанційному навчальному процесі з фізики інформаційно-комунікаційних технологій.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні **завдання**:

- проаналізувати стан розробленості проблеми у педагогічний теорії і практиці;
- теоретично обґрунтувати і розробити методичку методики вивчення розділу "Атомна і ядерна фізика" в 11 класі закладу загальної середньої освіти в умовах дистанційного навчання із застосуванням ІКТ;
- підготувати методичні розробки для забезпечення навчально-виховного процесу з фізики;
- перевірити в процесі проходження педагогічної практики ефективність запропонованої методики.

Провідним на всіх етапах дослідження виступав педагогічний експеримент, мета якого виявлення ефективності запропонованої методики, методи математичної статистики для обробки та інтерпретації результатів педагогічного експерименту.

Для розв'язання поставлених завдань використовувалися наступні **методи дослідження:**

- теоретичні – аналіз психолого-педагогічної, філософської, і науково-методичної літератури при обґрунтуванні теоретичних положень дослідження;
- емпіричні – узагальнення педагогічного досвіду з проблеми, спостереження навчально-виховного процесу з фізики, опитування;
- вивчення результатів діяльності учнів і вчителів.

Наукова новизна роботи полягає у наступному:

- запропоновано використання інформаційно-комунікаційних технологій у комплексі з діючими підручниками з фізики;
- запропоновано методичні прийоми формування фізичних понять засобами комп'ютерного моделювання на прикладі вивчення розділу "Атомна і ядерна фізика" в 11 класі;
- доведено педагогічну доцільність ефективності інформаційно-комунікаційних технологій у процесі дистанційного навчання на підвищення

якості засвоєння знань, підвищення мотивації навчання та розвиток пізнавального інтересу учнів.

Практичне значення:

- створено електронний посібник, який містить основні демонстрації з розділу "Атомна і ядерна фізика" в 11 класі для використання у процесі дистанційного проведення уроків з фізики;
- розроблено демонстраційні комп'ютерні моделі з метою забезпечення вивчення означеного розділу;
- розроблено онлайн-тести з метою діагностики і перевірки знань учнів.

Експериментальна база дослідження. Дослідно-експериментальна робота здійснювалась у Глухівський ЗОШ № 6, Новгород-Сіверська ЗОШ № 2.

Організація дослідження. Дослідження здійснювалось поетапно.

На першому етапі (I семестр) з'ясовувались та аналізувались психолого-педагогічні аспекти методики вивчення розділу "Атомна і ядерна фізика" в 11 класі у процесі дистанційного навчання. Вивчалися теоретичні та практичні передумови застосування в навчальному процесі інформаційних технологій. Проводився констатуючий експеримент. Було створено навчально-методичне забезпечення формуючого експерименту.

На другому етапі (формуючий експеримент) перевірялася експериментальна методика вивчення розділу "Атомна і ядерна фізика" в 11 класі у процесі дистанційного навчання.

Пропозиції щодо використання результатів дослідження. Розроблена в магістерській роботі методика вивчення розділу "Атомна і ядерна фізика" в умовах дистанційного навчання та результати дослідження рекомендуються до використання в процесі вивчення фізики в 11 класі.

Результати дослідження висвітлені у **публікаціях**:

1. Крук М. Створення та використання електронного предметного кабінету в роботі вчителя фізики. *I Всеукраїнська науково-практична конференція «Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку природничо-математичних наук і методик їх викладання»*, 20-21 жовтня 2022 року, Глухів, 2022. С. 240-244 [43]
2. Крук М.Р. Застосування чат-ботів у процесі самостійної роботи учнів з фізики. *Проблеми математичної освіти» (ПМО – 2023)*, м.Черкаси, 6-7 квітня 2023 р. Черкаси: Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2023. С 168-170.
http://eprints.zu.edu.ua/36828/1/Tezy_2023_Cherkasy.pdf [44]

Розділ 1. Теоретичні засади вивчення фізики в старших класах закладу загальної середньої освіти в умовах дистанційного навчання

У першому розділі розглянемо дидактичні передумови використання інформаційно-комунікаційних технологій вивчення фізики в старших класах закладу загальної середньої освіти в умовах дистанційного навчання.

На основі порівняльного методу порівнюються принципи використання цифрових платформ в Україні та США, Україні та Франції тощо, оскільки досвід використання такої системи в цих країнах підтверджує ефективність сучасної дистанційної освіти. У результаті проаналізовано низку проблем, зокрема, висвітлено загальну важливість дистанційної освіти для навчального процесу, продемонстровано важливість асинхронного навчання, проаналізовано досвід використання онлайн-платформ, сформовано певні рекомендації щодо розвитку дистанційної освіти на тлі військової агресії. Дистанційна освіта в Україні в умовах повномасштабного російського вторгнення спрямована на такі категорії учнів: осіб, які вимушено тимчасово проживають в інших регіонах України, осіб, які проживають на окупованих територіях або за її межами України.

1.1. Дидактичні передумови використання дистанційних технологій в навчальному процесі

Широке впровадження дистанційної освіти стало предметом багатьох дискусій з початку пандемії COVID-19, коли навчальні заклади багатьох країн почали працювати через Інтернет. Прогресивність такого способу проведення занять ще не визначена, що робить це питання дуже актуальним для дослідження. Це особливо важливо для українського освітнього контексту, де поширення глобальної хвороби поєдналося з початком широкомасштабного російського вторгнення у 2022 році. Наслідки активних

військових дій для розвитку освітніх технологій до кінця не з'ясовані, якщо лише тому, що європейські країни у XXI столітті не стикалися з такими загрозливими викликами.

Оскільки нині дистанційне навчання на основі інформаційно-комунікаційних технологій використовується на всіх рівнях освітнього процесу, це впливає на появу різноманітних педагогічних досліджень щодо умов використання дистанційної освіти. Наприклад, Demiray [6] проаналізував специфіку використання дистанційних онлайн-платформ у сучасній освіті. Він вважає, що поширення інших цифрових технологій у сучасності є помітним «цунамі», яке трансформувало галузь освіти. Kem (2022) [17] описав основні популярні персональні та адаптивні цифрові платформи, які використовуються в міжнародних системах дистанційної освіти. Cherng та ін. описали ключові переваги та недоліки використання дистанційного навчання в університетах [5]. Також у спільній роботі вони охарактеризували значення пандемії COVID-19 для вищої освіти. Особливу увагу вони приділили аналізу нових інформаційних та комунікаційних технологій. Водночас у своїй роботі автори досліджували проблему ефективності дистанційного навчання в умовах пандемії. Багато вчених дослідили ключові переваги та можливості Coursera, глобальної платформи для дистанційного навчання. З іншого боку, Lopes & Soares (2022) крізь призму мультимедіа охарактеризували особливості онлайн-додатків для навчання, охарактеризували основні інформаційні механізми, що використовуються в електронному навчанні. Незважаючи на це, вони зазначають, що дистанційна освіта сприяє появі різноманітних освітніх інновацій [19].

Цінними для цього дослідження є роботи авторів, які охарактеризували проблему використання дистанційного навчання на війні. Зокрема, Rajab (2018) досліджував характеристики та умови використання онлайн-навчання у військових реаліях Саудівської Аравії [21]. У той же час Крецмер і Ронен

досліджували стан освіти на окупованих територіях через правові аспекти. Gordon охарактеризував проблеми освіти в контексті війни в Ізраїлі [10].

У фаховій літературі пропонується огляд кількох аспектів широкої проблеми, але немає синтетичних досліджень, які б підсумовували прогнозовані наслідки війни для розвитку освітніх процесів. Тому метою роботи є аналіз продуктивності дистанційної освіти в умовах війни на основі українського досвіду.

Ми досліджуємо такі питання:

- значення дистанційної освіти для навчального процесу,
- важливість асинхронного навчання, аналіз освітніх платформ онлайн-освіти в умовах війни,
- специфіка використання дистанційної освіти в Україні,
- формування рекомендації щодо подальшого розвитку дистанційної освіти на основі вивчення ситуації в Україні.

На основі аналізу вдалося розділити основні предмети дослідження (майбутнє дистанційної освіти) на більш дрібні частини (характеристика феномену дистанційної освіти, дослідницькі переваги та недоліки цього типу навчання, прогнозування майбутнього становища онлайн-освіти в Україні). Шляхом синтезу можна було об'єднати раніше виділені частини та сформулювати власні судження та висновки. На основі застосування системного методу дослідження феномен дистанційної освіти розглядається як складна система, що складається з багатьох елементів.

У даному дослідженні також використовувалися спеціальні педагогічні методи. З теоретичних педагогічних методів використано абстрагування та конкретизацію. На основі порівняльного методу порівняно принципи застосування цифрових платформ в Україні та США, оскільки влада цих держав надала офіційні емпіричні матеріали, що підтверджують ефективність сучасної дистанційної освіти. На основі порівняльного методу порівнюється проблема використання онлайн-освіти в Україні, США та Франції. Крім того,

застосовано аксіоматичний метод дослідження. Це передбачає перехід від загальнотеоретичних міркувань (загальної характеристики феномену дистанційної освіти) до формування конкретних рекомендацій і висновків.

Далі на основі прогностичного методу відображено ймовірне використання дистанційної освіти в Україні. Також робота сформована на застосуванні статистичного методу, який полягав у ретельному аналізі даних (офіційні документи Міністерства освіти США, МОН України). Отже, висновки в роботі ґрунтуються на достовірних емпіричних матеріалах офіційного характеру.

Окремо слід відзначити метод SWOT-аналізу, який з 1970-х років використовується для багатоаспектного аналізу підприємницької діяльності та формування оцінок стану підприємства та майбутніх загроз. Цей метод не втратив своєї актуальності і донині. Його суть - виявлення сильних і слабких сторін проєктів, розрахунок ризиків і перспектив розвитку на основі використання комплексного аналізу. Універсальність цього методу не вимагає складних розрахунків - потрібно лише адекватно і чітко оцінити зовнішні і внутрішні фактори впливу.

Дистанційне навчання – це навчальний процес, який забезпечує можливість навчальної взаємодії викладача та студента на відстані. Водночас є застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій і можливостей.

Дистанційна освіта включає три основні аспекти:

- 1) можливість навчання незалежно від географічного розташування;
- 2) визначення темпу навчання;
- 3) можливість складання власного навчального плану.

Водночас потреба проаналізувати можливі переваги та недоліки дистанційної освіти стала актуальною в епоху пандемії COVID-19. Цей процес проявився у постійному переході на синхронні (зокрема, Zoom, Skype, Microsoft Teams, Google Meet) або асинхронні платформи (LMS).

Водночас впровадження онлайн-технологій у навчальний процес сприяє використанню в навчальному процесі таких видів діяльності, як організація різноманітних відеоконференцій, перегляд лекцій чи практичних занять як у прямому ефірі, так і в записі, робота над дискусіями на форумах, заходи з спільні документи (йдеться про Google Docs, Google Slides), організація та проведення різноманітних онлайн-запитів і голосувань (на основі платформ Google Forms), можливість проводити автономне тестування, перегляд різноманітних навчальних відео.

Зауважте, що сучасні інформаційно-комунікаційні технології полегшують використання різні заходи в онлайн-формі, зокрема, для організації спільної діяльності, а також для використання проектних підходів. Не всі вчителі та викладачі готові переходити до роботи над собою та своїми програмами, але цей шлях виглядає дуже перспективним.

Наприклад, щоб розділити студентів на міні-групи, зручно використовувати функцію сесійної кімнати в додатку Zoom.

Для організації онлайн-навчання необхідно використовувати відповідну систему управління навчанням (Lopes & Soares, 2022) [19]. Наприклад, Львівський національний університет реалізував це на платформі Moodle. Для порівняння, Університет Пенсільванії використовує платформу Canvas. Іншим популярним місцем у США є Blackboard. Ці платформи зручні та функціональні. Тут можна проводити різноманітні види контролю для учнів у формі тестів, описових запитань чи співбесід. На платформі Moodle викладачі також можуть відображати матеріали своїх лекцій чи семінарів. Зазначимо, що платформа Moodle, яка використовується у Львівському національному університеті, є особистісно-орієнтованою, де кожен студент може переглядати власний бал та індивідуально використовувати матеріали, надані викладачем. Водночас на платформі Canvas викладачі також можуть публікувати матеріали, систематично їх оновлювати, організовувати вікторини, проводити дискусійні форуми тощо.

Процес дистанційного навчання побудований на використанні різноманітних інформаційно-комунікаційних технологій. Після закінчення такого навчання студенти та учні отримують відповідні сертифікати.

1.1.1. Моделі дистанційного навчання

В Україні існують різні моделі дистанційного навчання (наведені в табл. 1.1) (Затверджено Міністерством освіти і науки України «Дистанційна освіта» (п.д.). (<https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/distancijna-osvita>).

Таблиця 1.1.

Моделі дистанційного навчання в Україні

№	Модель
1	Навчання з використанням мультимедійних програм
2	На основі автономних систем навчання
3	Співпраця різних навчальних закладів
4	Дистанційне навчання у загальноосвітніх і вищих навчальних закладах
5	Дистанційне навчання в автономних навчальних закладах
6	На основі самостійного засвоєння вивченого матеріалу

Дистанційна освіта в Україні орієнтована на декілька категорій учнів. Насамперед, йдеться про дітей, які постраждали внаслідок війни та вимушені тимчасово проживати в інших регіонах України чи за межами держави. Крім того, дистанційна освіта також може бути орієнтована на студентів, які проживають у важкодоступних або географічно віддалених від навчальних закладів місцях. Діти, які проживають на окупованих територіях (зокрема, в Криму чи деяких територіях Донецької та Луганської областей), також можуть навчатися в закладах дистанційної освіти (Distance Education).

Слід зазначити, що у розвитку української дистанційної освіти важливе місце відводилося асинхронному навчанню. Цей вид освітньої діяльності реалізується через використання онлайн-каналів (електронне листування, заняття на телебаченні, спеціальні освітні платформи з використанням веб-технологій), але без безпосереднього контакту на рівні викладач-учень. Асинхронне навчання не передбачає спілкування в режимі реального часу, а базується на індивідуальному темпі обробки навчальних матеріалів.

Досвід Франції став важливим для європейських країн. У цій країні існує спеціальний Національний центр дистанційної освіти (скорочено – CNED), спеціалісти якого організували роботу спеціальної навчальної платформи «Мій клас вдома» (Ma Classe à la Maison), основу якої складають кілька компонентів. Спочатку студентам пропонується отримати завдання в навчальному модулі під назвою «Термінал». У ньому зібрані всі навчальні програми, за якими відбувається навчальний процес, і студенти можуть відвідувати його кілька разів на день, щодня індивідуально перевіряючись за спеціальною анкетною.

Наступна частина «Мого домашнього класу» представлена синхронним «віртуальним класом», в якому вчитель проводить заняття для учнів у режимі відеоконференції. Кожен день учням пропонуються заняття по 3-4 години з різних предметів, які можна відвідувати. Безсумнівно, практики синхронних і асинхронних студій відрізняються, але ці форми навчання залежать одна від одної та сприяють урізноманітненню процесу дистанційного навчання. Йдеться про інформаційно-комунікаційні технології, які дозволяють студентам і викладачам спілкуватися, працювати над вирішенням проблем, контролювати відвідуваність, проводити оцінювання.

Український досвід асинхронної дистанційної освіти скромніший, принаймні не має давніх традицій використання. Пандемія COVID-19 призвела до переходу на часткове домашнє навчання, де потрібні були асинхронні методи навчання. Негативний вплив зазнало кількох тенденцій:

недостатня цифровізація середніх шкіл, відсутність доступу до Інтернету у віддалених місцях. Відсутність досвіду асинхронного навчання призвело до певного хаосу в організаціях, що навчаються. Через низьку якість Мережі в деяких регіонах України було вирішено проводити заняття на телебаченні. Це піонерське для України рішення наштовхнулося на неузгодженість у роботі телеканалів – майже кожен український телеканал хотів приєднатися до ініціативи, а різні уроки транслювали паралельно, що унеможливлювало вивчення всіх предметів. Пізніше був встановлений певний порядок, і кожен телеканал транслював уроки для певної вікової групи учнів. Для популяризації проекту були запрошені знаменитості та здібні викладачі. Правда, не обійшлося і без критики.

На основі опрацювання пропозицій Міністерство освіти і науки України створило окрему платформу «Українська школа онлайн». Її функціональність схожа на французькі зразки. Учням на вибір пропонуються відеолекції провідних викладачів України. Матеріали уроків відповідають навчальній програмі, а реєстрація відкриває можливість опрацювання завдань на основі інформації, що міститься в підручниках, і коротких відеолекцій. Це значно збільшує охоплення учнів, адже уроки та виконання завдань можуть проходити у будь-який час. Але важливим аспектом залишається батьківський контроль, оскільки в контексті дистанційної освіти в українських реаліях саме на них покладається додаткова відповідальність за контроль навчального процесу.

Здобувачі вищої освіти в умовах воєнного стану також перейшли на дистанційне навчання. Навіть після COVID-19 заняття в українських університетах відбуваються переважно за дистанційною формою. Зокрема, для контролю знань, як уже зазначалося, використовувалася платформа Moodle, яка також розробила електронні навчальні курси, що у поєднанні з відео лекцією створило сприятливу атмосферу для навчання. Для майбутніх спеціалістів також був доступний широкий вибір українських освітніх порталів та платформ, які пропонують додаткові курси, які будуть корисні

для саморозвитку та розвитку професійних навичок. Наприклад, Prometheus пропонує чималий набір онлайн-курсів, частковий доступ до яких безкоштовний. Завдяки активному використанню цієї платформи можливий особистісний розвиток та навчання за індивідуальною траєкторією, що цінується сучасними стейкхолдерами. Безсумнівно, основний функціонал цього сайту не безкоштовний, але в сучасних умовах він пропонує дійсно актуальні курси на власний вибір. За потреби можна використовувати матеріали з інших платформ. Це, до речі, суттєво відрізняє можливості дистанційної освіти для дорослих від дистанційної освіти для дітей шкільного віку: вибір навчального матеріалу для студентів значно ширший, ніж для дітей шкільного віку. Ця тенденція є виразною сьогодні і потребуватиме певного вирішення в майбутньому.

Використанню методу проектів сприяв і розвиток дистанційного навчання. Ця методика викладання з'явилася в США ще в ХХ столітті, але в Україні почала використовуватися фактично лише після розпаду СРСР. Вільне опрацювання обраних предметів, виконання відповідних завдань формують необхідні навички та компетенції, які будуть необхідні як для продовження досвіду роботи, так і для опанування іншої спеціальності. Ефективність цього методу доведена українськими дослідниками принаймні з часів карантину та пандемії COVID-19. Встановлено, зокрема, що його ефективність залишалася на такому ж високому рівні, як і в умовах традиційного навчання. Однак для його широкого застосування необхідні самодисципліна, організованість і контроль викладача. Активне застосування методу проектів в Україні в умовах воєнного часу виглядає перспективним напрямком навчання здобувачів вищої освіти найближчим часом.

Зазначимо, що під час активної фази бойових дій, *в умовах російської агресії, асинхронна форма навчання стає важливим елементом для проведення та організації навчальних заходів.* У прикордонних областях України, прилеглих до театру військових дій, неможливо організувати звичайний навчальний процес – надто високий ризик артилерійського та

ракетного обстрілу з боку російської армії. Тому більш надійними є дистанційні методи навчання, які, зокрема, дадуть змогу «повернути» до навчання тих дітей, які через різні обставини стали переселенцями та проживають в інших регіонах України. Асинхронне навчання також буде корисним, але потребує вдосконалення.

Перспективним у сфері регулювання освітніх процесів виглядає використання Всеукраїнської школи онлайн, системи Prometheus тощо (Distance Education). Завдяки цим та іншим платформам учні та студенти матимуть доступ до навчальних матеріалів, що не знизить якість освіти. Зокрема, на основі арабського досвіду виявлено, що зниження якості освіти за допомогою дистанційного процесу не зафіксовано. Хоча даних для розрахунку українських статистичних показників на сьогодні недостатньо, подальше вивчення українського досвіду використання продемонструє ефективність чи вразливість цієї техніки в умовах не просто територіального конфлікту чи повстанського руху, а й під час зіткнення регулярних армій.

Можливості дистанційної освіти в реаліях України також можна узагальнити у вигляді SWOT-аналізу (наведено в табл. 1.2)

Таблиця 1.2.

Можливості дистанційної освіти в Україні

Здобутки дистанційної освіти в Україні	Проблеми використання дистанційної освіти в Україні
Застосування в бойових ситуаціях, досвід дистанційного навчання, набутий під час пандемії COVID-19	Труднощі з доступом до Інтернету в окремих регіонах країни, зокрема на прифронтових та окупованих територіях
Широкий інструментарій навчальних практик, який не поступається традиційним методам навчання	Труднощі з контролем за виконанням завдань (незважаючи на всі можливості поточного контролю та батьківського контролю)
Наявність цифрових навчальних платформ із згенерованим контентом	Небажання деяких викладачів самовдосконалюватися та розвивати методи роботи в онлайн-середовищі.
Безпечне розташування, уникнення скупчення великої кількості дітей в одному місці, уразливого для	

артилерійського чи ракетного обстрілу з боку росіян.	
--	--

Отже, дистанційна освіта в Україні має свої недоліки та переваги, які більше свідчать про її високий потенціал та подальший розвиток. Вважаємо, що в результаті реформування деяких аспектів освітнього процесу дистанційній освіті в майбутньому приділятиметься більше уваги.

Застосування дистанційної освіти в умовах розгортання військової агресії з боку Російської Федерації виглядає єдино правильним рішенням. Російські удари по цивільних об'єктах на сході та півдні України з використанням тактичної авіації та ракетних систем роблять традиційну освіту майже неможливою. Було підтверджено руйнування та повну окупацію близько 200 навчальних закладів (шкіл) і часткове пошкодження ще близько 2000 навчальних закладів.

Водночас на офіційному рівні український уряд обговорює можливість проведення занять у звичайному режимі. Цей крок виправданий важливістю та ефективністю традиційної освіти, а також нормами безпеки – шкільне бомбосховище було б кращим для дітей, які перебувають у небезпечному місті, ніж сидіти під обстрілами вдома. Водночас остаточні рішення щодо можливості відновлення звичайних приймуть місцева влада та батьки (йдеться про те, чи відпускать дітей з дому). На практиці під загрозою обстрілу використання дистанційних технологій набагато ефективніше.

Представники української влади стверджують, що відновлення навчання можливе лише за умови дотримання всіх правил безпеки та наявності в навчальному закладі системи бомбосховищ, здатної вмістити та захистити всіх, хто навчається у закладі. Крім того, передбачається, що традиційна освіта буде проходити лише після припинення чи припинення бойових дій, тому поки невідомо, яка освіта буде запропонована в новому навчальному році. Усі ці застереження по-своєму свідчать на користь того, що дистанційна освіта в майбутньому в Україні займатиме основне місце серед методів організації навчального процесу. Очевидно, що в умовах відкритої військової

агресії та продовження бойових дій це буде єдиний варіант продовження навчання. Винятком є лише досить «спокійні» регіони України. Зокрема, західні регіони зазнали незрівнянно менше фізичних ушкоджень – лише в результаті точкових ракетних обстрілів. Але, пам'ятаючи про трагедію у Вінниці, коли російські ракети знищили офісний центр з мирними людьми, під час тренувань завжди слід враховувати фактор ризику.

Водночас завдяки своїй універсальності та можливостям, які з'явилися внаслідок пандемії COVID-19 та всесвітнього «карантину», дистанційна освіта не поступається денній. Представники української громадськості оцінили переваги та недоліки дистанційної системи, тому її використання в майбутньому виглядає прогресивним кроком.

Отже, масштабне використання технологій дистанційної освіти почалося з поширенням пандемії Covid-19. Водночас після повномасштабного російського вторгнення в лютому 2022 року в Україні постала актуальна проблема відновлення онлайн-освіти. Дистанційна освіта в Україні в умовах бойових дій орієнтована на декілька категорій учнів. Насамперед, йдеться про дітей, які вимушені тимчасово проживати в інших регіонах України чи за межами держави. Діти, які проживають на окупованих територіях, можуть навчатися в дистанційних закладах. Вважаємо, що в умовах військових дій дистанційна освіта дозволяє школярам і студентам ефективно навчатися.

Водночас за ініціативи Міністерства освіти України, ЮНЕСКО та інших громадських організацій існує багато платформ для додаткового онлайн-навчання як для студентів, так і для школярів. Важливою умовою функціонування дистанційної освіти в Україні є її адаптація для дітей молодшого шкільного віку. На основі проведеного аналізу вдалося встановити, що в умовах триваючого протистояння, обстрілу Росією цивільних об'єктів із ракетно-артилерійського озброєння використання дистанційних освітніх технологій є актуальним. Як показує український досвід використання дистанційної освіти в умовах війни, цей спосіб організації навчального процесу майже безальтернативний. Агресивні дії

російської армії та загроза обстрілу навчальних закладів ускладнюють традиційну роботу навчальних закладів. Отже, для України *в недалекому майбутньому дистанційне навчання є невід'ємною частиною освіти майбутнього*. Ми прогнозуємо, що в майбутньому механізми дистанційного навчання будуть тільки вдосконалюватися, що вплине на поширення та розвиток онлайн-освіти в цілому.

1.1.2. Інформаційні технології в дистанційній освіті

На багатьох етапах розвитку суспільства сучасні технології забезпечували інформаційний обмін між людьми, відображали відповідний рівень та можливості систем пошуку, реєстрації, зберігання, опрацювання, подання, передачу інформації і, по суті, були синтезом методів та засобів оперування людини з інформацією в інтересах її діяльності.

У науковій літературі під «інформаційними технологіями» розуміють сукупність методів і технічних засобів накопичення, організації, збереження, опрацювання, передачі і подання інформації, що розширює знання людей і розвиває їхні можливості щодо керування технічними соціальними проблемами [38]. Педагогіка визначає інформаційні технології як методологію і технологію навчального й виховного процесу з використанням електронних засобів навчання.

Нові можливості для навчання надають мультимедійні технології, що дозволяють створювати електронні книги, енциклопедії, фільми, бази даних. Їх особливістю є об'єднання текстової, графічної, аудіо- та відеоінформації тощо. Використання інформаційних технологій розкриває значні дидактичні можливості щодо підвищення ефективності формування фізичних понять. Усвідомлення необхідності створення умов для розробки і впровадження інформаційних технологій, пошуку вдалого поєднання їх з традиційними методами навчання – складна задача. Однією з умов для її успішного розв'язання є дотримання низки психолого-педагогічних вимог, що визначають кінцеву ефективність навчально-виховної діяльності.

Психологічний аспект проблеми впровадження інформаційних технологій пов'язаний перш за все з поглибленим аналізом діяльності як основного механізму досягнення учителем і учнями певної мети. Дидактичний аспект передбачає виявлення і використання закономірностей процесу навчання, переосмислення їх відповідно специфічним умовам інформатизації.

Засоби інформаційних технологій дозволяють здійснити синтез двох найважливіших форм психічного відображення дійсності шляхом автоматичного перекладу інформації з мови графічних моделей на символно-оперативну мову та навпаки. Операція перекодування, тобто перехід від однієї форми опису (наприклад знакової) до його відтворення іншим способом (наприклад, комп'ютерне моделювання) є необхідною умовою формування теоретичного мислення.

Інформаційні технології підлягають тій самій системі дидактичних принципів, що й традиційні технології, але з врахуванням, що система таких принципів, їх зміст скориговані на основі сучасних психолого-педагогічних даних. Це означає не заміну традиційних дидактичних принципів, а їх перегляд і наповнення змістом, який дозволив би конструктивно використовувати їх в будь-яких ситуаціях навчання [42].

Відповідно до принципу науковості навчальні комп'ютерні програми необхідно наповнювати таким змістом, який найбільш ефективно може бути засвоєний лише за допомогою комп'ютерного моделювання. Насамперед, це стосується демонстрації процесів, реалізація яких в умовах навчання неможлива. Разом з тим, при формуванні багатьох фізичних понять (величин, явищ), є потреба зосередити увагу на тих чи інших особливостях. Наприклад, зобразити вектор швидкості, сили тощо під час проведення реального експерименту немає можливості. На створеній комп'ютерній моделі на основі спостережуваного процесу така можливість з'являється. Важливо при цьому, щоби способи засвоєння навчального матеріалу були адекватними сучасним науковим методам пізнання.

Принцип наочності передбачає, що в програмі має бути наявна не будь-яка модель, а лише та, що сприяє реалізації дидактичної мети. Модель явища чи процесу слід подавати у формі, яка дозволяє найбільш чітко розкрити ознаки, зв'язки і співвідношення. При цьому важливо адекватно застосовувати кольорову гаму, мигання, звуковий супровід та інші комп'ютерні ефекти.

Можливість візуалізації інформації, яка має складну абстрактну природу, робить комп'ютерні технології ефективним і потужним засобом при вивченні багатьох понять фізики шляхом створення і побудови динамічних образів і моделей. Це полегшує засвоєння понять, викликає в студентів прагнення висловлювати оригінальні гіпотези, сприяє розвитку когнітивних складових мислення.

За допомогою комп'ютерних програм можна не лише демонструвати об'єкт вивчення, але й створювати ефекти його перетворення. Ефективність формування понять підвищується за умов, коли учні самостійно будують або добудовують моделі, а не отримують їх у готовому вигляді. Діяльність студентів під час роботи з моделлю повинна бути завчасно продумана. Тільки тоді вона буде ефективною, коли учитель чітко спланує послідовність та мету використання комп'ютерної програми.

Відповідно до принципу систематичності і послідовності у зміст програми мають бути включені спеціальні методичні знання, що відображають структуру відповідної науки. В об'єктах і явищах, які вивчаються з використанням комп'ютерних програм, варто виділити основні структурні елементи і суттєві зв'язки між ними, які дозволять уявити ці об'єкти як цілісні утворення.

Основною і необхідною складовою інформаційних технологій навчання є педагогічні програмні засоби (ППЗ).

Досвід застосування інформаційних технологій навчання свідчить, що найефективнішою формою використання ППЗ у навчальному процесі є їх

включення до складу програмно-методичних комплексів (ПМК), тобто використання програмних засобів одночасно із супроводжуваними друкованими матеріалами для вчителя, а також дидактичними матеріалами для студентів.

Аналіз літературних джерел засвідчив, що існують різні класифікації програмно - педагогічних засобів. В нашому дослідженні ми обрали класифікацію, в основу якої покладено значення (місце) ППЗ у навчальному процесі.

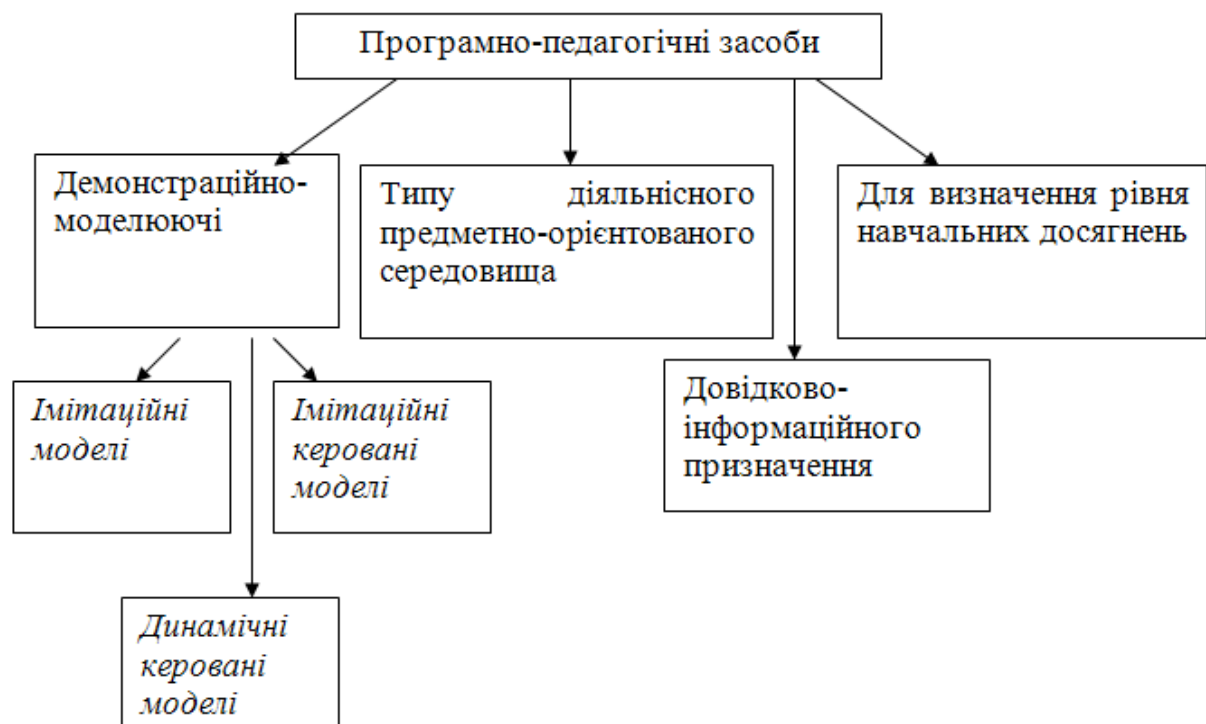


Рис. 1.1. Класифікація ППЗ за місцем використання у навчальному процесі

1.1.3. Структура навчальної демонстрації

Зупинимось на переліку вимог щодо *структури навчальної комп'ютерної демонстрації*:

1. Стислість і лаконічність подання навчального матеріалу, максимальна інформативність тексту (малоефективно і незручно читати значний текст на екрані).

2. Відсутність громіздкості, чіткий порядок у всьому, згрупованість інформації (структуризація), об'єднання окремих семантично пов'язаних

інформаційних елементів в цілісні для сприйняття групи (принцип структурності).

3. Вся найбільш важлива інформація повинна розміщуватися в верхньому лівому кутку екрана і повинна бути доступною без скролірування (використання смуги прокрутки). Це пов'язано з тим, що найкраще всього запам'ятовується перша і остання думка.

4. Графіка повинна доповнювати текст. Динаміка зв'язку візуальних і вербальних елементів і їх кількість визначається функціональною направленістю навчального матеріалу. Образне мислення домінує над словесно-логічним в тих випадках, коли трансляція зорових повідомлень в мовну форму дуже громіздка, або взагалі неможлива, причому узагальнення результатів не вимагаються – задача має конкретний характер. Це відноситься в першу чергу до оперування складними образами, кольоровими композиціями тощо.

5. Ілюстрації (схеми, плакати, карти), які відповідають складним моделям чи пристроям, мають бути оснащені системою миттєвої підказки, яка з'являється і зникає синхронно до руху курсору вздовж окремих елементів ілюстрації.

6. Вся вербальна інформація без винятку повинна бути прискіпливо перевірена на відсутність орфографічних, граматичних і стилістичних помилок.

7. Рекомендується там, де це можливо, використати для тексту і графічних зображень звуковий супровід, бо як відомо якість навчання значно підвищується, якщо одночасно задіяні зорові і слухові канали сприймання інформації. Дослідження показують, що ефективність слухового сприймання інформації складає 15%, зорового – 25%, а їх одночасне включення в процес навчання підвищує ефективність сприймання до 65%. Можна домогтися відчутного підвищення обсягу короткочасної зорової пам'яті перекодуванням частини зорової інформації в слухову, враховуючи той факт, що слухова пам'ять «стирається» повільніше.

1.1. Чат-боти у дистанційному навчанні фізики

Чат-боти стають трендом у багатьох сферах, таких як медицина, промисловість продуктів і послуг, а також освіта. Чат-боти – це комп’ютерні програми, які використовуються для ведення звукових або текстових розмов. Все більше доказів свідчить про те, що ці програми можуть змінити спосіб навчання та пошук інформації учнями. Особливо у масштабних сценаріях навчання з більш ніж 100 учнями на викладача чат-боти здатні вирішити проблему індивідуальної підтримки.

Чат-боти — це комп’ютерні програми, які намагаються імітувати розмови людей за допомогою текстових або голосових взаємодій (Rouse, 2017). Згідно з цим визначенням, чат-боти включають всі види програмного забезпечення, що дозволяє людям спілкуватися з комп’ютером. Сюди входять ток-боти, чат-боти, розмовні агенти, штучні розмовні об’єкти, а також віртуальні помічники. Чат-боти зазвичай використовуються в діалогових системах з різних причин, включаючи обслуговування клієнтів, отримання інформації тощо. Чат-боти мають довгу історію, починаючи з 1964 року, коли був створений перший чат-бот ELIZA. ELIZA проаналізувала вхідні речення та створила свою відповідь на основі правил повторного складання, пов’язаних із декомпозицією вхідних даних (Weizenbaum, 1966). Понад тридцять років потому чат-бот A.L.I.C.E. було розроблено з використанням мови розмітки штучного інтелекту, яка базується на категоріях, що містять стимул або шаблон і шаблон у відповіді. Шаблони категорій потім зіставляються, щоб знайти найбільш прийнятну відповідь на введення користувача (Wallace, 2007). У 2008 році був запущений Cleverbot, і, на відміну від інших чат-ботів, його відповіді не були заздалегідь запрограмовані. Замість цього він навчався безпосередньо з людського введення, коли користувач вводив коментар або запитання, а Cleverbot знаходив усі ключові слова або точну фразу, що відповідала введеним даним (Gehl, 2014).

Сьогодні чат-боти здатні охоплювати широкий спектр кейсів користувачів і скеровувати користувача в потрібному напрямку. Значне збільшення кількості чат-ботів за останні роки вказує на три виміри для їх класифікації. Перший вимір, «підходи до побудови», розрізняє моделі на основі пошуку та генеративні моделі. Моделі на основі пошуку використовують сховище попередньо визначених відповідей і певний алгоритм для вибору відповідної відповіді на основі вхідних даних і/або контексту. Цей алгоритм може бути дуже простим, як-от збіг виразів на основі правил, або більш складним, як-от класифікатори машинного навчання. Генеративні моделі не відповідають заздалегідь визначеними відповідями, замість цього вони генерують відповіді на основі вхідних даних за допомогою методів машинного навчання. Обидва підходи мають переваги та недоліки. З одного боку, методи, засновані на пошуку, легше будувати і не допускають граматичних помилок, з іншого боку, вони не здатні обробляти невидимі випадки, коли не існує заздалегідь визначеної відповіді. Генеративні моделі здатні посилатися на контекстну сутність інформацію, згадану раніше в розмові. Завдяки цьому чат-бот почувається більш людським і здатним до більш довгих діалогів (Liu, Lowe, Serban, Noseworthy, Charlin, & Pineau, 2016). Другий вимір пов'язаний із режимом введення чат-ботів. Нещодавно розроблені чат-боти, як правило, віддають перевагу мовленню, а не тексту як вхідні дані для розмови. Здається, обидва способи мають переваги. Мовленнєве введення дозволяє користувачеві вести більш природну та зручну розмову з чат-ботами порівняно з текстовим введенням, яке дає змогу користувачеві запускати розмови в місцях, де звук може бути неприйнятним у суспільстві, наприклад у школах, офісах тощо (Abu Shawar & Atwell), 2007). Третій вимір стосується включення контекстної інформації. У розмові між людьми люди відстежують те, що сказав або зробив партнер по діалогу, щоб використовувати цю інформацію для подальших розмов. Наприклад, люди можуть запитати: «Як справи?» коли партнер по діалогу мав важливу презентацію того ж дня. Люди автоматично знають, що це

питання стосується презентації, тоді як чат-боти з цим борються.

Тому розробник чат-бота намагається вбудувати контекстну інформацію, таку як лінгвістичний (наприклад, те, що згадувалося раніше в тексті) і фізичний контекст (наприклад, дата/час, місцезнаходження, інформація про користувача), щоб вибрати правильні відповіді (Britz, 2016).

Ефективність чат-ботів у навчанні залежить від індивідуальних відмінностей учнів, способів побудови чат-ботів та якості процесу навчання, опосередкованого чат-ботами. Чат-боти відіграють все більшу роль у майбутній освіті. Чат-боти мають потенціал для створення індивідуального досвіду навчання для учнів і, таким чином, підвищують результати навчання та підтримують викладачів та їхній викладацький склад. Це особливо важливо для дистанційного навчання, масових відкритих онлайн-курсів, де індивідуальна підтримка неможлива через фінансові та організаційні обмеження.

Сучасні діалогові системи бувають цілеорієнтовані (closed-domain) і віртуальні учасники з відкритим доменом (open-domain). Цілеорієнтовані діалогові системи призначені для вирішення конкретних заздалегідь визначених завдань користувача, а також віртуальні учасники, необхідні для залучення користувача до використання продукту за допомогою імітації природної розмови з ним. Діалог завжди обумовлений контекстом, який упродовж розвитку діалогу змінюється, при цьому задається логічний рух у відомому для співбесідників напрямку. Якщо логічні з'єднання втрачені, це викликає у співбесідників емоційне розчарування. Отже, основним стимулом активної взаємодії з розмовним агентом можна назвати емоційне задоволення користувача від діалогу з ним.

Створення універсального інтелектуального діалогового агента, що поєднує в собі не тільки можливості виконання конкретних щоденних сценаріїв користувача, але й підтримка зв'язності бесіди (когерентність), видача відповідей, узгоджених між собою за змістом (імітація повідомлень

однієї особистості, узгодженість), є цікавою, перспективною і при цьому дуже складною задачею, яку розробникам ще належить вирішити.

У рамках укладеного підходу до розробки розмовних агентів можна виділити три основні блоки виконуваних ними завдань: розуміння природньої мови, управління діалогом і синтез відповіді користувача. Ядром системи — це процес аналізу фрази користувача в модулі обробки природньої мови, який перетворює репліку користувача в її інше векторне представлення, попередньо, як правило, виконуючи ряд кроків обробки тексту: сегментацію, токенізацію, нормалізацію, синтаксичний розбір, виділення іменованих сутностей, вирішення анафори та неоднозначності. Отримане векторне представлення використовується внутрішньою моделлю системи для подальшої видачі відповіді наступному користувачеві. Цей цикл обробки тексту лежить в основі роботи будь-якого діалогового агента, а його складність залежить від конкретної мети його створення.

Віртуальний співбесідник ELIZA – одна з перших спроб реалізувати природний людино-машинний діалог людини з програмою. Вона являла собою чат-бот, заснований на великій кількості створених вручну шаблонів і евристичних правил. Такий підхід вимагає величезних людських ресурсів, спрямованих на прогнозування можливих розгалужень бесіди, що сильно обмежує множину відповідей. У спробах боротьби з такими обмеженнями дослідники розробили новий погляд на можливість створення людино-машинного діалогу, скориставшись набором даних (data-driven chatbots) і моделями машинного навчання. Загальна ідея полягає у створенні чат-бота, який навчений великою колекцією текстів людських діалогів. За методами навчання чат-боти можна поділити на *generating* та *ranking*.

Generating чат-боти відповідають на повідомлення користувача за допомогою алгоритмів генерації тексту, передбачаючи кожне наступне слово у репліці. Було запропоновано не визначати для чат-бота сценарій всього діалогу, а спробувати навчити систему відповісти на останню репліку користувача, використовуючи підходи із задач машинного перекладу. На

сьогоднішній день основою generating підходу є рекурентні архітектури послідовного кодера-декодера, що представляють собою багат шарові нейронні мережі LSTM і GRU, що використовують механізм уваги [4]. Відомо, що навчання generating архітектур часто призводить до проблеми відповідей занадто загальними фразами (наприклад, «я не знаю», «добре»), а також до проблеми невідповідності відповідей (на однакові питання, але сформульовані по-різному, бот відповідає також по-різному).

Незважаючи на перспективність використання generating моделей, вони досить непередбачувані в наведенні для використання в комерційних продуктах [14], тому найбільшу популярність мають ranking чат-боти, що вибирають репліку із заздалегідь готового набору відповідей.

Для пар «репліка-відповідь» (single-turn conversation) або «контекст-відповідь» (multi-turn conversation) з набору даних будуються векторні представлення однієї розмірності (encoder-encoder), після чого найбільш можливі відповіді ранжуються відповідно до значень деякої функції доречності між векторами (найчастіше – скалярний добуток чи косинусна відстань). Даний підхід, що набув популярності у завданнях інформаційного пошуку, згодом у багатьох роботах адаптувався до створення діалогових систем [26]. Вибір відповіді діалогових ranking агентів здійснюється серед заздалегідь заготовлених відповідей, тому важлива перевага такого підходу полягає в можливості обмежувати видачу граматично некоректних і неприйнятних відповідей, які можуть бути присутніми у навчальному наборі даних. У рамках нашого експерименту було обрано реалізацію ranking чат-бота.

Для створення чат-ботів потрібно досить великий набір текстових даних, що містить діалоги на ті теми, які він має підтримувати. Наявність даних додаткової контекстної інформації, наприклад, унікального ідентифікатора автора репліки (або його імені, його віку та статі), а також даних про діалог (час реплік, факт відповіді на іншу репліку), дозволяє поліпшити якість відповідей чат-бота.

Серед найбільш популярних відкритих джерел даних, де можна зібрати датасети, які підходять для створення розмовного чат-бота, виділимо такі: 1) Субтитри до фільмів та серіалів. Вони містять багато повсякденних діалогів на загальні теми. Однак у них є і безліч специфічних фраз, які можуть бути недоречними (наприклад, діалоги з фентезі та історичних фільмів) і відсутнє явне відокремлення одного діалогу від іншого; 2) Сервіс мікроблогінгу Twitter. Серед плюсів текстів у Twitter можна відзначити точну розбивку на діалоги, наявність додаткових даних про авторів та адресат репліки. Однак найчастіше користувачі ведуть обговорення навколо деякого мультимедійного контенту, який більшою мірою визначає тему. Діалоги на повсякденні теми при цьому ведуться досить різними групами користувачів, що може вимагати додаткового дослідження даних профілів авторів, щоб згодом бот зберігав консистентність відповідей; 3) Публічні чати месенджерів (наприклад, Telegram або Slack) є джерелом поповнення датасета вузькопрофільними темами. Навчаючи чат-бот на таких даних, слід пам'ятати, що у разі відсутності модерації чату адміністраторами, у текстах може виявитися значна кількість реплік, що містять мову ненависті, політичні висловлювання, знецінену лексику; 4) Інші джерела даних. Окрім згаданих вище джерел, можна також виділити коментарі у соціальних мережах, різні веб-форуми на сайтах, сценарії фільмів та транскрипти телепередач, а також тексти художньої і навчальної літератури. Як бачимо, з одного боку є безліч джерел, де можна отримати відкриті набори даних з діалогами українською мовою, які придатні для навчання розмовного чат-бота. З іншого боку, залежно від мети створення бота, цих даних, може бути недостатньо, тому що у відкритому доступі може виявитися необхідна кількість діалогів на потрібну тему.

Оскільки при взаємодії з ganking чат-ботом, користувач найімовірніше запише репліку, якої не виявиться у заздалегідь заготовленому наборі відповідей, то релевантними відповідями будуть вважатися ті репліки,

контекст яких у наявному наборі даних буде найбільш семантично близький до введеної репліки. У роботі R. Zhang et. al. [22] автори пропонують безліч різних способів визначення контексту відповіді-кандидата для чат-бота, що має ranking архітектуру. У нашій роботі під контекстом відповіді-кандидата ми розумітимемо ланцюжок повідомлень, які передують обраній репліці, при цьому дана репліка є явною відповіддю на передостанню фразу в ланцюжку, сама при цьому є в ній останньою.

Для того, щоб мати можливість здійснити пошук найбільш релевантної відповіді за контекстом репліки, вихідний датасет з діалогами був перетворений у вигляді «контекст-відповідь». Далі текстові дані були опрацьовані в наступній послідовності: розбиття текстів реплік на токени; видалення спецсимволів, посилань та пунктуації; видалення стоп-слів та лематизація токенів. Після заключного етапу обробки було отримано оновлений датасет, що складається з пар текстів виду «контекст-відповідь». За наявності різних варіантів векторних представлень загального набору даних діалогів, векторизація вхідного запиту користувача і контексту з бази відповідей може бути обчислена усередненням векторів слів цих моделей або речень.

Найбільш популярні на сьогоднішній день алгоритми створення векторних уявлень тексту ґрунтуються на ідеях дистрибутивної семантики: слова, що зустрічаються в аналогічних контекстах з подібною частотою, семантично близькі. При цьому відповідні стиснуті векторні представлення (embeddings), знаходяться близько один до одного за косинусній мірою у деякому векторному просторі [16].

Одним із найбільш базових методів представлення текстового документа у вигляді вектора є статистичний захід TF-IDF [9], який обчислюється як добуток частотності слів у тексті до зворотної частотності слова у колекції документів. Справжню популярність моделі векторизації текстів інформації набули після появи підходу Word2Vec [18]. Векторне представлення відображає контекстну близькість слів: слова, що

зустрічаються в тексті поруч з однаковими словами, мають високу косинусну подібність, а значить можна говорити про семантичну близькість.

В результаті навчання Word2Vec-моделі створюється фіксований словник, для поповнення якого потрібно навчити модель заново. Вирішення проблеми відсутніх слів було запропоновано в рамках моделі fastText [12], яка є модифікацією Word2Vec і розраховує векторні представлення частин слів, з яких складається вектор цілого слова. На сьогоднішній день існує безліч інших моделей векторизації текстів, серед яких варто відзначити модель GloVe [26], яка комбінує алгоритми матричних розкладів та Word2Vec.

Перераховані вище методи векторизації називають статичними, вони мають таке обмеження: такі моделі не враховують багатозначність та контекстно-залежну природу слів, тобто для одного слова, що зустрічається у різних контекстах, буде один усереднений embedding. Останнім часом були розроблені контекстуалізовані (динамічні) мовні моделі, які дозволяють обчислювати embeddings для слова (або цілого речення), залежно від його контексту вживання. Однією з головних подій 2018 року в галузі обробки природної мови та машинного навчання стала модель BERT, за стосунки якої дозволили покращити відомі на момент його появи рішення багатьох завдань обробки текстів та комп'ютерної лінгвістики. Також останні розробки в напрямку розвитку контекстуалізованих embeddings включають такі передові моделі як ELMo, XLNet і GPT-3 [20].

Одна із загальних проблем під час роботи з текстами у разі чат-ботів – мультимовність: люди досить часто використовують у розмовній мові запозичені слова або цілі цитати. У разі ranking архітектур, змішування мов може впливати на підрахунок семантичної близькості між векторами. Сучасний підхід до забезпечення мультимовності полягає у підготовці моделі, яка здатна узагальнювати різні мови в загальному векторному просторі, де вектори однакових речень були б близько один до одного незалежно від мови вхідної репліки.

Протягом багатьох років чат-боти відігравали значну роль як педагогічні агенти в освітніх установах. Початок інтелектуальних систем навчання, які також називають педагогічними агентами цифрового навчання, відноситься до початку 1970-х років. Ці розмовні педагогічні агенти використовують методи штучного інтелекту для розширення та персоналізації процесів автоматизованого навчання. Розробка привабливих, цінних і практичних педагогічних агентів вимагає досвіду в дизайні та дослідженні, охоплюючи глибоке розуміння емоційних, когнітивних і соціальних освітніх аспектів, одночасно використовуючи технологічні досягнення.

Крім того, діалогові агенти були інтегровані в програмне забезпечення та пристрої, розширюючи їх охоплення. Останнім часом організації все більше досліджують потенціал чат-ботів, окрім надання заздалегідь запрограмованих відповідей на прості інформаційні запити.

Інтеграція чат-ботів у сферу освіти свідчила про сплеск інтересу протягом останнього десятиліття, особливо щодо їх застосування у викладанні та навчанні. Ці корисні системи чат-ботів пропонують переваги миттєвої доступності та природної діалогової взаємодії, схожої на проведення співбесіди. Крім того, чат-боти демонструють здатність сприяти випадковій взаємодії, сприяючи залученню користувачів. Крім того, ця технологія є перспективним інструментом для викладання та навчання в дистанційній та онлайн-навчанні.

Мобільні пристрої з їх різноманітними можливостями для співпраці, спілкування та навчання проклали шлях для впровадження технології чат-ботів. Однак молоде покоління часто стирає межі між інструментами соціальних мереж і мобільними пристроями. Мобільні пристрої пропонують такі переваги, як легкий доступ до мультимедійного вмісту, мобільність, гнучкість і миттєвий пошук інформації. Тим не менш, вони створюють такі проблеми, як читання навчальних матеріалів на маленьких екранах, зниження

концентрації та ефективності уваги, технологічні обмеження (термін служби батареї, підключення) і проблеми сумісності.

Незважаючи на ці проблеми, мобільні пристрої дозволяють учням отримувати швидкий зворотний зв'язок, створюючи середовище, орієнтоване на учня. Дослідження підтверджують потенціал взаємодії між учнями та вчителями за допомогою соціальних мереж, додатково підкреслюючи можливості, які надає інтеграція технології чат-ботів в освіту. В освіті найбільший внесок у застосування чат-ботів в освіті роблять United States, Taiwan and Hong Kong. Дослідження, пов'язані з чат-ботами в освіті, все ще перебувають на ранній стадії, оскільки існує небагато емпіричних досліджень, які досліджують використання ефективних дизайнів навчання або стратегій навчання з чат-ботами. Це передбачає великий простір для проведення відповідних досліджень для стимулювання інноваційного викладання з точки зору покращення навчального процесу та результатів навчання [2, 4, 11]. S. Wollny et.al зазначають, що з точки зору масштабованості та доступності, вони також пропонують унікальні можливості як комунікаційні та інформаційні засоби для цифрового навчання. Розробляються системи, наприклад, F. Clarizia et. al які можуть обробляти питання і завдяки використанню методів обробки природної мови та онтологій предметної області надавати відповіді студенту. Чат-бот може виконувати роль інтелектуального помічника, який покращує інноваційні освітні послуги у навчальних закладах, зменшуючи витрати на робочу силу. E. Kasthuri and S. Balaji для розробки навчального чат-бота використовують практичний набір даних MATLAB [8].

1.1.1. Чат – бот підтримки розв'язування задач з фізики

Нами зроблена спроба розробки чат-бота, який міг би видавати зв'язану (когерентну) відповідь на задану репліку, створюючи таким чином у користувача враження свідомого діалогу. При цьому очікується, що така поведінка бота буде демонструватися у першу чергу на репліки, що

стосуються заздалегідь обраної вузької тематики (типової задачі з фізики). За джерела даних для реалізації чат-бота нами було обрано підручники з фізики.

В нашій роботі розглядається створення чат-бота для допомоги учням у розв'язуванні задач з фізики.

Фізична задача відноситься до невеликої проблеми, яка вирішується шляхом застосування законів і методології фізики, використовуючи логічні висновки, математичні операції та експерименти. Вирішення таких проблем служить і метою, і засобом навчання, охоплюючи різні переваги, зокрема: 1) формування та збагачення фізичних уявлень; 2) розвиток фізичних навичок мислення; 3) виховувати практичне застосування знань. У навчальній практиці фізичні завдання використовуються для: 1) ознайомлення зі сценаріями розв'язування задачі та проблемними ситуаціями; 2) передавання нової інформації; 3) формування практичних навичок та вмінь; 4) оцінювання глибини і міцності знань; 5) закріплення, узагальнення та перегляд матеріалів; 6) виховувати творчі здібності. Займаючись розв'язуванням задач, в учнів виховуються працьовитість, допитливість, кмітливість, самостійність суджень, інтерес до навчання, сила волі, характер, наполегливість у досягненні поставлених цілей. Розв'язування задач є невід'ємною частиною більшості уроків фізики, а також позакласної роботи.

У процесі розробки чат – бота ми спиралися на узагальнену послідовність розв'язування задач [51, С.226].

Для деяких задач фізики використовуються алгоритмічні методи та метод графів. Хоча вони рідко використовуються на практиці, можливості чат-бота можуть кардинально змінити цю ситуацію. Алгоритм складається з правил, які на основі певної системи елементарних дій дозволяють надійно досягти бажаного результату. Розвиток умінь і навичок дотримання строго визначених правил має важливе значення в загальноосвітньому та

практичному застосуванні. Однак побудова таких алгоритмів є складним завданням.

Взагалі алгоритми розв'язування задач можна розділити на три групи: 1) загальні алгоритмічні правила, що окреслюють етапи та орієнтири вирішення будь-якої задачі; 2) алгоритмічні правила, характерні для певних типів задач; 3) алгоритмічні правила окремих операцій.

Процес розв'язування фізичних задач зазвичай включає три етапи діяльності учнів: 1) аналіз фізичної проблеми або опис фізичної ситуації; 2) пошук математичного розв'язку моделі; 3) реалізація розв'язку задачі та аналіз отриманих результатів.

На першому етапі на основі постановки задачі будується фізична модель задачі. Це передбачає аналіз умов проблеми, визначення відомих і невідомих параметрів і представлення фізичної моделі за допомогою наочних посібників, таких як малюнки, діаграми або графіки.

На другому етапі вступає в дію математичний аспект розв'язування фізичних задач. Це включає пошук зв'язків і відношень між відомими величинами та невідомими. Математична модель задачі встановлюється шляхом запису загальних рівнянь, які відповідають фізичній моделі. Додаткові параметри, такі як початкові умови або фізичні константи, розглядаються на основі конкретних умов, описаних у задачі. Нарешті, загальні рівняння адаптуються до конкретних умов задачі, а зв'язок між невідомими та відомими величинами виражається через часткові рівняння.

На третьому етапі виконуються такі дії: 1) аналітичний, графічний або чисельний розв'язок рівняння, що відноситься до невідомого; 2) аналіз отриманого результату на предмет його ймовірності та релевантності з подальшим записом відповіді; 3) узагальнення використаних методів, характерних для цього конкретного типу фізичної задачі, разом із пошуком альтернативних рішень.

Важливо підкреслити, що в освіті фізики цінний підхід у роботі зі студентами полягає в тому, щоб вони складали задачі, фізичний зміст яких

подібний до тих, що розв'язуються в класі, наприклад обернені задачі. Цей прийом показує високу ефективність у розвитку творчих здібностей і розумового потенціалу учнів.

Алгоритм розв'язання задачі можна окреслити так: 1) читання формулювання задачі, розуміння термінів і виразів; 2) узагальнення умов задачі та створення відповідних діаграм; 3) аналіз змісту, з'ясування фізичної сутності та формування чіткого розуміння явищ, процесів і станів об'єктів, викладених у задачі; 4) виявлення понять і законів, необхідних для вирішення задачі; 5) розробка плану розв'язку, включаючи можливі експерименти, включення фізичних констант і табличних даних, а також аналіз графічних матеріалів, таких як графіки або діаграми; 6) переведення значень фізичних величин у відповідні одиниці СІ; 7) виявлення закономірностей, що встановлюють зв'язки між шуканими і заданими величинами, і формулювання відповідних формул; 8) складання та розв'язування системи рівнянь у загальному вигляді, подібне до постановки та проведення експерименту; 9) розрахунок шуканої величини, паралельний аналіз результатів експерименту; 10) аналіз отриманої відповіді, оцінка впливу спрощень, дозволених у формулюванні проблеми та під час процесу вирішення, подібно до оцінки виконання експерименту; 11) розгляд альтернативних підходів до розв'язування задачі та вибір найбільш раціонального.

Дотримуючись цього алгоритму, учні можуть системно підходити й успішно розв'язувати широкий спектр фізичних задач.

У нашому дослідженні виконано аналіз сучасних підходів до розробки розмовних агентів у задачі підтримання природного діалогу на прикладі експерименту по створенню чат-бота, який взаємодіє з користувачем українською мовою. В рамках проведеного експерименту ми розглянули процес створення чат-бота, виявивши основні проблеми; запропонували базову реалізацію та її покращення. Також був сформований набір даних, шаблонів і евристичних правил, достатній для забезпечення різноманітності

відповідей бота у бесіді на профільну тему (в якості прикладу вибрана тема розв'язування задачі з фізики).

У зв'язку з актуальністю впровадження онлайн-ресурсів в освітній процес було розроблено експериментальний чат-бот для допомоги учням у самостійному розв'язуванні задач з фізики. Чат-бот спілкується з користувачем заздалегідь заданими текстовими повідомленнями. Користувач, який запустив бота, може ознайомитися зі змістом задачі, відповісти на запитання відповідно до кожного етапу розв'язування задачі, прочитати наступне повідомлення бота, щоб перейти до наступного етапу.

Оскільки чат-бот мав навчальне призначення, то його алгоритм є простий і такий, що містить заздалегідь підготовлений набір правил реагування на дії користувача. На основі означених етапів було створено блок-схему алгоритму (Додаток А).

Схема алгоритму чат-бота для розв'язування задач з фізики виконали за допомогою сервісу draw.io (<https://app.diagrams.net/>) Спочатку виконали налаштування базової структури діаграми. Можна обрати створення блок-схеми або діаграми послідовності для представлення алгоритму чат-бота. Для додавання фігур скористалися бібліотекою фігур ліворуч, щоб додати фігури до діаграми. Наприклад, ви можете використовувати прямокутники для представлення процесів або дій, ромби для позначення точок прийняття рішення та стрілки для відображення процесу виконання алгоритму. Визначили початкові, які включали такі дії, як привітання користувача, запит на формулювання проблеми або збір відповідних даних.

Додали точки прийняття рішень: визначили точки прийняття рішень в алгоритмі, де чат-боту потрібно зробити вибір на основі введених користувачем чи попередньо визначених правил. Використовували ромбоподібні форми, щоб відобразити ці точки прийняття рішення. З'єднали кроки та точки прийняття рішень: використовували стрілки, щоб об'єднати кроки та точки прийняття рішень у логічний послідовності. Це допомогло наочно продемонструвати, як прогресує алгоритм на основі різних сценаріїв.

Підпрограми або функції відобразили у вигляді окремих процесів або кроків на діаграмі. З'єднали їх належним чином, щоб продемонструвати потік керування.

Правильно розроблений алгоритм передбачає облік обробки помилок: Представити їх можна як додаткові моменти прийняття рішень або кроки, які допоможуть чат-боту впоратися з недійсними введеннями чи помилками. Макет містить мітки або анотації, щоб надати пояснення, де це необхідно. Готову діаграму зберегли та експортували у бажаному форматі (наприклад, як файл .drawіо або .png), використовуючи параметри, доступні в draw.іо. Можна експортувати діаграму в різні формати, наприклад PDF, SVG або JPEG. Означені кроки необхідно адаптувати відповідно до конкретного алгоритму чат-бота для розв'язування задач із фізики. Ключовим є чітке представлення логічної послідовності та моментів прийняття рішень, щоб інші могли з першого погляду зрозуміти алгоритм.

Чат-бот розроблений у сервісі Flow XO і діє на платформі Telegram (рис. 1.2)

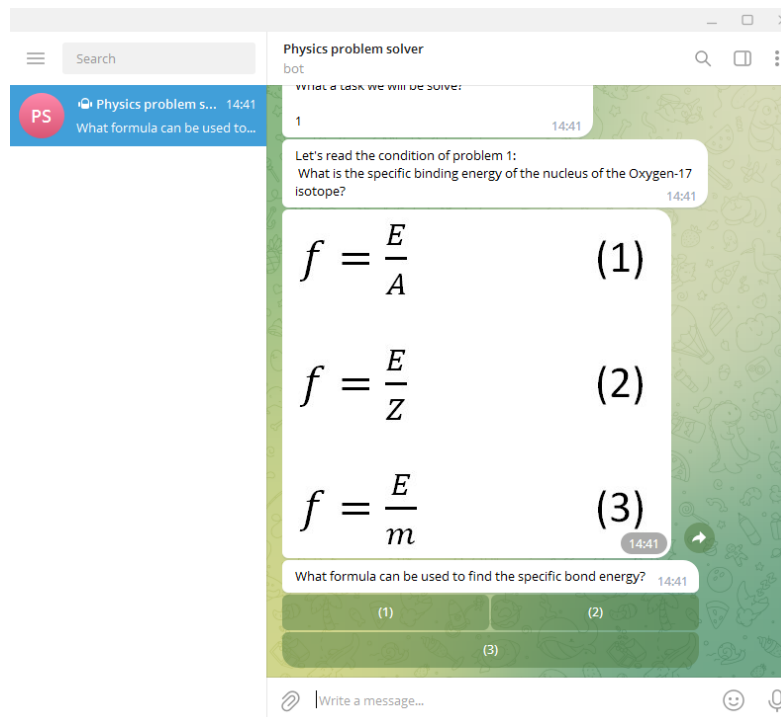


Рис. 1.2. Чат бот Physics problem solver на платформі Telegram

Flow XO — це універсальна платформа, яка дозволяє створювати чат-боти та автоматизувати різні завдання. Використовуючи його функції, можна створити чат-бота, який допоможе учням розв'язувати задачі з фізики. На першому етапі було визначено мету чат-бота. Почали із уточнення цілей і завдань чат-бота. Визначили розділи фізики, в яких учням може знадобитися допомога, і типи задач, з якими вони можуть зіткнутися. Це допомогло надалі відповідним чином структурувати функції та відповіді чат-бота. Далі відвідали веб-сайт Flow XO і зареєстрували обліковий запис. Після реєстрації отримали доступ до інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу платформи та ряду інструментів для створення свого чат-бота. Використовуючи інтерфейс перетягування Flow XO, спроектували потік розмови чат-бота. Визначили початкове привітання, можливі дії користувача та відповіді бота. Розробили логіку розгалуження для ефективної обробки різних сценаріїв і запитів користувачів. Додали попередньо визначені запитання та відповіді. Для миттєвої допомоги учням з типових фізичних задач, створили базу даних із попередньо визначеними запитаннями та відповідями. Включали різноманітні типи задач, що охоплюють різні поняття та рівні складності. Flow XO дозволяє вводити ці запитання та відповідні відповіді за допомогою дії «Поставити запитання». Flow XO забезпечує інтеграцію із зовнішніми ресурсами для покращення функціональності чат-бота. Можлива інтеграція відповідних ресурсів з фізики, таких як підручники, онлайн-довідники або навчальні веб-сайти. Ця інтеграція дозволить чат-боту надавати студентам додаткову інформацію та довідкові матеріали, коли це необхідно.

Найвідповідальнішим завданням є реалізація алгоритму розв'язування задачі. Щоб допомогти учням розв'язувати задачі з фізики крок за кроком, можна створювати алгоритми у Flow XO. З цією метою розбили процес розв'язування на більш дрібні логічні кроки та відповідно спланували відповіді чат-бота. Такий підхід допоможе учням ознайомитися з

необхідними обчисленнями, формулами та поняттями, необхідними для розв'язування задачі.

Щоб зробити процес навчання більш привабливим, доцільно інтегрувати інтерактивні елементи у чат-бот. Наприклад, можна вставити симуляції, візуалізації або інтерактивні тести, щоб зміцнити розуміння та полегшити практичне навчання. Після створення початкової версії чат-бота, необхідно ретельно протестувати його функціональність. Перевірити, чи немає у відповідях невідповідностей, помилок або прогалин. На цьому етапі також збирали відгуки учнів і вносили необхідні корективи для підвищення ефективності чат-бота. На завершальному етапі чат-бот потрібно розгорнути на платформі за вашим вибором. Flow XO дозволяє інтегруватися з такими популярними платформами обміну повідомленнями, як Facebook Messenger, Slack, Telegram або веб-сайт, що робить його доступним для студентів на їхніх бажаних платформах (рис. 1.3).

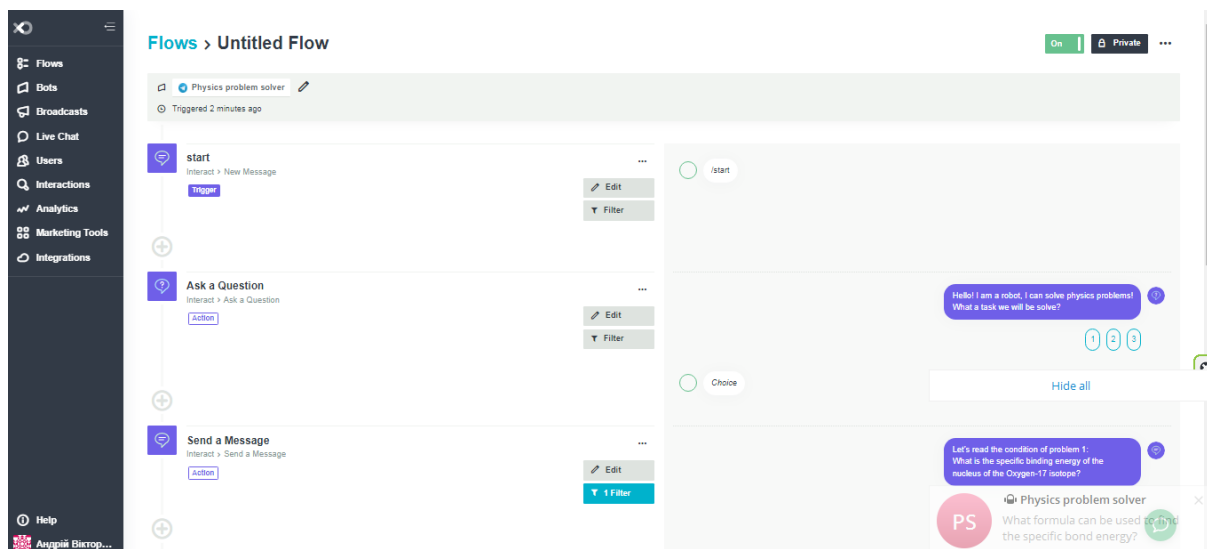


Рис. 1.3. Сервіс Flow XO для розробки чат-ботів

Продуктивність чат-бота потрібно постійно відстежувати та збирати відгуки від користувачів. Відгук необхідні, щоб визначити сфери, які потрібно покращити, і відповідно оновити чат-бота. Регулярні оновлення гарантують, що чат-бот залишатиметься актуальним і ефективним у допомозі учням розв'язувати задачі з фізики.

1.2. Висновки до розділу

На основі проведеного аналізу вдалося встановити, що в умовах триваючого протистояння, обстрілу Росією цивільних об'єктів із ракетно-артилерійського озброєння використання дистанційних освітніх технологій є актуальним. Як показує український досвід використання дистанційної освіти в умовах війни, цей спосіб організації навчального процесу майже безальтернативний. Агресивні дії російської армії та загроза обстрілу навчальних закладів ускладнюють традиційну роботу навчальних закладів. Отже, для України в недалекому майбутньому дистанційне навчання є невід'ємною частиною освіти майбутнього. Ми прогнозуємо, що в майбутньому механізми дистанційного навчання будуть тільки вдосконалюватися, що вплине на поширення та розвиток онлайн-освіти в цілому.

У дослідженні розглядається можливість використання чат-бота при навчанні розв'язуванню задач з фізики на основі розробленого алгоритму. Цей формат навчання дозволяє досягти позитивної динаміки вивчення фізики. При цьому чат-бот стимулює учнів користуватися структурами, які вивчаються – прочитати умову задачі, розглянути формули, які описують фізичний закон, перетворити формули, представити значення фізичних величин у СІ, виконати обчислення тощо. Чат-бот дозволяє виконувати завдання як у синхронній, так і в асинхронній формі.

Розділ 2. Методика вивчення розділу "Атомна і ядерна фізика" в 11 класі в умовах дистанційного навчання із застосуванням ІКТ

У другому розділі розв'язується завдання, що стосується розробки навчально-методичного комплексу, обґрунтування методики його застосування під час дистанційного навчання.

Далі розглянемо методику проведення деяких уроків з розділу «Атомна і ядерна фізика» в 11 класі.

2.1.1. Дослід Резерфорда. Постулати Бора. Енергетичні рівні атома

Мета уроку: Навчальна. Ознайомити учнів з ядерною моделлю атома; розкрити шляхи виходу із кризи класичної фізики; ознайомити учнів з лінійчастими й молекулярними спектрами випромінювання. **Розвивальна.** Розвивати пізнавальні навички учнів; вміння аналізувати навчальний матеріал, умову задачі, хід розв'язання задач; вміння стисло і грамотно висловлювати свої міркування та обґрунтовувати їхню правильність. **Виховна.** Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу. **Наочність і обладнання:** навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Що ви знаєте про будову речовини? Яка будова атома? Яким чином її вдалося встановити? Які гіпотези висувалися для теоретичних і практичних досліджень?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Модель атома Джозефа Томсона

Джозеф Томсон у 1903 р. запропонував одну з перших моделей будови атома.

«Пудинг з родзинками»

Атом має форму кулі, по всьому об'єму якої рівномірно розподілений позитивний заряд, а негативно заряджені електрони вкраплені в кулю; сумарний заряд електронів дорівнює заряду кулі, тому атом є електрично нейтральним.



Проблемне питання

- Чи дійсно позитивний заряд розподілений по всьому об'єму атома?

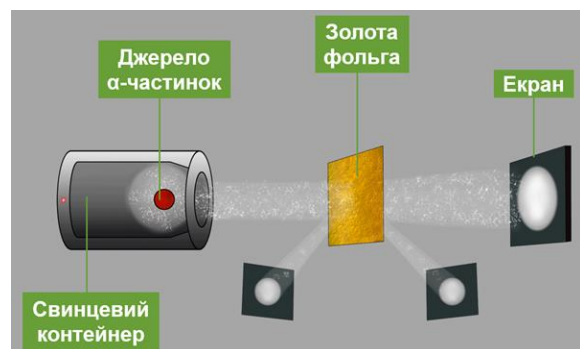
2. Класичний дослід Резерфорда

Ернест Резерфорд, Ернест Марсден і Ганс Гейгер у 1908-1911 рр. проводили серію дослідів щодо з'ясування структури атома. Для дослідів учені використали речовину, із якої з великою швидкістю вилітали позитивно заряджені частинки – так звані α -частинки.

Вузкий пучок α -частинок зі свинцевого контейнера спрямовувався на тонку золоту фольгу, а далі потрапляв в екран, покритий шаром кристалів цинк сульфід. Якщо в такий екран улучала α -частинка, то в місці її влучання відбувався слабкий спалах світла. Учені спостерігали спалахи за допомогою мікроскопа та реєстрували влучання α -частинок в екран.

Під час дослідів було виявлено:

- переважна більшість α -частинок проходить крізь золоту фольгу, не змінюючи напрямку руху;
- деякі відхиляються від початкової траєкторії;



- приблизно одна з 20 000 частинок відскакувала від фольги, начебто натикаючись на якусь перешкоду.

Проблемне питання

- Чому деякі α -частинки відскакують від фольги?

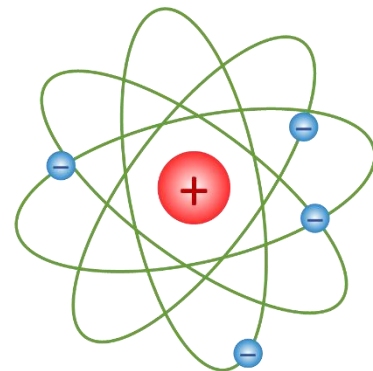
Якщо позитивний заряд і маса рівномірно розподілені по всьому об'єму атома (так вважав Дж. Томсон), то всі α -частинки повинні пролетіти крізь фольгу практично не відхиляючись (маленькі електрони не можуть зупинити досить важкі й швидкі α -частинки – ядра атома Гелію, що рухаються зі швидкістю 10 000 км/с).

Якщо ж позитивний заряд і маса зосереджені всередині атома – в невеликому порівняно з атомом об'єкті, – то, зіштовхнувшись із ним, позитивно заряджена α -частинка може відскочити назад, а ті α -частинки, які пролітають близько до цього об'єкта, можуть відхилитися внаслідок електричного відштовхування.

Очевидно, що результатам експерименту відповідає саме друге припущення. У 1911 р., після дослідів із розсіяння α -частинок, Резерфорд запропонував *планетарну (ядерну) модель будови атома*.

Планетарна (ядерна) модель будови атома:

- атом складається з позитивно зарядженого ядра, оточеного негативно зарядженими частинками – електронами;
- 99,9% маси і весь позитивний заряд атома зосереджені в ядрі атома;
- розмір ядра порівняно з атомом надзвичайно малий (діаметр атома становить приблизно 10^{-10} м, а ядра – 10^{-15} м).



Проблемне питання

- Рух планетарною орбітою є рухом із доцентровим прискоренням, електрон повинен випромінювати електромагнітні хвилі, а отже, витратити енергію і з часом впасти на ядро. Чому атом залишається стабільним?

3. Постулати Бора

Модифікацію планетарної моделі запропонував у 1913 р. данський фізик Нільс Бор (1885-1962), який був упевнений, що розглядати будову атома слід із точки зору квантових уявлень. Бор припустив існування особливих станів атомів і сформулював два постулати.

Перший постулат Н. Бора (про стаціонарні стани):

Існують особливі стани атома, в яких він не випромінює енергію. Такі стани атома називають стаціонарними.

Другий постулат Н. Бора (про квантові стрибки):

При переході з одного стаціонарного енергетичного стану в інший атом випромінює або поглинає квант електромагнітної енергії.

$$h\nu = |E_k - E_m|$$

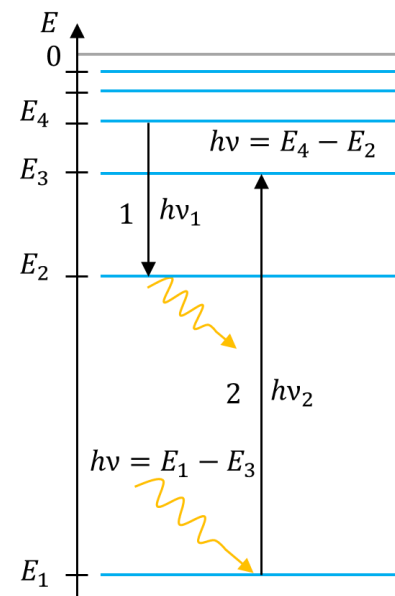
$h\nu$ – енергія кванта

E_k – енергія початкового стану атома

E_m – енергія стану, в який перейшов атом

Для наочної демонстрації енергетичного стану атомів застосовують спеціальні схеми. Стаціонарний стан з найнижчим енергетичним рівнем (E_1) називають *основним станом*. Інші стаціонарні стани атома (E_2, E_3, \dots) називають *збудженими станами*.

У разі переходу на нижній рівень ($E_k > E_m$), атом випромінює фотон енергією $h\nu = |E_k - E_m|$, а у випадку переходу на вищий рівень ($E_k < E_m$) – поглинає.



4. Фізичні основи квантової механіки

У 1924 р. французький фізик Луї де Бройль (1892-1987) висунув гіпотезу, згідно з якою *корпускулярно-хвильовий дуалізм є характерним не лише для фотонів, а й для будь-яких інших мікрочастинок.*

Корпускулярно-хвильовий дуалізм – універсальна властивість матеріальних об'єктів, яка полягає в тому, що в поведінці того самого об'єкта можуть виявлятися і корпускулярні, і хвильові риси.

Уявлення про корпускулярно-хвильовий дуалізм частинок лежить в основі квантової механіки, яка є одним із основних напрямів сучасної фізики.

За Луї де Бройлем, формули для розрахунку *енергії* та *імпульсу* можна застосовувати не тільки для фотонів так і для інших частинок:

$$E = h\nu \quad p = \frac{h}{\lambda}$$

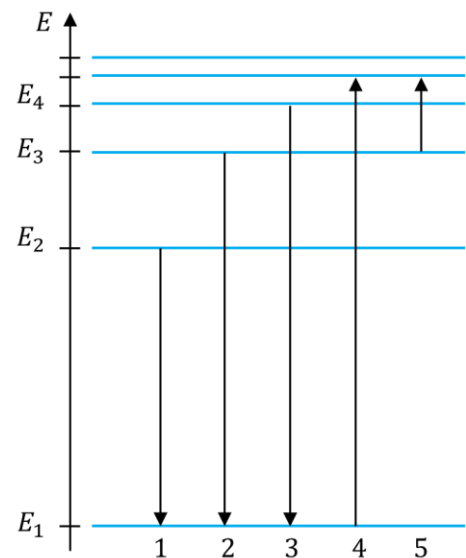
Кожній рухомій частинці відповідає певна хвиля – хвиля де Бройля:

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

Довжина хвилі де Бройля для всіх частинок виявляється дуже малою. Разом із тим зараз експериментально виявлено хвильові властивості не тільки електронів та інших елементарних частинок, але й атомів і молекул.

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

1. На схемі енергетичних рівнів деякого атома переходи цього атома з одного енергетичного стану в інший. Під час яких переходів атом випромінює фотон? поглинає фотон?



У разі переходу на нижній рівень ($E_k > E_m$), атом випромінює фотон, а у випадку переходу на вищий рівень ($E_k < E_m$) – поглинає.

Атом випромінює фотон під час переходів 1, 2, 3.

Атом поглинає фотон під час переходів 4, 5.

2. Під час якого переходу атома частота випроміненого або поглиненого ним фотона є найбільшою? Під час якого переходу є більшою довжина хвилі?

$$h\nu = |E_k - E_m| = E_{km} \Rightarrow \nu = \frac{E_{km}}{h}$$

Більшій енергії фотона відповідає більша частота.

Частота фотона є максимальною в 4 переході.

$$\frac{hc}{\lambda} = |E_k - E_m| = E_{km} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_{km}}$$

Меншій енергії фотона відповідає більша довжина хвилі.

Довжина хвилі є максимальною в 5 переході.

3. Припустимо, що схема енергетичних рівнів атомів розрідженого газу має вигляд, як показано на рисунку. У початковий момент атоми перебувають у стані з енергією E_1 . Фотони з якою енергією може поглинати газ?

Дано:

$$E_1 = -8,72 \cdot 10^{18} \text{ Дж}$$

$$E_2 = -2,18 \cdot 10^{18} \text{ Дж}$$

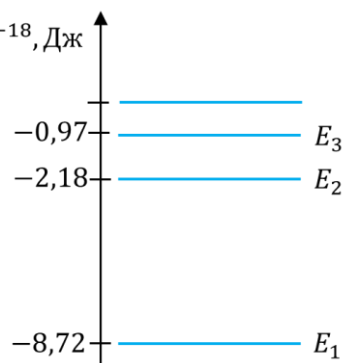
$$E_3 = -0,97 \cdot 10^{18} \text{ Дж}$$

$$E_{12} - ?$$

$$E_{13} - ?$$

$$E_{23} - ?$$

$E \cdot 10^{-18}, \text{ Дж}$



Розв'язання

$$E_{km} = |E_k - E_m|$$

$$[E_{km}] = \text{Дж} - \text{Дж} = \text{Дж}$$

$$E_{12} = |E_1 - E_2|$$

$$E_{13} = |E_1 - E_3|$$

$$E_{23} = |E_2 - E_3| E_{12} = |-8,72 \cdot 10^{18} - (-2,18 \cdot 10^{18})| = 6,54 \cdot 10^{18} \text{ (Дж)}$$

$$E_{13} = |-8,72 \cdot 10^{18} - (-0,97 \cdot 10^{18})| = 7,75 \cdot 10^{18} \text{ (Дж)}$$

$$E_{23} = |-2,18 \cdot 10^{18} - (-0,97 \cdot 10^{18})| = 1,21 \cdot 10^{18} \text{ (Дж)}$$

Відповідь: $E_{12} = 6,54 \cdot 10^{18} \text{ Дж}$; $E_{13} = 7,75 \cdot 10^{18} \text{ Дж}$; $E_{23} = 1,21 \cdot 10^{18} \text{ Дж}$.

4. Для іонізації атома Нітрогену необхідна енергія 14,53 еВ.
Знайдіть довжину хвилі випромінювання, що викликає його іонізацію.

Дано:

$$E = 14,53 \text{ еВ}$$

$$= 14,53 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$= 23,248 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$\lambda - ?$$

Розв'язання

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} \quad [\lambda] = \frac{\text{Дж} \cdot \text{с} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\text{Дж}} = \text{м}$$

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{23,248 \cdot 10^{-19}} \approx 0,856 \cdot 10^{-7} \text{ (м)}$$

Відповідь: $\lambda \approx 85,6 \text{ нм}$.

V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Бесіда за питаннями

1. Опишіть модель атома Дж. Томсона.
2. Опишіть дослід під керівництвом Е. Резерфорда із розсіювання α -частинок атомами Ауруму. Яких висновків дійшов Резерфорд на підставі результатів цього дослідю?
3. У чому розбіжність між моделями атомів, запропонованими Дж. Томсоном і Е. Резерфордом?
4. У чому недосконалість планетарної моделі атома?
5. Сформулюйте постулати Н. Бора.
6. У чому сутність корпускулярно-хвильового дуалізму?

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 37, Вправа № 37 (3)

2.1.2. Види спектрів. Основи спектрального аналізу

Мета уроку: **Навчальна.** Ознайомити учнів з лінійчастими й молекулярними спектрами випромінювання. **Розвивальна.** Розвивати пізнавальні навички учнів; вміння аналізувати навчальний матеріал, умову задачі, хід розв'язання задач; вміння стисло і грамотно висловлювати свої міркування та обґрунтовувати їхню правильність. **Виховна.** Виховувати

уважність, зібраність, спостережливість. **Тип уроку:** урок вивчення нового матеріалу. **Наочність і обладнання:** навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Ми знаємо, що спектральний склад світла вивчають за допомогою спектральних апаратів. Що ми можемо дізнатися про тіло завдяки його спектральному аналізу?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Лінійчасті спектри

Якщо кинути дрібочку кухонної солі в полум'я газового пальника, воно забарвлюється в жовтий колір.

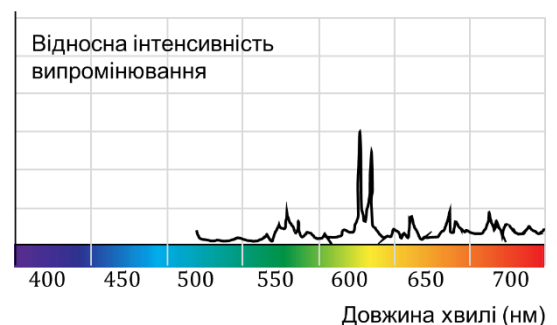
Проблемні питання

- Яка причина цього явища?

До складу кухонної солі входить Натрій, і саме атоми цього елемента зумовлюють характерне жовте випромінювання.

- Який механізм появи цього випромінювання?

У полум'ї пальника натрій нагрівається, і атоми Натрію переходять у збуджений стан. Повертаючись в основний стан, атоми *випромінюють електромагнітні хвилі*, причому відповідно до постулатів Бора – *чітко визначених частот, а отже, і довжин*. Для Натрію найбільша інтенсивність випромінювання припадає на довжини хвиль, які відповідають світлу жовтого кольору.



Численні дослідження довели, що за нагрівання до дуже високої температури атоми будь-якого хімічного елемента можуть випромінювати світло, вузький пучок якого розкладається призмою на кілька пучків.

Лінійчастий випромінювання – це різнокольорові лінії, розділені широкими темними смугами.



Такі спектри дають *речовини в газоподібному атомарному (не молекулярному) стані за високої температури.*

Лінійчастий спектр поглинання – це темні лінії на фоні неперервного спектра. Спостерігається коли *біле світло пропускають через речовину в газоподібному стані.*

Розташування темних ліній у спектрі поглинання речовини за даної температури точно збігаються з розташуванням світлих ліній у спектрі випромінювання цієї самої речовини за тієї самої температури. *Речовина в атомарному газуватому стані за даної температури випускає і поглинає хвилі однакових частот (правило Кірхгофа).*



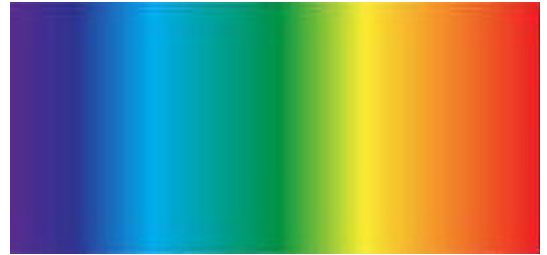
Лінійчастий спектр будь-якого конкретного хімічного елемента не збігається з лінійчастим спектром інших хімічних елементів, а отже, є своєрідною «візитівкою» елемента.

Смугастий спектр випромінювання – це система смуг із численних і дуже близько розташованих одна до одної ліній.

Такі спектри *утворюються молекулами, що слабо зв'язані або зовсім не зв'язані між собою.* Така спектральна картина пояснюється тим, що при збудженні молекули відбуваються як енергетичні переходи в атомах (атоми переходять у стани з більшим рівнем енергії), так і збудження коливань атомів усередині молекули й обертання молекули. Енергія коливального руху атомів усередині молекули та енергія обертального руху молекули теж підпорядковуються законам квантової фізики і мають низку дискретних значень. Таким чином, один енергетичний рівень розбивається на безліч коливальних підрівнів. Кількість можливих переходів (повернень в основний

стан) різко збільшується, що зумовлює виникнення величезної кількості ліній спектра, які зливаються в широкі смуги.

Неперервний спектр випромінювання – це спектр, в якому представлені всі довжини хвиль від червоного до фіолетового.



Неперервний спектр випромінюють стиснені гази, рідини і тверді тіла нагріті до високої температури. Існування неперервного спектра зумовлене не тільки властивостями окремих випромінюючих атомів, а й значно залежить від взаємодії атомів між собою.

2. Основи спектрального аналізу

Спектральний аналіз – це метод якісного і кількісного визначення складу речовини за її спектром. Дослідження спектрів випромінювання дозволяє одержати інформацію про *елементний склад речовин*. Зараз визначено спектри всіх атомів й складено *таблиці спектрів*.

Дослідження спектрів поглинання зір та інших астрономічних об'єктів дозволяє дізнатися про їх хімічний склад, температуру, тиск, швидкість та інші важливі параметри. Якщо сфотографувати спектр сонячного світла, отриманий за допомогою якісного спектроскопа, то на знімку будуть спостерігатися чіткі лінії поглинання. Уперше ці лінії описав німецький фізик Йозеф Фраунгофер (1787-1826), тому вони отримали назву – *лінії Фраунгофера*. Поява цих ліній пов'язана з проходженням сонячного світла через атмосферу Сонця і частково з проходженням через атмосферу Землі. Таким чином, лінії Фраунгофера – це спектр поглинання. За цими лініями було встановлено, що на Сонці є Гідроген, Кальцій, Натрій, Ферум та інші хімічні елементи.

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАТЬ І ВМІНЬ

1. Яким є спектр розрідженого атомарного водню? молекулярного водню? Яким є спектр сильно стисненого водню?

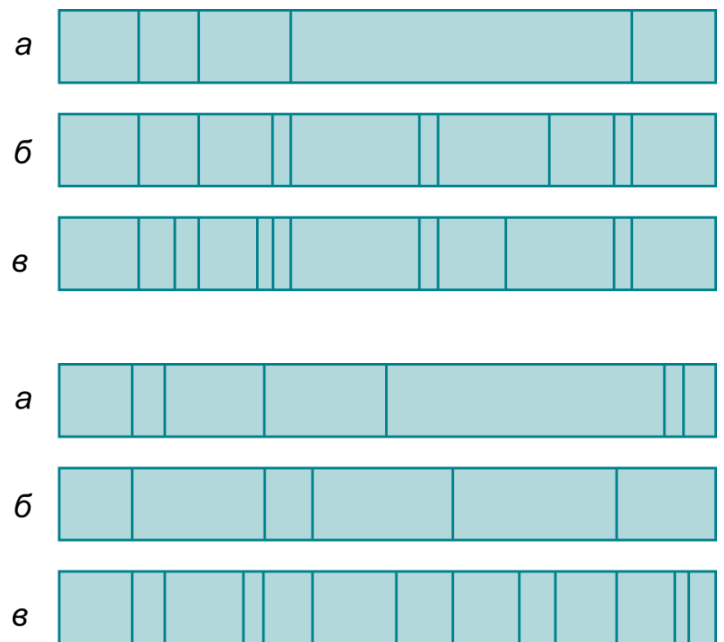
Розріджений атомарний водень має лінійчастий спектр (такі спектри дають речовини в газоподібному атомарному (не молекулярному) стані за високої температури).

Молекулярний водень має смугастий спектр (такі спектри утворюються молекулами, що слабо зв'язані або зовсім не зв'язані між собою).

Сильно стиснутий водень має неперервний спектр (такі спектри випромінюють стиснені гази, рідини і тверді тіла нагріті до високої температури)

2. На рисунку подано лінії спектра поглинання Гідрогену (а) і двох сумішей газів (б, в). У якій суміші є Гідроген?

Лінії спектра поглинання Гідрогену (а) є на лініях поглинання сумішей б і в, отже у випадку б і в у суміші газів наявний Гідроген.



3. На рисунку подано лінії спектра поглинання двох газів (а, б) і суміші газів (в). Чи є в суміші гази а і б?

Так як в спектрі поглинання суміші газів (в) наявні лінії поглинання газу (а) і газу (б), то в цій суміші є гази а і б.

4. Чому під час спектрального аналізу молекулярних сполук використовують характеристичне, а не гальмівне рентгенівське випромінювання?

Характеристичне рентгенівське випромінювання – це високоенергетичне збудження електронних орбіт атомів. Гальмівне рентгенівське випромінювання виникає під час величезного прискорення електронів, що гальмують біля аноду. Під час спектрального аналізу молекулярних сполук

використовують характеристичне рентгенівське випромінювання, бо саме воно характеризує конкретні атоми хімічних елементів з унікальними конфігураціями електронних орбіт.

V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Бесіда за питаннями

1. Чому атоми випромінюють світло?
2. Що мають спільного і чим відрізняються лінійчасті спектри випромінювання і поглинання?
3. Чому кожному хімічному елементу притаманний власний лінійчастий спектр?
4. Які речовини і в якому стані випромінюють лінійчастий спектр? смугастий спектр? неперервний спектр?
5. Назвіть характерні риси спектрів випромінювання молекул.
6. Де застосовують спектральний аналіз?
7. Наведіть приклади застосування спектрального аналізу в астрономії.

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 37, Вправа № 37 (5)

2.1.3. Квантово-оптичні генератори (лазери)

Мета уроку: Навчальна. Формувати знання про спонтанне та вимушене випромінювання, будову та принцип дії квантового генератора випромінювання, перетворення енергії, властивості лазерного випромінювання та широке використання лазерів у різних галузях.

Розвивальна. Розвивати пізнавальні навички учнів; вміння аналізувати навчальний матеріал, умову задачі, хід розв'язання задач; вміння стисло і грамотно висловлювати свої міркування та обґрунтовувати їхню правильність. **Виховна.** Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу. **Наочність і обладнання:** навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Що таке квантові генератори та де їх застосовують?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Спонтанне і вимушене випромінювання

Час життя атома у збудженому стані зазвичай є дуже нетривалим і становить 10^{-9} – 10^{-10} с, після чого атом «самостійно» (спонтанно) повертається в основний стан із випромінюванням фотонів (або фотона) чітко визначених частот.

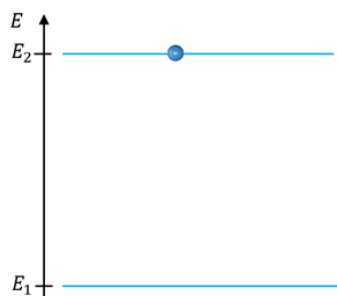
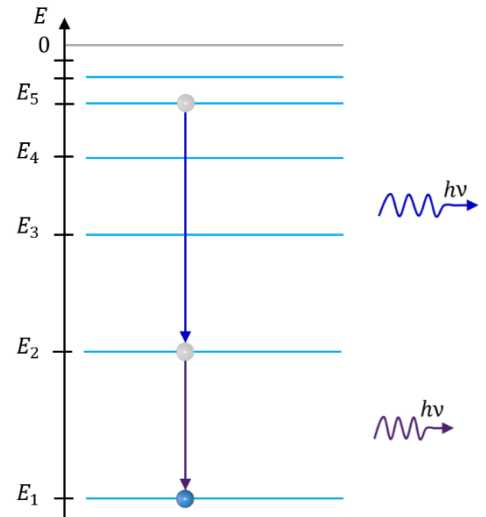
Спонтанне випромінювання – це випромінювання, що випускається внаслідок спонтанного переходу атома з

одного стану в інший. Спонтанне випромінювання некогерентне, бо кожен атом починає й закінчує випромінювати незалежно від інших.

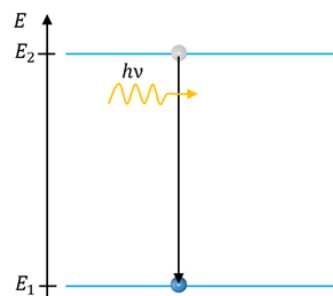
У деяких випадках перехід електрона з верхнього енергетичного рівня на нижній із випромінюванням фотона може відбуватися не тільки спонтанно, але й вимушено – під впливом зовнішнього електромагнітного поля.

Індуковане (вимушене) випромінювання – це випромінювання, що випускається внаслідок вимушеного (під впливом зовнішньої електромагнітної хвилі) переходу атома зі збудженого стану в основний.

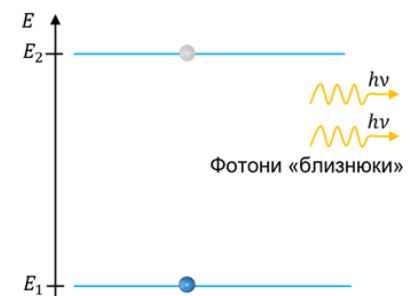
Індуковане випромінювання монохроматичне, когерентне, поляризоване, практично не розсіюється (можна отримати дуже вузький пучок світла).



Атом у збудженому стані



$$E_2 - E_1 = h\nu$$



Атом в основному стані

Фотони «близнюки»

Уже зазначалося, що атом перебуває у збудженому стані дуже короткий час. **Метастабільний стан** – це стан при якому атоми речовини мають збуджені стани, в яких вони можуть перебувати протягом доволі тривалого часу, порядку 10^{-3} с.

Індуковане випромінювання таких атомів спричинило появу принципово нового типу генераторів світла – *квантових генераторів*.

2. Квантовий генератор

Проблемні питання

- Як працює квантовий генератор?

Квантовий генератор – це джерело електромагнітних хвиль, дія якого будується на явищі вимушеного випромінювання.

Перший квантовий генератор був створений у 1954 р. двома незалежними одна від одної групами радіофізиків – радянськими фізиками *Миколою Геннадійовичем Басовим* (1922-2001), *Олександром Михайловичем Прохоровим* (1916-2002) і групою американських учених під керівництвом *Чарлза Гарда Таунса* (1915-2015). Винайдений квантовий генератор випромінював електромагнітні хвилі радіодіапазону.

Перші лазери були створені у 1960 р.

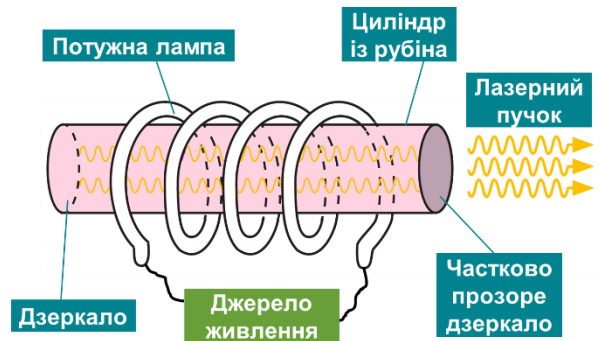
Лазер – це квантовий генератор, який працює в оптичному діапазоні.

Принцип роботи лазерів:

Якщо на збуджений атом падає фотон, енергія якого дорівнює енергії збудження, то взаємодія цього фотона зі збудженим атомом спричиняє повернення атома в основний стан із випромінюванням вторинного фотона. Напрямок руху та енергія вторинного фотона такі самі, як у фотона, що спричинив випромінювання, тобто виникають два фотони-«близнюки». Якщо в речовині буде багато збуджених атомів, то кожний із фотонів-«близнюків» спричинить появу двох нових «близнюків» і т. д. Урешті-решт виникне «лавина» фотонів з однаковими характеристиками.

Принцип роботи рубінового лазеру:

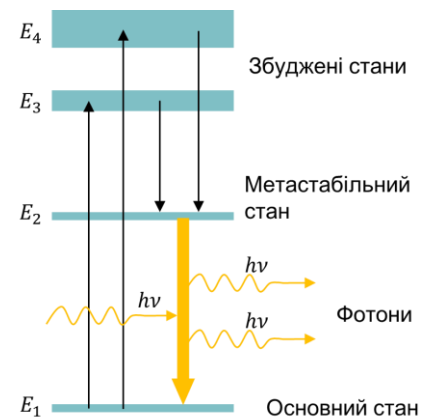
Рубін – це кристал алюміній оксиду (Al_2O_3), у якому невелика кількість атомів Алюмінію (0,05%) заміщена атомами Хрому (атоми Хрому мають метастабільний стан).



Кристалу надають форми циліндра, на два торці якого наносять відбивний шар (дзеркало). Одна із дзеркальних поверхонь повністю відбиває світло, друга є частково прозорою: 92 % світлового потоку відбивається від неї, а близько 8 % пропускається. Рубіновий стрижень поміщений усередину імпульсної спіральної лампи, яка є джерелом збуджувального випромінювання. Під час спалаху лампи атоми Хрому, поглинаючи випромінювання певної частоти, переходять із основного стану з енергією E_1 у збуджені стани з енергіями E_3 , E_4 .

Накачуванням – це процес переведення атомів з основного стану в збуджений, а лампа, яку використовують для цього – це лампа накачування.

Час перебування атомів Хрому в збудженому стані (на рівнях з енергіями E_3 , E_4) є малим, і тому майже миттєво більша частина атомів переходить у метастабільний стан з енергією E_2 .



Варто одному атому Хрому здійснити спонтанний перехід із метастабільного стану в основний із випромінюванням фотона, як виникає лавина фотонів, спричинена індукованим випромінюванням атомів Хрому, що перебувають у метастабільному стані. Якщо напрямок руху первинного фотона є чітко перпендикулярним до торців рубінового циліндра (а такі фотони є завжди), то первинні та вторинні фотони відбиваються від одного торця й летять крізь кристал до другого торця. На своєму шляху фотони

спричиняють вимушене випромінювання в інших атомах Хрому і т.

д. Процес завершується за 10^{-8} – 10^{-10} с. Потужність світлового випромінювання лазера може сягати 10^9 Вт, що перевищує потужність електростанції.

3. Застосування лазерів

Лазерні пучки використовують:

В науці – як якісні джерела монохроматичного когерентного світла;

В техніці – для різання, зварювання, свердлення матеріалів;

В хірургії й офтальмології – як скальпель для «приварювання» сітківки.

За допомогою лазерного пучка здійснюють *кабельний теле- і радіозв'язок*, одержують *голографічні зображення*.

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

1. Чому звичайну лампу не можна вважати квантовим генератором?

Лампу не можна вважати квантовим генератором через те, що вона випромінює під дією спонтанного випромінювання, а квантові генератори випромінюють електромагнітні хвилі під дією вимушеного (індукованого) випромінювання.

2. Максимального енергетичного рівня атоми рубінового лазера сягають у разі поглинання світлових хвиль довжиною 560 нм, при цьому лазер генерує хвилі довжиною 694 нм. Яку енергію випромінює атом під час переходу зі стану з найбільшим рівнем енергії у метастабільний стан?

Дано:

$$\lambda_1 = 560 \text{ нм}$$

$$= 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$\lambda_2 = 694 \text{ нм}$$

$$= 6,94 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$E_{12} = ?$$

Розв'язання

$$E_{12} = E_1 - E_2 = \frac{hc}{\lambda_1} - \frac{hc}{\lambda_2} = hc \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right)$$

$$[E_{12}] = \text{Дж} \cdot \text{с} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \left(\frac{1}{\text{м}} - \frac{1}{\text{м}} \right) = \text{Дж}$$

$$E_{12} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot \left(\frac{1}{5,6 \cdot 10^{-7}} - \frac{1}{6,94 \cdot 10^{-7}} \right)$$

$$\approx 6,86 \cdot 10^{-34} \text{ (Дж)}$$

Відповідь: $E_{12} \approx 6,86 \cdot 10^{-34}$ Дж.

3. Лазерна указка – це портативний квантово-оптичний генератор. Скільки фотонів за секунду випромінює такий генератор, якщо він працює на довжині хвилі 532 нм, а потужність його випромінювання становить 5 мВт? Світло якого кольору випромінює ця лазерна указка?

Дано:

$$t = 1 \text{ с}$$

$$\begin{aligned} \lambda &= 532 \text{ нм} \\ &= 5,32 \cdot 10^{-7} \text{ м} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= 5 \text{ мВт} \\ &= 5 \cdot 10^{-3} \text{ Вт} \end{aligned}$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$N - ?$$

Розв'язання

Потужність випромінювання:

$$P = \frac{W}{t}$$

Сумарна енергія випромінювання фотонів:

$$W = NE$$

Енергія одного фотона:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

$$P = \frac{N \cdot \frac{hc}{\lambda}}{t} = \frac{Nhc}{\lambda t} \Rightarrow N = \frac{P\lambda t}{hc}$$

$$N = \frac{\text{Вт} \cdot \text{м} \cdot \text{с}}{\text{Дж} \cdot \text{с} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{с}} \cdot \text{с}}{\text{Дж}} = 1$$

$$N = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 5,32 \cdot 10^{-7} \cdot 1}{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} \approx 1,34 \cdot 10^{16}$$

Відповідь: $N \approx 1,34 \cdot 10^{16}$; колір зелений.

V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Бесіда за питаннями

1. Яке випромінювання називають спонтанним? індукованим (вимушеним)? Назвіть їх властивості.

2. Яку властивість повинні мати атоми активної речовини в оптичному квантовому генераторі?

3. Як улаштований лазер?

4. Поясніть, як працює лазер.

5. Наведіть приклади застосування лазерів.

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 38, Вправа № 38 (1, 5)

2.1.4. Протонно-нейтронна модель атомного ядра. Ядерні сили. Енергія зв'язку атомних ядер

Мета уроку: Навчальна. Ознайомити учнів з моделлю ядра атома й з історією відкриття протона й нейтрона; ознайомити учнів з новим видом взаємодії між частинками, що становлять ядро атома. **Розвивальна.** Розвивати пізнавальні навички учнів; вміння аналізувати навчальний матеріал, умову задачі, хід розв'язання задач; вміння стисло і грамотно висловлювати свої міркування та обґрунтовувати їхню правильність. **Виховна.** Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу. **Наочність і обладнання:** навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Із яких частинок складається атом? атомне ядро?

Які сили існують у ядрі?

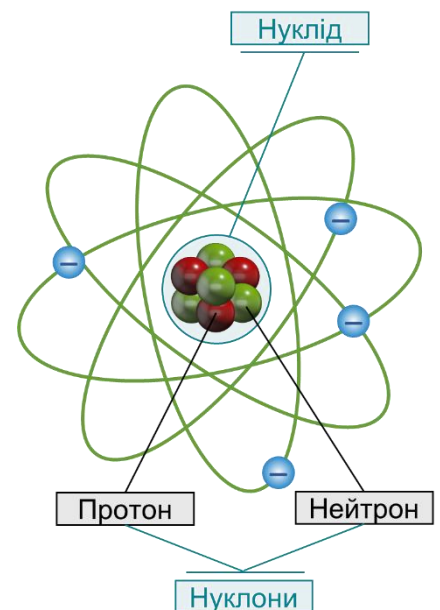
III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Будова атомного ядра

Атомне ядро складається із частинок двох видів:

- протони (мають позитивний електричний заряд);
- нейтрони (не мають заряду).

Нуклони – це протони й нейтрони, що входять до складу ядра атома.

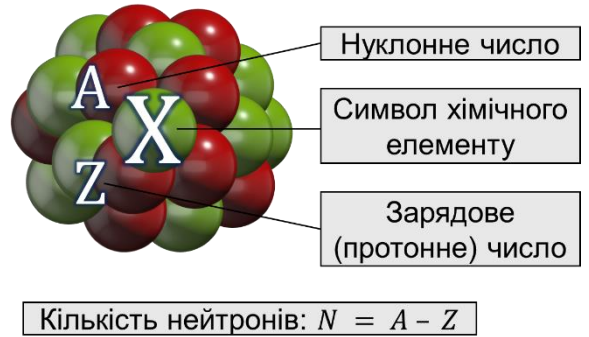


Нуклонне (масове) число (A) – це сумарна кількість протонів і нейтронів в атомі.

Зарядове (протонне) число (Z) – це кількість протонів у ядрі.

Кількість нейтронів (N) у цьому ядрі: $N = A - Z$.

Нуклід – це вид атомів, який характеризується певним значенням зарядового числа та певним значенням масового числа.



Проблемне питання

- Скільки протонів і нейтронів містить ядро нукліда Титану ${}^{48}_{22}\text{Ti}$?

$A = 48; \quad Z = 22; \quad N = 48 -$

$22 = 26$

Ізотопи – це різновиди атомів того самого хімічного елемента, ядра яких містять однакове число протонів, але різну кількість нейтронів.

Ізотопи Гідрогену



Проблемне питання

- Скільки протонів і нейтронів містять ядра Урану ${}^{238}_{92}\text{U}$ і ${}^{235}_{92}\text{U}$? Чи можна їх назвати ізотопами?

${}^{238}_{92}\text{U}: \quad A = 238; \quad Z = 92; \quad N = 238 - 92 = 146$

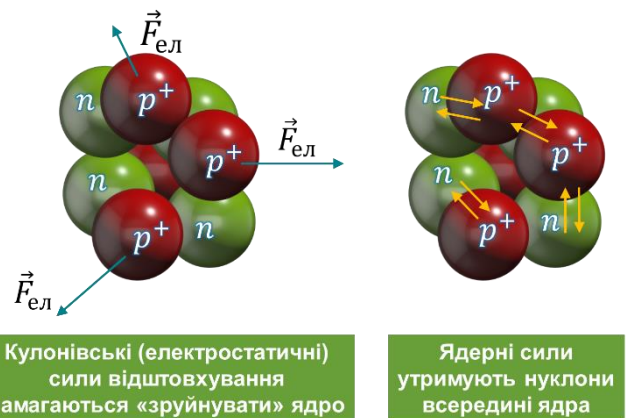
${}^{235}_{92}\text{U}: \quad A = 235; \quad Z = 92; \quad N = 235 - 92 = 143$

Ядра ${}^{238}_{92}\text{U}$ і ${}^{235}_{92}\text{U}$ містять однакове число протонів, але різну кількість нейтронів тому є ізотопами.

2. Ядерні сили

Проблемне питання

- Яким чином у складі одного ядра і на дуже близькій відстані



один від одного утримуються протони, адже однойменно заряджені частинки відштовхуються?

Ядерні сили – це сили, які діють між протонами й нейтронами в ядрі та забезпечують існування атомних ядер.

Основні властивості ядерних сил:

1) *є дуже потужними*: вони у 100-1000 разів більші за електростатичні сили відштовхування двох протонів на близьких відстанях (приблизно 10^{-15} м).

2) *є тільки силами притягання*;

3) *є близькодійними*: вимірювання показали, що ядерні сили між нуклонами виявляються лише на відстанях, які приблизно дорівнюють розмірам нуклона (10^{-15} м);

4) *не залежать від заряду*: на однаковій відстані сили, що діють між двома протонами, між двома нейтронами або між протоном і нейтроном, є однаковими;

5) *мають властивість насичення*: нуклон виявляється здатним до ядерної взаємодії одночасно лише з невеликою кількістю розташованих поряд нуклонів.

3. Енергія зв'язку атомного ядра

Проблемне питання

• Яка енергія зв'язку між нуклонами у ядрі атома?

Енергія зв'язку атомного ядра ($E_{зв}$) – це енергія, яка необхідна для повного розщеплення ядра на окремі нуклони.

Проблемне питання

• Як розрахувати енергію зв'язку атомного ядра?

Ретельні вимірювання довели, що *маса будь-якого ядра менша від суми мас нуклонів, із яких це ядро складається*:

$$m_{я} < Zm_p + Nm_n$$

$m_{я}$ – маса ядра

Zm_p – маса протонів у ядрі

Nm_n – маса нейтронів у ядрі

Дефект мас – це різниця маси нуклонів, з яких складається ядро, і маси ядра.

$$\Delta m = (Zm_p + Nm_n) - m_{\text{я}}$$

Під час утворення ядра маса системи зменшується, то енергію, яка виділиться під час утворення ядра, а отже, й енергію зв'язку можна визначити за формулою:

$$E_{\text{зв}} = \Delta mc^2 \quad E_{\text{зв}} = [(Zm_p + Nm_n) - m_{\text{я}}]c^2$$

У ядерній фізиці незручно використовувати одиниці СІ (маси та енергії частинок є дуже малими), тому зазвичай масу частинок подають в *атомних одиницях маси* (1 а. о. м. = $1,66054 \times 10^{-27}$ кг), а енергію – у *мегаелектрон-вольтах* (1 MeV = $1,60222 \times 10^{-13}$ Дж).

Нескладно довести: якщо $\Delta m = 1$ а. о. м., то $E_{\text{зв}} = 931,5$ MeV, отже:

$$E_{\text{зв}} = \Delta mk \quad k = 931,5 \frac{\text{MeV}}{\text{а. о. м}}$$

4. Питома енергія зв'язку атомного ядра

Проблемне питання

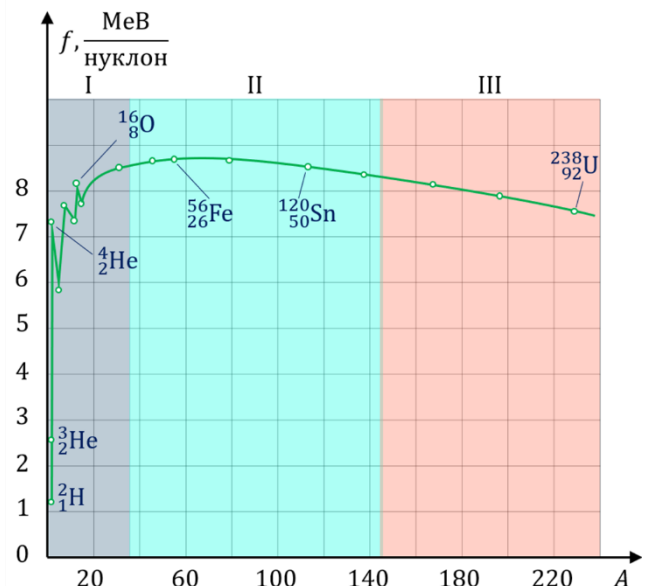
• Як зрозуміти, чому одні ядерні реакції відбуваються з поглинанням енергії, а під час інших енергія, навпаки, виділяється?

Питома енергія зв'язку f – це фізична величина, яка характеризує ядро певного нукліда й чисельно дорівнює енергії зв'язку, що припадає на один нуклон ядра.

$$f = \frac{E_{\text{зв}}}{A}$$

На графіку залежності питомої енергії зв'язку ядер різних нуклідів від кількості нуклонів у ядрі $f(A)$ можна виділити три ділянки.

• Ділянка I (*легкі ядра*) – крива залежності поступово піднімається,



тобто питома енергія зв'язку збільшується; це означає, що в разі синтезу (об'єднання) легких ядер у більш важкі буде виділятися енергія.

- Ділянка II (ядра елементів середньої частини Періодичної системи хімічних елементів) майже рівна, на цій ділянці крива досягає слабого максимуму, який означає, що елементи цієї частини найбільш стійкі.

- Ділянка III (важкі ядра) – питома енергія зв'язку плавно зменшується, тому ядра стають менш стійкими і під час поділу цих ядер буде вивільнятися енергія.

Унаслідок і реакції поділу, і реакції синтезу утворюються ядра з більшою питомою енергією зв'язку: на один нуклон припадає більший дефект мас – маса, що залишилась, перетворюється на енергію.

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

1. Скільки протонів і скільки нейтронів міститься в ядрах атомів Молібдену ${}_{42}^{96}\text{Mo}$, Ренію ${}_{75}^{186}\text{Re}$, Дубнію ${}_{105}^{270}\text{Db}$?

$$\text{Молібден } {}_{42}^{96}\text{Mo}: \quad A = 96; \quad Z = 42; \quad N = 96 - 42 = 54$$

$$\text{Реній } {}_{75}^{186}\text{Re}: \quad A = 186; \quad Z = 75; \quad N = 186 - 75 = 111$$

$$\text{Дубній } {}_{105}^{270}\text{Db}: \quad A = 270; \quad Z = 105; \quad N = 270 - 105 = 165$$

2. Як визначити кількість електронів в атомі?

Атом є електрично нейтральним: сумарний заряд протонів у ядрі дорівнює сумарному заряду електронів, що розташовані навколо ядра. Оскільки заряд протона за модулем дорівнює заряду електрона, то зрозуміло, що в атомі кількість протонів дорівнює кількості електронів.

3. У ядрі атома Аргентуму 47 протонів і 108 нейтронів. Скільки електронів у цьому атомі?

В атомі кількість протонів дорівнює кількості електронів тому в атомі Бромі міститься 47 електронів.

4. У ядрі атома Цирконію міститься 91 частинка. Навколо ядра рухаються 40 електронів. Скільки в ядрі цього атома протонів і нейтронів?

Оскільки в атомі кількість протонів дорівнює кількості електронів, то

$$Z = 40; \quad A = 91; \quad N = 91 - 40 = 51$$

5. У ядрі атома певного хімічного елемента 31 протон і 39 нейтронів. Що це за елемент?

$$Z = 31; \quad N = 39; \quad N = A - Z \quad \Rightarrow \quad A = N + Z; \quad A = 39 + 31 \\ = 70$$

Галій ${}_{31}^{70}\text{Ga}$

6. Чим відрізняються ядра ізоотопів Феруму:

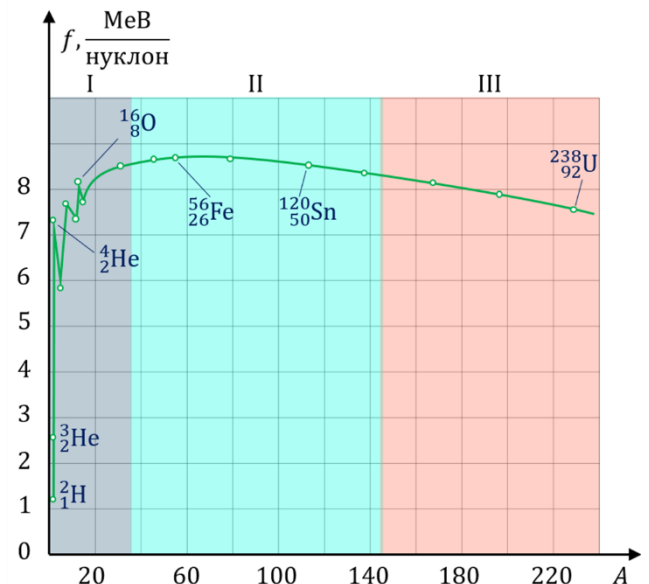
${}_{26}^{54}\text{Fe}$; ${}_{26}^{56}\text{Fe}$; ${}_{26}^{57}\text{Fe}$; ${}_{26}^{58}\text{Fe}$?

Ядра ізоотопів Феруму відрізняються кількістю нейтронів.

7. За діаграмою залежності питомої енергії зв'язку від масового числа визначте, виділенням чи поглинанням енергії буде

супроводжуватися розпад ядра, що складається з 240 нуклонів. Відповідь обґрунтуйте.

Якщо ядро, що має 240 нуклонів, розпадеться на два уламки, то їх питома енергія зв'язку зросте, отже розпад ядра буде супроводжуватися виділенням енергії.



V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Бесіда за питаннями

1. Із яких частинок складається атомне ядро?
2. Як визначити кількість протонів і нейтронів у ядрі? Наведіть приклад.
3. Дайте означення нукліда.
4. Які нукліди називають ізотопами? Наведіть приклади.
5. Який тип взаємодії забезпечує утримання нуклонів у ядрі атома?
6. Дайте означення ядерних сил, назвіть їхні властивості.
7. Що таке дефект мас і як його визначити?
8. Дайте означення енергії зв'язку. Як її обчислити?

9. Охарактеризуйте питому енергію зв'язку як фізичну величину.

10. Чому під час злиття легких ядер і під час поділу важких вивільняється енергія?

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 39, Вправа № 39 (1-3)

2.1.5. Радіоактивність. Основний закон радіоактивного розпаду

Мета уроку: Навчальна. Ознайомити учнів з відкриттям явища природної радіоактивності й властивостями радіоактивного випромінювання; розкрити природу радіоактивних перетворень; ознайомити учнів з радіоактивними сімействами; ознайомити учнів із законом радіоактивного розпаду; показати його статистичний характер. **Розвивальна.** Розвивати пізнавальні навички учнів; вміння аналізувати навчальний матеріал, умову задачі, хід розв'язання задач; вміння стисло і грамотно висловлювати свої міркування та обґрунтовувати їхню правильність. **Виховна.** Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу. **Наочність і обладнання:** навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Яка будова атома?

Чи може атом одного елемента перетворитися на атом іншого елемента?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Історія відкриття радіоактивності

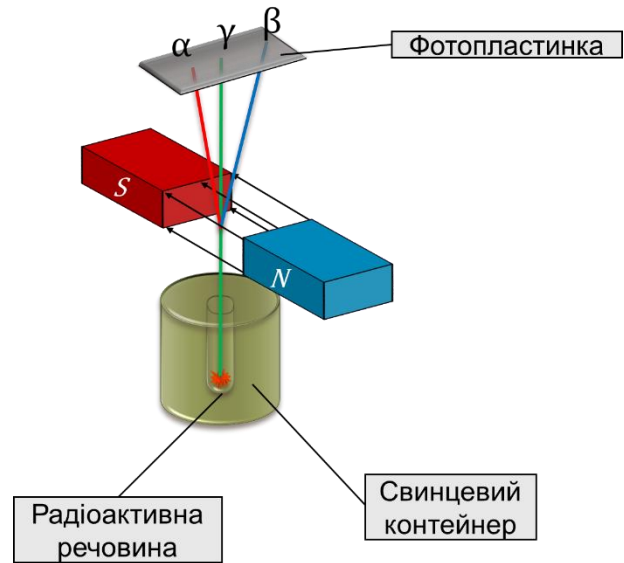
Природну радіоактивність відкрив Анрі Беккерель (1852 – 1908) у 1896 р., який встановив, що *сіль Урану сама, без впливу зовнішніх факторів, випускає невидиме випромінювання, яке засвічує фотоплівку, загорнуту в чорний*

папір, та йонізує повітря. Пізніше таке випромінювання назвуть *радіоактивним випромінюванням*.

Дослідження радіоактивного випромінювання продовжили подружжя Марія Склодовська-Кюрі (1867–1934) та П'єр Кюрі (1859–1906). Вони виявили радіоактивні властивості у Торію та відкрили нові радіоактивні елементи – Полоній та Радій (1898 р.).

2. Склад радіоактивного випромінювання

Досліди з вивчення природи радіоактивного випромінювання показали, що радіоактивні речовини можуть випромінювати промені трьох видів. На рисунку зображено схему одного з таких дослідів: пучок радіоактивного випромінювання потрапляє



спочатку в сильне магнітне поле постійного магніту, а потім на фотопластинку. Після проявлення фотопластинки на ній чітко видно три темні плями.

α -випромінювання – це потік ядер атомів Гелію (${}^4_2\text{He}$).

$$v_{\alpha} \approx 10^7 \text{ м/с}$$

$$q_{\alpha} = +2e \approx 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m_{\alpha} \approx 4 \text{ а. о. м.} \approx 6,6 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Захист: затримуються аркушем паперу завтовшки 0,1 мм.

β -випромінювання:

β^- -випромінювання – це потік електронів (${}^0_{-1}e$).

$$v_{\beta^-} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$q(\beta^-) = e \approx -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m_e \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а. о. м.} \approx 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

Захист: затримуються листом алюмінію завтовшки 1 мм.

β^+ -випромінювання – це потік позитронів (${}_{+1}^0e$).

$$v_{\beta^+} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$q(\beta^+) = -e \approx +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m(e^+) \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а. о. м.} \approx 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

Захист: затримуються листом алюмінію завтовшки 1 мм.

γ -випромінювання – це електромагнітні хвилі надзвичайно високої частоти (понад 10^{18} Гц)

$$v_{\gamma} = c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

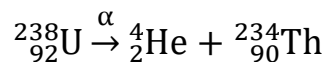
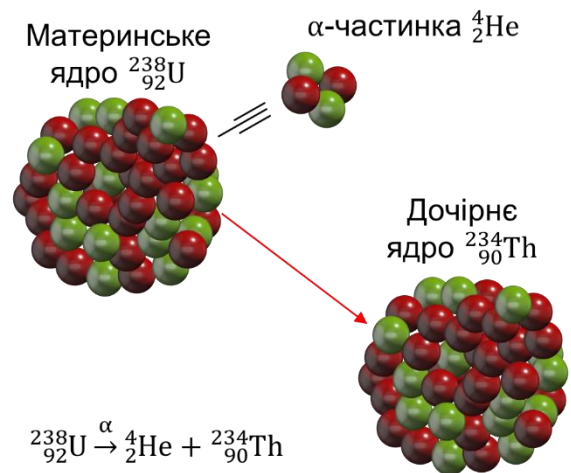
Захист: затримується шаром бетону завтовшки декілька метрів.

3. Правила заміщення

Радіоактивність – здатність ядер радіонуклідів довільно перетворюватися на ядра інших елементів із випромінюванням мікрочастинок.

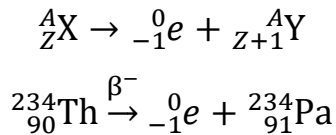
Правила заміщення:

1. Під час α -розпаду кількість нуклонів у ядрі зменшується на 4, протонів – на 2, тому утворюється ядро елемента, порядковий номер якого на 2 одиниці менший від порядкового номера вихідного елемента.



Під час α -розпаду материнське ядро спонтанно розпадається на дві частини: α -частинку і дочірнє (нове) ядро

2. Під час β^- -розпаду кількість нуклонів у ядрі не змінюється, при цьому кількість протонів збільшується на 1, тому утворюється ядро елемента, порядковий номер якого на одиницю більший за порядковий номер вихідного елемента.

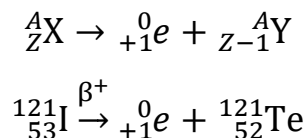
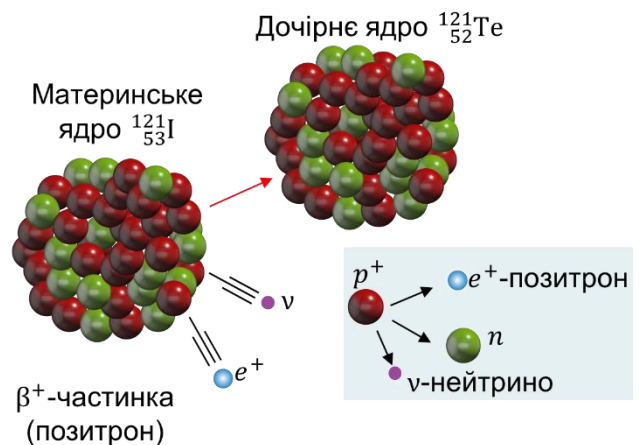


Під час β^- -розпаду один із нейтронів материнського ядра перетворюється на протон, електрон й електронне антинейтрино: ${}^1_0 n \rightarrow {}^1_1 p + {}^0_{-1} e + {}^0_0 \bar{\nu}$;



електрон і антинейтрино випромінюються, протон залишається в ядрі (утворюється нове ядро)

3. Під час β^+ -розпаду кількість нуклонів у ядрі не змінюється, при цьому кількість протонів зменшується на 1, тому утворюється ядро елемента, порядковий номер якого на одиницю менший за порядковий номер вихідного елемента.



Під час β^+ -розпаду один із протонів материнського ядра перетворюється на нейтрон, позитрон й електронне нейтрино: ${}^1_1 p \rightarrow {}^1_0 n + {}^0_{+1} e + {}^0_0 \nu$; позитрон і нейтрино випромінюються, нейтрон залишається в ядрі (утворюється нове ядро)

4. Період піврозпаду

Проблемні питання

• Чи можна дізнатися, яке саме ядро в певній радіоактивній речовині розпадеться першим? Яке буде наступним? Яке розпадеться останнім?

Фізики стверджують, що дізнатися про це неможливо: *розпад того чи іншого ядра радіонукліда – подія випадкова*. Разом із тим поведінка радіоактивної речовини в цілому підлягає чітко визначеним закономірностям.

Якщо взяти закриту скляну колбу, що містить певну кількість Радону-220, то виявиться, що приблизно через 56 с кількість радону в колбі зменшиться вдвічі. Ще через 56 с із решти атомів знову залишиться половина і т. д. Отже, зрозуміло, чому інтервал часу 56 с був названий *періодом піврозпаду Радону-220*.

Період піврозпаду $T_{1/2}$ – це фізична величина, що характеризує радіонуклід і дорівнює часу, протягом якого розпадається половина наявної кількості ядер даного радіонукліда.

$$[T_{1/2}] = 1 \text{ с}$$

5. Активність радіоактивного джерела

Проблемне питання

• Якщо кількість атомів Урану-238 і Радію-226 є однаковою, з якого зразка за 1 с вилетить більше α -частинок?

Періоди піврозпаду даних радіонуклідів відрізняються майже у 3 млн разів, за той самий час у зразку радію відбудеться набагато більше α -розпадів, ніж у зразку урану.

<i>Період піврозпаду деяких радіонуклідів</i>	
Радіонуклід	Період піврозпаду $T_{1/2}$
Йод-131	8 діб
Карбон-14	5700 років
Кобальт-60	5,3 року
Плутоній-239	24 тис. років
Радій-226	1600 років
Радон-220	56 с
Радон-222	3,8 доби
Уран-235	0,7 млрд років
Уран-238	4,5 млрд років
Цезій-137	30 років

Активність радіоактивного джерела – це фізична величина, яка чисельно дорівнює кількості розпадів, що відбуваються в певному радіоактивному джерелі за секунду.

Одиниця активності в СІ – бекерель.

1 Бк – це активність такого радіоактивного джерела, в якому за 1 с відбувається 1 акт розпаду:

$$[A] = 1 \text{ Бк} = 1 \frac{\text{розп}}{\text{с}} = 1 \text{ с}^{-1}$$

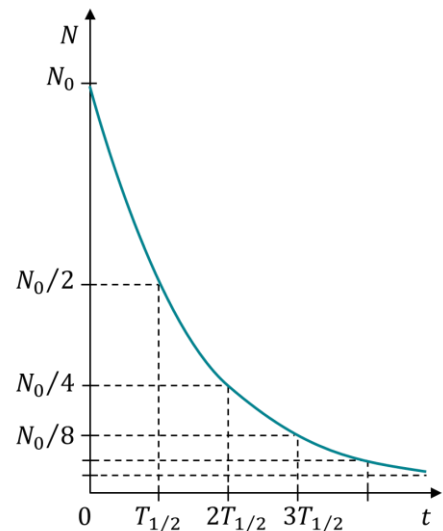
Позасистемна одиниця активності – кюрі (Кі): $1 \text{ Кі} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$

Якщо зразок містить *атоми лише одного радіонукліда*, то активність цього зразка можна визначити за формулою:

$$A = \lambda N$$

N – кількість атомів радіонукліда в зразку на даний час

λ – стала радіоактивного розпаду радіонукліда



$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}; \quad [\lambda] = 1 \text{ с}^{-1}$$

З плином часу в радіоактивному зразку кількість ядер радіонуклідів, що не розпалися, зменшується, відповідно й зменшується й активність зразка.

Основний закон радіоактивного розпаду:

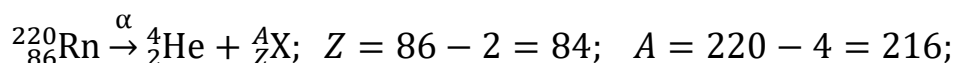
$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$$

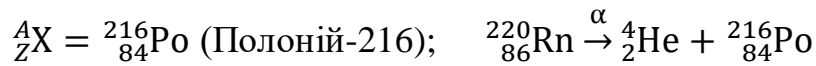
N – кількість ядер радіонукліда, що залишилися у зразку через час t ;

N_0 – початкова кількість ядер; $T_{1/2}$ – період піврозпаду; t – час розпаду.

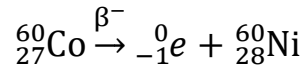
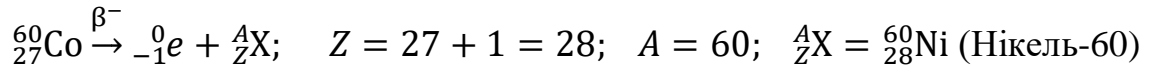
IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

1. Ядро Радону ${}^{220}_{86}\text{Rn}$ випустило α -частинку. В ядро якого елемента перетворилося ядро Радону?



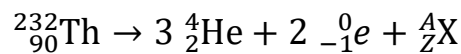


2. Ядро якого елемента утворилося з ядра ізоотопу Кобальту ${}^{60}_{27}\text{Co}$ після випускання β^- -частинки?



3. Визначте зарядове і масове число ізоотопу, який вийде із Торію ${}^{232}_{90}\text{Th}$ після трьох α - і двох β^- -перетворень.

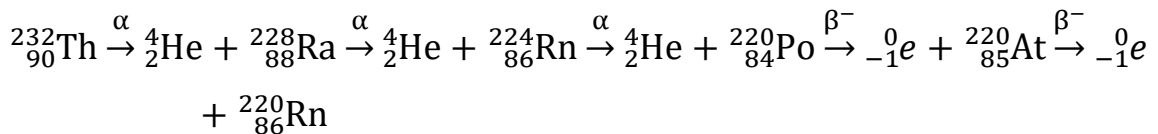
1 варіант



$$Z = 90 - 3 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 86; \quad A = 232 - 3 \cdot 4 - 2 \cdot 0 = 220; \quad {}^A_ZX = {}^{220}_{86}\text{Rn}$$

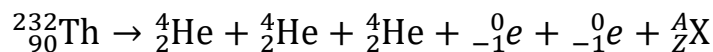
${}^{220}_{86}\text{Rn}$ (Радон-220, масове число 220, зарядове число 86)

2 варіант



${}^{220}_{86}\text{Rn}$ (Радон-220, масове число 220, зарядове число 86)

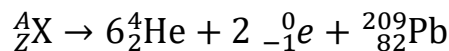
3 варіант



$$Z = 90 - 2 - 2 - 2 + 1 + 1 = 86; \quad A = 232 - 4 - 4 - 4 = 220; \quad {}^A_ZX = {}^{220}_{86}\text{Rn}$$

${}^{220}_{86}\text{Rn}$ (Радон-220, масове число 220, зарядове число 86)

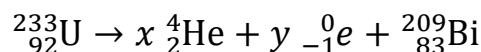
4. У результаті шести α - і двох β^- -розпадів утворилося ядро Свинцю-209. Визначте вихідний елемент реакції.



$$Z = 82 + 6 \cdot 2 - 2 \cdot 1 = 92; \quad A = 209 + 6 \cdot 4 + 2 \cdot 0 = 233; \quad {}^A_ZX = {}^{233}_{92}\text{U}$$

${}^{233}_{92}\text{U}$ (Уран-233)

5. Скільки α - і β^- -частинок випускає ядро урану ${}^{233}_{92}\text{U}$, перетворюючись в ядро вісмуту ${}^{209}_{83}\text{Bi}$?



$$\begin{cases} 233 = 4 \cdot x + 0 \cdot y + 209 \\ 92 = 2 \cdot x - 1 \cdot y + 83 \end{cases}$$

$$x = \frac{233 - 209}{4} = 6$$

$$y = 83 + 2 \cdot 6 - 92 = 3.$$

Відбувається 6 α -розпадів і 3 β -розпади.

V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Бесіда за питаннями

1. Як було відкрито явище радіоактивності?
2. Наведіть приклади природних радіоактивних елементів.
3. Опишіть дослід із вивчення природи радіоактивного випромінювання.
4. Наведіть означення радіоактивності.
5. Які види радіоактивного випромінювання ви знаєте? Якою є їхня фізична природа? Звідки в ядрі беруться електрони?
6. Як захиститися від радіоактивного випромінювання?
7. Що відбувається з ядром атома під час випромінювання α -частинки? β -частинки?
8. Дайте означення періоду піврозпаду.
9. Що таке активність радіоактивного джерела? Чи змінюється вона з часом?

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 40, Вправа № 40 (1, 2)

2.1.6. Експериментальна робота «Моделювання радіоактивного розпаду»

Мета уроку: Навчальна. У процесі дослідницької діяльності закріпити знання про радіоактивний розпад, експериментально перевірити закон радіоактивного розпаду (на моделі). **Розвивальна.** Сприяти: розвитку спостережливості, уваги, пам'яті, уяви, мислення; виробленню звички до планування своїх дій; формуванню вміння самостійно контролювати проміжні і кінцеві результати роботи; формуванню вміння організувати

своє робоче місце. **Виховна.** Виховувати в учнів охайність під час проведення експерименту, дбайливе ставлення до лабораторного обладнання; виховувати учнів працювати в парах та групах.

Тип уроку: урок застосування знань, умінь і навичок. **Наочність і обладнання:** навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. ПЕРЕВІРКА ДОМАШНЬОГО ЗАВДАННЯ

III. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

IV. ВИКОНАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ РОБОТИ №8

Тема. Моделювання радіоактивного розпаду.

Мета: змодельовавши радіоактивний розпад, перевірити на моделі закон радіоактивного розпаду.

Обладнання: 128 однакових монет, два паперові (пластикові) стакани, таця, кольорові олівці (ручки), міліметровий папір.

Хід роботи

Опис моделі

Розпад того чи іншого ядра – подія випадкова. Такою самою випадковою подією є випадання «герба» або «цифри» після кидка монети. Тому для моделювання радіоактивного розпаду використаємо таку **модель**. Ядра в радіонуклідному зразку змодельюємо монетами в паперовому стакані: нехай ядру, що не розпалося, відповідає монета, на якій випаде «герб»; ядру, що розпалося, – монета, на якій випаде «цифра». Тоді кожен кидок купи монет відповідатиме періоду піврозпаду $T_{1/2}$ (часу, за який розпадається половина ядер радіонукліда в зразку), а кількість n кидків – кількості періодів піврозпаду, тобто часу t спостереження: $t = nT_{1/2}$.

Експеримент

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

Результати вимірювань і обчислень відразу заносьте до таблиць.

1. Покладіть 128 монет у паперовий стакан. Перемішайте монети в паперовому стакані й висипте їх на тацю. Полічіть число монет, на яких випав «герб» (тобто число ядер, що не розпалися), і покладіть їх у стакан. Монети, на яких випала «цифра» (тобто ядра, що розпалися), покладіть в інший стакан та відставте його.
2. Перемішайте монети, на яких випав «герб», висипте їх на тацю і знову полічіть число монет, на яких випав «герб».
3. Повторюйте цей дослід, доки не залишиться одна монета з «гербом», але не більше ніж ще 6 разів. (Таким чином, усього ви повинні зробити максимум 8 кидків.)
4. Повторіть серію кидків (дії, описані в пунктах 1-2) ще 2 рази.

Таблиця 1

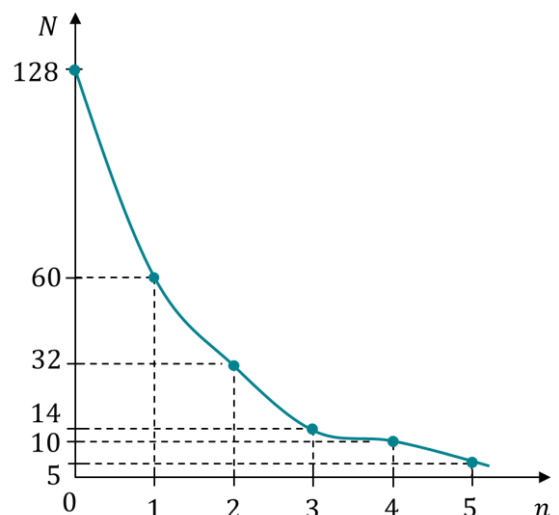
Серія кидків 1 (колір графіка _____)

Кількість кидків n	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Число «ядер», що не розпалися, N	128								
Число «ядер», що розпалися, N'	0								

Виконуємо ще дві серії кидків і заносимо дані в таблиці.

Опрацювання результатів експерименту

1. На міліметровому папері для кожної серії кидків побудуйте відповідним



кольором графік залежності $N(n)$ – залежності числа N ядер, які не розпалися, від кількості кидків (приклад такого графіка див. на рисунку).

2. У тих самих осях для кожної серії кидків побудуйте графік функції $N = N_0 \cdot 2^{-n}$, яка виражає закон радіоактивного розпаду (вважайте, що початкова кількість ядер радіонукліда $N_0 = 128$).

Таблиця 4

(колір графіка _____)

Число періодів піврозпаду n	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Число «ядер» N , що не розпалися, яке виражається співвідношенням $N_0 \cdot 2^{-n}$	128								

Аналіз експерименту та його результатів

За результатами експерименту сформулюйте висновок, у якому поясніть, чому побудовані графіки не збігаються. Це є закономірністю чи використано недосконалу модель? Чи мають місце обидві причини?

Далі учні записують висновок до роботи.

Творче завдання

З'ясуйте, як вплине на якість моделі процесу радіоактивного розпаду, використаної в роботі, збільшення кількості монет у 3 рази; зменшення кількості монет у 3 рази.

VI. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

VII. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Повторити § 40

2.1.7. Отримання та застосування радіонуклідів. Методи реєстрації іонізуючого випромінювання

Мета уроку: Навчальна. Ознайомити учнів із сучасними методами виявлення й дослідження заряджених частинок. **Розвивальна.** Розвивати

пізнавальні навички учнів; вміння аналізувати навчальний матеріал, умову задачі, хід розв'язання задач; вміння стисло і грамотно висловлювати свої міркування та обґрунтовувати їхню правильність. **Виховна.** Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу. **Наочність і обладнання:** навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Як змусити ядро перетворитися на інше ядро?

Які ядра при цьому можна отримати, як їх ідентифікувати і де застосувати?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Ядерні реакції

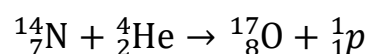
Ядерна реакція – це перетворення атомних ядер під час їх взаємодії з елементарними частинками або іншими ядрами.

Ядерні реакції протікають таким чином: ядро захоплює частинку (або інше ядро), поглинає їхню енергію, переходить у нестійкий стан та розпадається.

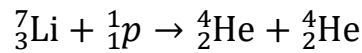
Під час будь-яких ядерних реакцій виконуються закони збереження:

- закон збереження електричного заряду;
- закон збереження енергії-маси;
- закон збереження імпульсу;
- закон збереження масового числа.

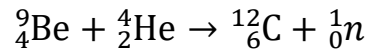
У 1919 р. *Ернест Резерфорд* здійснив першу ядерну реакцію, бомбардуючи азотну мішень *α-частинками*, і відкрив протон (*p*):



Перша ядерна реакція на швидких протонах була здійснена в лабораторії Е. Резерфорда в 1932 р.: унаслідок опромінення літію швидкими протонами вдалося розщепити ядро атома Літію на дві *α*-частинки:



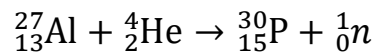
В 1932 р. Джеймс Чедвік відкрив нейтрон (n):



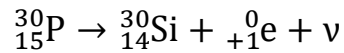
2. Одержання та використання радіоактивних ізотопів

Радіоактивні ізотопи – це різновиди атомів того самого хімічного елемента, ядра яких можуть довільно перетворюватися на ядра інших елементів із випромінюванням мікрочастинок і γ -променів.

Перший штучний радіоактивний ізотоп – ізотоп Фосфору (${}^{30}_{15}\text{P}$) – одержало подружжя *Ірен і Фредерік Жоліо-Кюрі* в 1934 р. Опромінюючи алюміній α -частинками, вони спостерігали випромінювання нейтронів:



Одночасно з випромінюванням нейтронів випромінювалися і позитрони. Наявність позитронів означала, що отримане ядро Фосфору-30 було β^+ -радіоактивним:



Зараз для кожного хімічного елемента за допомогою ядерних реакцій одержані штучні радіоактивні ізотопи, і зазвичай вони є β^+ -радіоактивними.

Приклади використання радіоактивних ізотопів:

1. *Використання радіоактивних ізотопів як індикаторів.* Радіоактивність є своєрідною міткою, за допомогою якої можна виявити наявність елемента, простежити за його «поведінкою» під час фізичних і біологічних процесів.

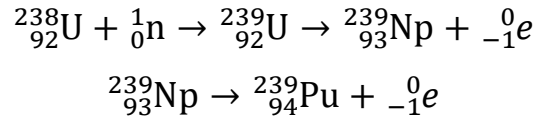
Для покращення якості добрива з'ясовують, як його засвоюють рослини. Для цього до добрива додають радіоактивний ізотоп, а потім досліджують рослини на радіоактивність.

За вмістом β^- -радіоактивного Карбону ${}^{14}_6\text{C}$, період піврозпаду якого 5700 років, можна визначити вік археологічних знахідок: після загибелі дерева, тварини тощо кількість β -розпадів зменшується вдвічі кожні 5700 років.

2. *Використання радіоактивних ізотопів як джерел γ -випромінювання.* За допомогою γ -випромінювання знищують мікроби (γ -стерилізація), виявляють

дефекти всередині металів (γ -дефектоскопія), лікують онкологічні захворювання.

3. Використання радіоактивних ізотопів як джерел ядерної енергії. Як паливо для ядерних реакторів широко використовують Плутоній, атоми якого утворюються внаслідок захоплення нейтрону ядром Урану-238:



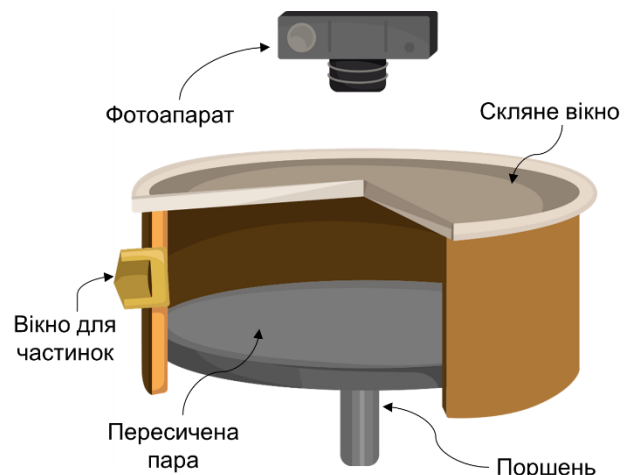
3. Пристрої для реєстрації йонізуючого випромінювання

Загальний принцип реєстрації йонізуючого випромінювання полягає в реєстрації дії, яку чинить це випромінювання.

Метод фотоемульсій. Заряджена частинка, рухаючись у фотоемульсії, руйнує молекули бромистого срібла на своєму шляху. Під час проявлення в змінених кристалах утворюються «зерна» металевого срібла – в шарі фотоемульсії проступають сліди (треки) первинної частинки та всіх заряджених частинок, що виникли внаслідок ядерних взаємодій. За товщиною і довжиною треків можна визначити заряди частинок та їхню енергію.

Сцинтиляційний лічильник. Сцинтиляція – це процес перетворення кінетичної енергії швидкої зарядженої частинки на енергію світлового спалаху. Саме такі спалахи й реєструють сцинтиляційними лічильниками.

Камера Вільсона. Камера Вільсона – це трековий детектор елементарних заряджених частинок, в якому трек (слід) частинки утворює ланцюг дрібних крапель рідини уздовж траєкторії її руху. Вона являє собою ємність, заповнену паром спирту або ефіру.

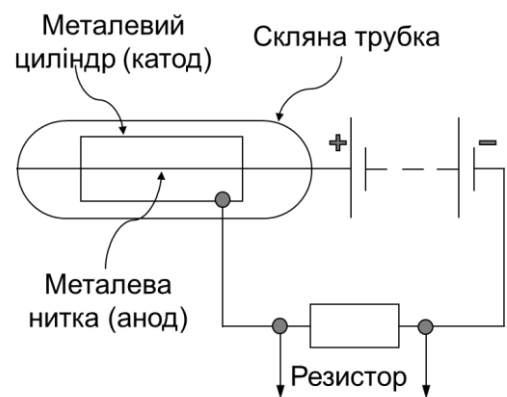


Коли поршень різко опускають, то внаслідок адіабатного розширення пара охолоджується і стає *перенасиченою*. Коли в перенасичену пару потрапляє

заряджена частинка, на своєму шляху вона йонізує молекули пари – отримані йони стають центрами конденсації. Ланцюжок крапель сконденсованої пари, який утворюється вздовж траєкторії руху частинки (трек частинки), знімають на камеру або фотографують.

Бульбашкова камера. Бульбашкова камера – це прилад для реєстрації слідів (треків) швидких заряджених йонізуючих частинок, дія якого заснована на закипанні перегрітої рідини уздовж траєкторії руху частинки. Принцип її роботи подібний до камери Вільсона, а відмінність полягає в тому, що робочим тілом у бульбашковій камері є перегріта рідина: йони, які виникають уздовж траєкторії руху частинки, стають центрами кипіння – утворюється ланцюжок бульбашок.

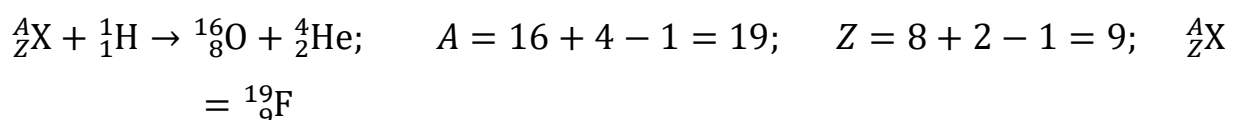
Газорозрядний лічильник (лічильник Гейгера – Мюллера) і йонізаційна камера працюють за одним принципом: робоче тіло – газ – розміщено в електричному полі з високою напругою; заряджена частинка, що пролітає крізь газ, йонізує його, і в пристрої виникає газовий розряд.

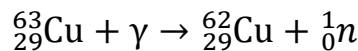
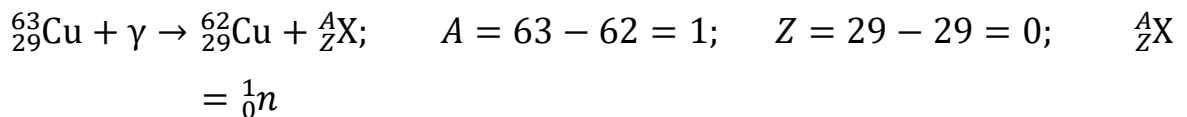
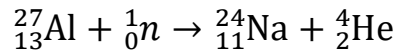
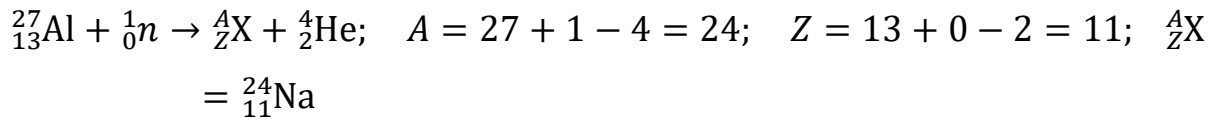
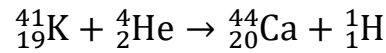
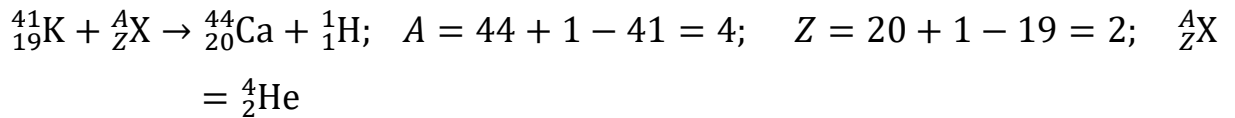
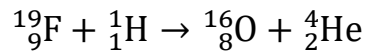


У деяких йонізаційних камерах уздовж траєкторії руху частинки спостерігається виникнення стримерів – «згустків» газового розряду, тому такі камери є трековими детекторами. В інших видах йонізаційних камер і в газорозрядних лічильниках фіксується імпульс струму – це імпульсні детектори. Саме імпульсними є детектори *дозиметрів* – приладів для вимірювання дози йонізуючого випромінювання, отриманого приладом за деякий інтервал часу.

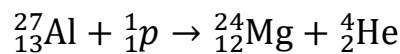
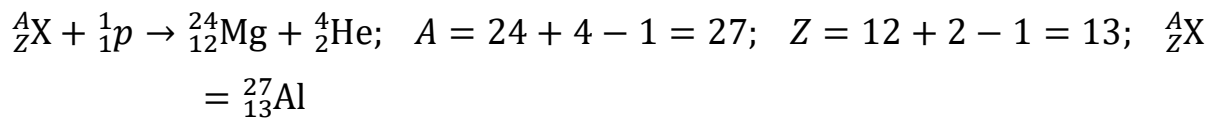
IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

1. Напишіть позначення, яких бракує в рівняннях ядерних реакцій:

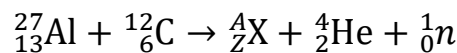




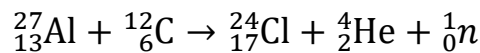
2. Під час опромінення мішені протонами утворюється Магній-24 і вилітають α -частинки. Запишіть рівняння ядерної реакції, що відбувається.



3. У результаті реакції ізотопу Алюмінію-27 і Вуглецю-12 утворяться α -частинка, нейтрон і ядро ізотопу деякого елемента. Ядро якого елемента утворилося? Запишіть цю ядерну реакцію.



$$A = 27 + 12 - 4 - 1 = 34; \quad Z = 13 + 6 - 2 = 17; \quad {}^A_Z\text{X} = {}^{34}_{17}\text{Cl}$$



V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Бесіда за питаннями

1. Що називають ядерною реакцією?
2. Хто і коли здійснив першу ядерну реакцію?
3. Які відомі вам закони збереження справджуються під час ядерних реакцій?
4. Хто першим отримав штучний радіоактивний ізотоп?

5. Наведіть приклади використання природних і штучних радіоактивних ізотопів.

6. Які прилади для вимірювання та реєстрації радіаційного випромінювання ви знаєте? Який принцип покладено в основу роботи цих приладів?

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 41, Вправа № 41 (2-4)

2.1.8. Експериментальна робота № 9. Дослідження треків заряджених частинок за фотографіями

Мета уроку: Навчальна. У процесі дослідницької діяльності формувати вміння учнів аналізувати фотографії із зображеннями треків заряджених частинок, отриманих за допомогою камери Вільсона, та ідентифікувати ці частинки. **Розвивальна.** Сприяти: розвитку спостережливості, уваги, пам'яті, уяви, мислення; виробленню звички до планування своїх дій; формуванню вміння самостійно контролювати проміжні і кінцеві результати роботи; формуванню вміння організовувати своє робоче місце. **Виховна.** Виховувати в учнів охайність під час проведення експерименту, дбайливе ставлення до лабораторного обладнання; виховувати учнів працювати в парах та групах.

Тип уроку: урок застосування знань, умінь і навичок. **Наочність і обладнання:** навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. ПЕРЕВІРКА ДОМАШНЬОГО ЗАВДАННЯ

III. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

IV. ВИКОНАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ РОБОТИ №9

Тема. Дослідження треків заряджених частинок за фотографіями.

Мета: навчитися аналізувати фотографії із зображенням треків заряджених частинок, отриманих за допомогою камери Вільсона, та ідентифікувати ці частинки.

Обладнання: фотографія треків заряджених частинок, аркуш кальки, косинець.

Хід роботи

Підготовка до експерименту

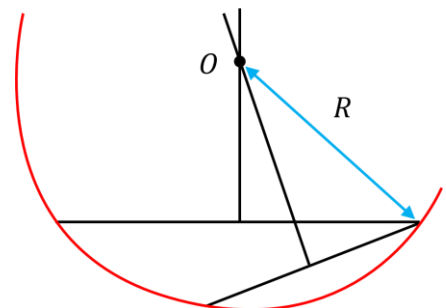
1. Згадайте, як визначають модуль і напрямок сили, з якою магнітне поле діє на рухому заряджену частинку (сили Лоренца).
2. Перенесіть треки I і II (рис. 1) на аркуш кальки (усі необхідні позначення, зображення та побудови слід виконувати саме на ньому).

Експеримент

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

Результати вимірювань і обчислень відразу заносьте до таблиць.

1. Розгляньте фотографію треків заряджених частинок, отриманих за допомогою камери Вільсона (рис. 1):
 - 1) укажіть напрямки початкових швидкостей руху частинок I і II, яким відповідають треки I і II;
 - 2) з'ясуйте, як змінюється товщина кожного треку – від початку до кінця пробігу частинки.
2. Знаючи, що частинка I ідентифікована як протон і що обидві частинки рухаються перпендикулярно до вектора магнітної індукції магнітного поля, створеного в камері, визначте:
 - 1) знак заряду частинки II;
 - 2) напрямок вектора магнітної індукції.
3. Урахувавши масштаб, визначте радіуси R_I і R_{II} треків на початку пробігу частинок, для чого (див. рис. 2):



- 1) на зображенні треку накреслить дві хорди;
- 2) до кожної хорди поставте серединний перпендикуляр і позначте точку O перетину цих перпендикулярів;
- 3) виміряйте відстань R від точки O до початку треку (радіус кривизни).

Таблиця 1

Номер частинки	Форма треку	Зміна товщини треку	Радіус кривизни треку R , м	Знак заряду частинки	Питомий заряд $\frac{q}{m}$, $\frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$	Назва частинки
I						
II						

Опрацювання результатів експерименту

1. За даними таблиці 2 визначте питомий заряд частинки I.

$$\frac{q_I}{m_I} = \underline{\hspace{10cm}}$$

Нагадуємо, що частинка I ідентифікована як протон.

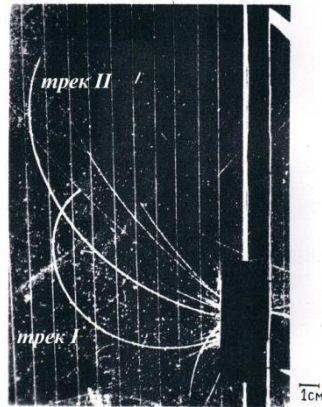
Таблиця 2

Частинка	Питомий заряд $\frac{q}{m}$, $\frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$
Електрон	$1,759 \cdot 10^{11}$
Протон	$9,578 \cdot 10^7$
α -частинка	$4,822 \cdot 10^7$

2. Обчисліть питомий заряд частинки II.

$$\frac{q_{II}}{m_{II}} = \frac{q_I}{m_I} \cdot \frac{R_I}{R_{II}} = \underline{\hspace{10cm}}$$

3. Знаючи питомий заряд частинки II, ідентифікуйте її: визначте, ядром якого елемента є ця частинка.



Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізуйте результати дослідження треків заряджених частинок. Сформулюйте висновок.

Творче завдання

Проведіть додаткові вимірювання та визначте, у скільки разів зменшилася кінетична енергія протона за час пробігу в камері Вільсона.

VI. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

VII. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Повторити § 41

2.1.9. Ланцюгова ядерна реакція поділу ядер Урану.

Термоядерні реакції

Навчальна. Ознайомити учнів з ланцюговою ядерною реакцією й будовою ядерного реактора. **Розвивальна.** Розвивати пізнавальні навички учнів; вміння аналізувати навчальний матеріал, умову задачі, хід розв'язання задач; вміння стисло і грамотно висловлювати свої міркування та обґрунтовувати їхню правильність. **Виховна.** Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу. **Наочність і обладнання:** навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Як допомагають дослідження з ядерної фізики забезпечувати людство енергією?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Поділ важких ядер і ланцюгова ядерна реакція

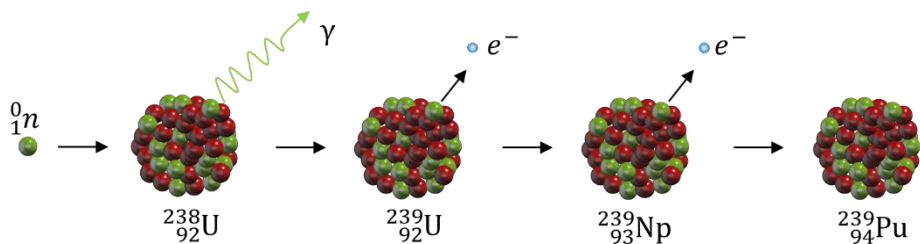
Проблемне питання

- Які процеси відбуваються внаслідок поглинення нейтрона ядром Урану?

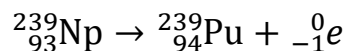
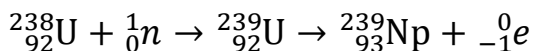
Уран-238

Ядро може захоплювати нейтрон, через деякий час один із нейтронів усередині ядра перетворюється на протон, електрон і нейтрино. Електрон і нейтрино

вилітають із ядра, а нове ядро має порядковий

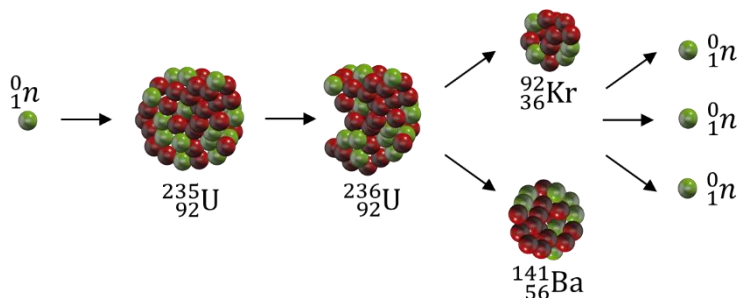


номер, який на одну одиницю більший за порядковий номер первинного ядра. Саме так були отримані *трансуранові елементи* (хімічні елементи, розміщені в таблиці Менделєєва за ураном ($Z > 92$), наприклад Нептуній і Плутоній:

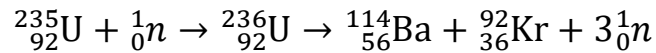


Уран-235

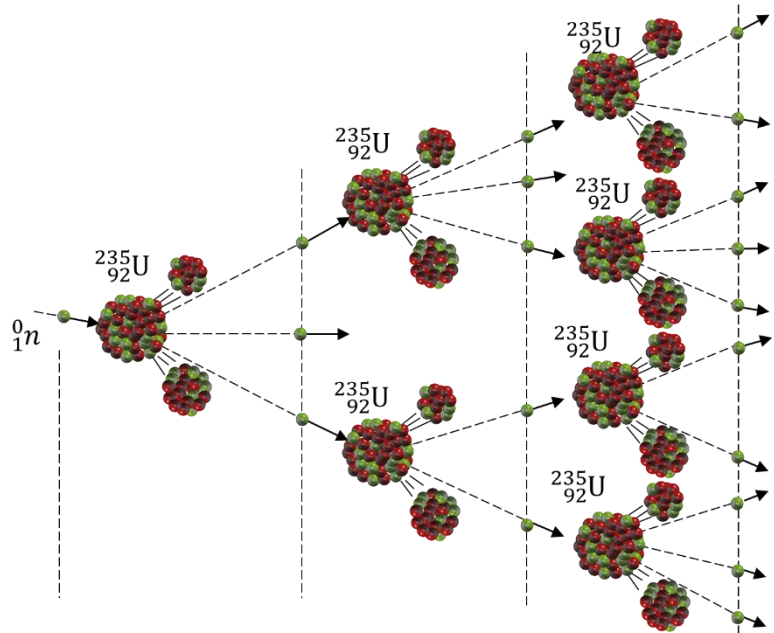
Унаслідок захвату нейтрона ядро збуджується та майже миттєво розпадається



(розщеплюється) на два осколки. Під час розщеплення ядра Урану крім осколків поділу вивільняються нейтрони.



Ці вторинні нейтрони можуть спричинити поділ інших ядер Урану, які, у свою чергу, також випустять нейтрони, що здатні викликати поділ наступних ядер, і т. д. Отже, в урановому зразку може відбуватися ланцюгова ядерна реакція поділу.



Ланцюгова ядерна реакція – це реакція поділу важких ядер, під час якої утворюються нейтрони, необхідні для подальшого протікання цієї реакції.

Ланцюгова ядерна реакція супроводжується виділенням величезної кількості енергії. Під час поділу одного ядра Урану-235 вивільняється близько 200 MeV енергії.

Проблемне питання

- Як дізнатися, яка енергія вивільняється під час будь-якої ядерної реакції?

Енергія виходу ядерної реакції – енергія, яка виділяється або поглинається під час реакції.

$$E_{\text{вих}} = \Delta mc^2$$

$E_{\text{вих}}$ – енергія виходу ядерної реакції;

Δm – дефект маси ядерної реакції;

c – швидкість поширення світла у вакуумі.

Якщо $\Delta m = 1$ а. о. м., то $E_{\text{вих}} = 931,5$ МеВ, отже:

$$E_{\text{вих}} = \Delta m k \quad k = 931,5 \frac{\text{МеВ}}{\text{а. о. м}}$$

Дефект маси ядерної реакції – це різниця між сумою мас частинок до реакції (m_1) та сумою мас частинок після реакції (m_2).

$$\Delta m = m_1 - m_2$$

• Якщо $\Delta m > 0$, то реакція протікає з виділенням енергії – *екзотермічна реакція*. • Якщо $\Delta m < 0$, то реакція протікає з поглинанням енергії – *ендотермічна реакція*. • Енергію виходу ядерної реакції можна обчислити через енергію зв'язку ядер:

$$E_{\text{вих}} = E_{\text{зв } 1} - E_{\text{зв } 2}$$

$E_{\text{зв } 1}$ – сумарна енергія зв'язку ядер, які вступають в реакцію; $E_{\text{зв } 2}$ – сумарна енергія зв'язку ядер-продуктів реакції.

Проблемне питання

• Як здійснити ланцюгову ядерну реакцію?

Гіпотеза Фермі: під час поділу ядра Урану повинні утворюватися нейтрони, які можуть знову захопитися ядрами Урану, тому можлива ланцюгова ядерна реакція.

Проблемне питання

• Чому це не спостерігалось на дослідах з природним ураном?

Природний Уран складається з двох радіонуклідів: ${}^{238}_{92}\text{U}$ (99,3 %) і ${}^{235}_{92}\text{U}$ (0,7 %).

Уран-235 ділиться під впливом як *швидких*, так і *повільних нейтронів* (краще під впливом повільних). *Уран-238* ділиться під впливом тільки частини *швидких нейтронів* (він майже не захоплює повільні нейтрони, а 80 % швидких нейтронів захоплює без ділення). Більшість нейтронів, вивільнених під час розпаду, є швидкими, тому, якщо вони і захоплюються ядрами Урану-238, вторинні нейтрони майже не з'являються.

Проблемне питання

• Що необхідно зробити, щоб реакція все ж таки відбулася?

Щоб реакція відбулася слід:

- збагачувати природний уран ізотопом $^{235}_{92}\text{U}$;
- і (або) сповільнювати нейтрони.

Проблемне питання

- Чи потрібно ще щось, щоб реакція відбулася?

За невеликої маси зразка ланцюгова ядерна реакція не розвинеться, адже більшість нейтронів вилетить із зразка, так і не зіштовхнувшись з ядром. Якщо збільшувати масу зразка, то кількість нейтронів, що вступає в реакцію поділу, буде збільшуватися, а з досягненням певної критичної маси почне розвиватися ланцюгова ядерна реакція. *Критична маса – це мінімальна кількість речовини, що ділиться, яка потрібна для початку самопідтримуваної ланцюгової реакції поділу.*

Найменша критична маса для чистого урану ($^{235}_{92}\text{U}$) становить близько 50 кг (куля діаметром 17 см), а для чистого плутонію ($^{239}_{94}\text{Pu}$) – 11 кг (куля діаметром 10 см)

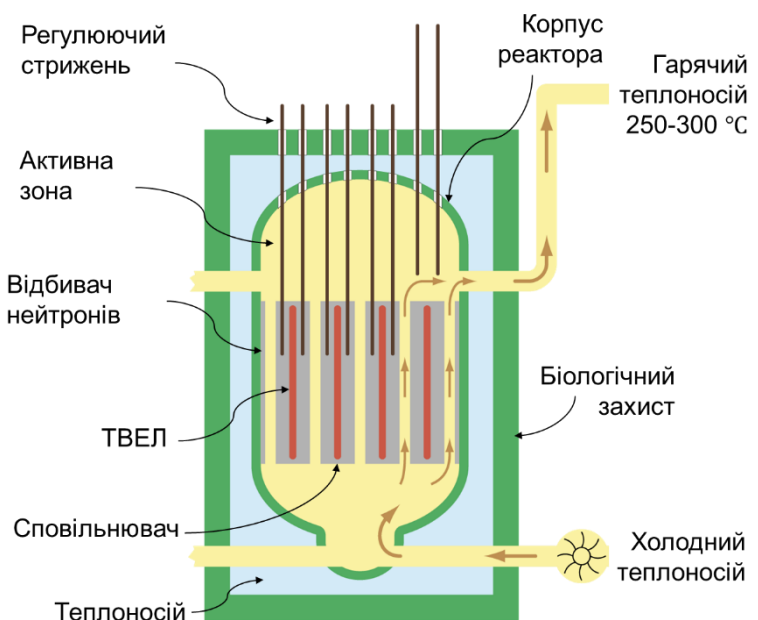
2. Ядерний реактор

Проблемне питання

- Яким чином можна перетворити ядерну енергію на інші її види (теплову, електричну)?

Ядерний реактор – пристрій, призначений для здійснення керованої ланцюгової реакції поділу, яка завжди супроводжується виділенням енергії.

Керована ланцюгова ядерна реакція відбувається в *активній зоні реактора*. ТВЕЛі пронизують всю активну зону реактора і занурені в теплоносій, який часто



служує також *сповільнювачем нейтронів*. Продукти поділу нагрівають оболонки ТВЕЛів, і ті передають енергію *теплоносію*.

Отримана енергія перетворюється далі на електричну подібно до того, як це відбувається на звичайних теплових електростанціях.

Щоб керувати ланцюговою ядерною реакцією та унеможливити ймовірність вибуху, використовують *регульовальні стрижні*, виготовлені з матеріалу, що добре поглинає нейтрони. Так, якщо температура в реакторі збільшується, стрижні автоматично заглиблюються в проміжки між ТВЕЛами; у результаті кількість нейтронів, що вступають у реакцію, зменшується і ланцюгова реакція сповільнюється.

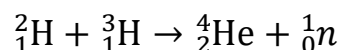


3. Термоядерна реакція

Проблемне питання

- Що буде якщо взяти ядра ізотопів легких елементів, наприклад ядро Дейтерію і ядро Тритію та їх з'єднати?

Якщо зблизити ядра Дейтерію ${}^2_1\text{H}$ і Тритію ${}^3_1\text{H}$, унаслідок їх об'єднання виділиться 17,6 MeV енергії (3,5 MeV на кожний нуклон), оскільки утворюється ядро Гелію ${}^4_2\text{He}$ з більшою питомою енергією зв'язку:



Термоядерний синтез – це реакція злиття легких ядер у більш важкі, яка відбувається за дуже високих температур (понад 10^7 °C) і супроводжується виділенням енергії.

Високі температури, тобто великі кінетичні енергії ядер, потрібні для того, щоб подолати сили електричного відштовхування ядер (однойменно заряджених частинок).

У природі термоядерні реакції відбуваються в надрах зір, де ізотопи Гідрогену перетворюються на Гелій. Так, за рахунок термоядерних реакцій, що відбуваються в надрах Сонця, воно щосекунди випромінює в космічний простір $3,8 \cdot 10^{26}$ Дж енергії.

4. Атомна енергетика України

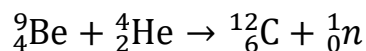
В Україні працюють *чотири атомні електростанції*:

Запорізька АЕС – найбільша атомна електростанція Європи: 6 атомних енергоблоків потужністю 1000 МВт кожен. *Рівненська АЕС* має 4 атомні енергоблоки загальною потужністю 2835 МВт. *Південно-Українська АЕС* має 3 атомні енергоблоки потужністю 1000 МВт кожен. *Хмельницька АЕС* має 2 атомні енергоблоки потужністю 1000 МВт кожен.

АЕС України: діє 15 атомних енергоблоків; загальна потужність 13 835 МВт; на атомні електростанції припадає близько половини електроенергії, що виробляється в країні; АЕС обслуговуються багатотисячними колективами висококваліфікованих фахівців.

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

1. Визначте енергетичний вихід ядерної реакції, в результаті якої вперше було виділено нейтрон.



Дано:

$$m_{{}^9_4\text{Be}} = 9,01219 \text{ а. о. м.}$$

$$m_{{}^4_2\text{He}}$$

$$= 4,00260 \text{ а. о. м.}$$

$$m_{{}^{12}_6\text{C}}$$

$$= 12,00000 \text{ а. о. м.}$$

$$m_{{}^1_0\text{n}} = 1,00866 \text{ а. о. м.}$$

Розв'язання

$$E_{\text{вих}} = \Delta m c^2$$

$$\Delta m = m_{{}^9_4\text{Be}} + m_{{}^4_2\text{He}} - m_{{}^{12}_6\text{C}} - m_{{}^1_0\text{n}}$$

$$\Delta m = (9,01219 + 4,00260 - 12,00000 - 1,00866) \text{ а. о. м.} =$$

$\Delta m > 0$ реакція протікає з виділенням енергії –

$k = 931,5 \frac{\text{MeV}}{\text{а. о. м}}$	<i>екзотермічна реакція</i>
$E_{\text{вих}} - ?$	$E_{\text{вих}} = 0,00613 \text{ а. о. м.} \cdot 931,5 \frac{\text{MeV}}{\text{а. о. м}} \approx 5,71 \text{ MeV}$
	Відповідь: $E_{\text{вих}} \approx 5,71 \text{ MeV}$.

2. Визначте енергетичний вихід ядерної реакції ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$.

Дано:	Розв'язання
$m_{{}^{14}_7\text{N}} = 14,00307 \text{ а. о. м}$	$E_{\text{вих}} = \Delta m k$
$m_{{}^4_2\text{He}} = 4,00260 \text{ а. о. м.}$	$\Delta m = m_{{}^{14}_7\text{N}} + m_{{}^4_2\text{He}} - m_{{}^{17}_8\text{O}} - m_{{}^1_1\text{H}}$
$m_{{}^{17}_8\text{O}}$	$\Delta m = (14,00307 + 4,00260 - 16,99913 - 1,00783) \text{ а. о. м.}$
$= 16,99913 \text{ а. о. м.}$	$\Delta m < 0$ реакція протікає з поглинанням енергії –
$m_{{}^1_1\text{H}} = 1,00783 \text{ а. о. м.}$	<i>ендотермічна реакція</i>
$k = 931,5 \frac{\text{MeV}}{\text{а. о. м}}$	$E_{\text{вих}} = -0,00129 \text{ а. о. м.} \cdot 931,5 \frac{\text{MeV}}{\text{а. о. м}} = -1,2 \text{ MeV}$
$E_{\text{вих}} - ?$	Відповідь: $E_{\text{вих}} = -1,2 \text{ MeV}$.

V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Бесіда за питаннями

1. Які процеси відбуваються внаслідок поглинення нейтрона ядром Урану?

2. Опишіть механізм ланцюгової ядерної реакції.

3. Чи може ланцюгова ядерна реакція відбуватися в природному урані?

Відповідь обґрунтуйте.

4. Як побудований ядерний реактор? Для чого призначені його основні елементи?

5. Як працює атомна електростанція?

6. Звідки «беруть» енергію зорі?

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 42, Вправа № 42 (2, 3)

2.1.10. Елементарні частинки

Мета уроку: Навчальна. Дати поняття про елементарні частинки та їхні властивості. **Розвивальна.** Розвивати пізнавальні навички учнів; вміння аналізувати навчальний матеріал, умову задачі, хід розв’язання задач; вміння стисло і грамотно висловлювати свої міркування та обґрунтовувати їхню правильність. **Виховна.** Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу. **Наочність і обладнання:** навчальна презентація, комп’ютер, підручник.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ

Які частинки ви знаєте?

Які частинки слід вважати елементарними?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Елементарні частинки

Дотепер ми оперували в основному чотирма частинками: *електрон, протон, нейтрон і фотон.*

Проблемне питання

- Чи достатньо цих частинок для пояснення всіх спостережуваних явищ в природі?

Для пояснення експериментів з опромінення нейтронами протонів знадобилося припущення про існування *мезонів*. Ця частинка була «вигадана» японським фізиком *Хідекі Юкавою* (1907-1981).

Дослідження β -розпаду змусили швейцарського фізика *Вольфганга Ернста Паулі* (1900-1958) у 1930 р. «винайти» частинку-фантом – *нейтрино*.

У 1928 р. англійський фізик *Поль Адрієн Дірак* (1902-1984), розв’язуючи задачу про рух електрона зі швидкістю, наближеною до швидкості світла, висловив ідею про можливість існування в природі античастинки електрона – *позитрона*. Експериментальне спостереження позитрона відбулося тільки через кілька років після його передбачення: у 1932 р. американський фізик

Карл Девід Андерсон (1905-1991) під час дослідження космічного випромінювання спостерігав слід позитрона в камері Вільсона.

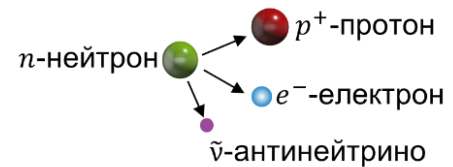
Позитрон

- Маса позитрона дорівнює масі електрона, заряд позитрона за модулем дорівнює заряду електрона, але є позитивним.

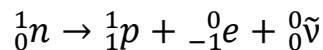
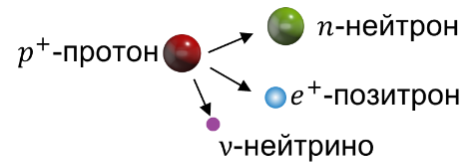
- Існування позитронів було передбачено в 1928 р. У 1932 р. позитрон був виявлений у складі космічного випромінювання.

- Електрон (β^- -частинка) і позитрон (β^+ -частинка) можуть утворюватися всередині ядра:

- електрон утворюється внаслідок перетворення нейтрона – у результаті з'являються протон, електрон і антинейтрино:

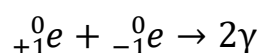
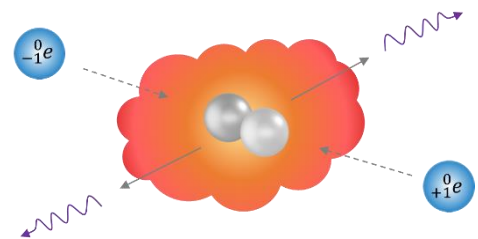


- позитрон утворюється внаслідок перетворення протона – у результаті з'являються нейтрон, позитрон і нейтрино:



- *Анігіляція* – це взаємодія елементарних частинок і античастинок, внаслідок якої вони перетворюються в інші форми матерії. Наприклад, в разі зіткнення позитрона зі «звичайним» електроном відбувається

анігіляція – частинки повністю перетворюються на енергію (зникають із випускненням фотонів).



Елементарна частинка – збірний термін, що стосується мікрооб'єктів в суб'ядерному масштабі, які неможливо розщепити на складові частини. Як помітив італійський фізик Енріко Фермі, поняття «елементарний» стосується скоріше рівня наших знань, ніж природи

частинок. У міру того як розвивалася наука, багато елементарних частинок переходили в розряд неелементарних.

2. Класифікація елементарних частинок

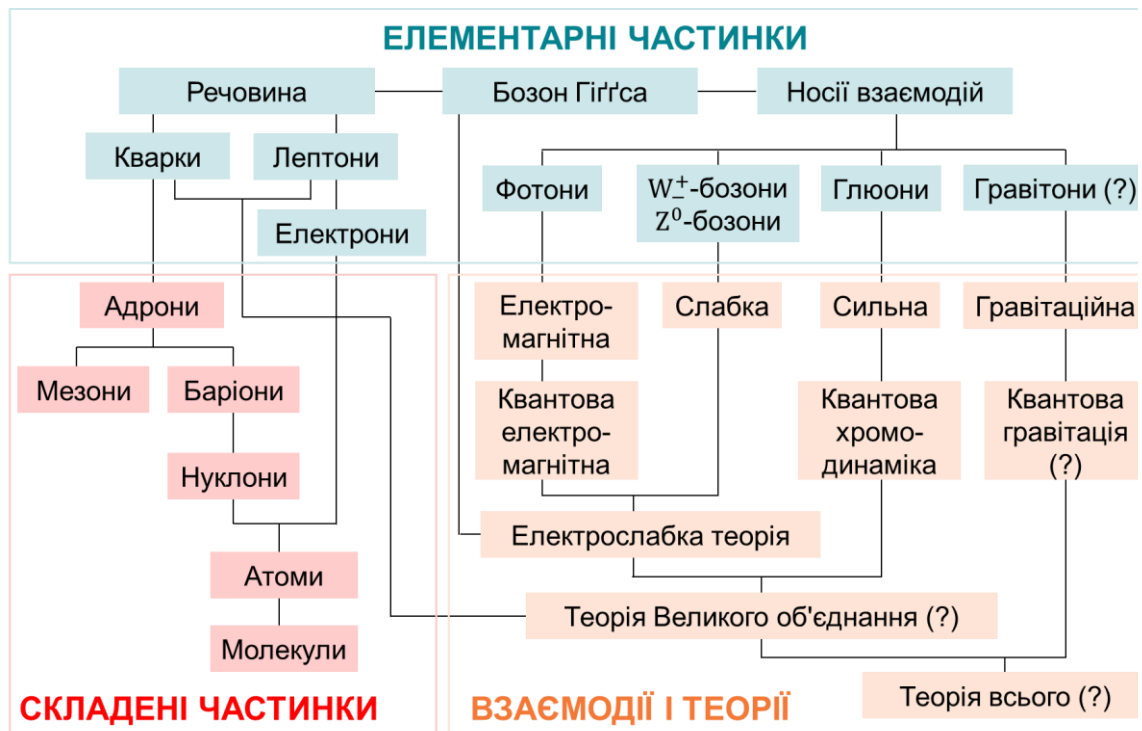
Проблемне питання

- Як здійснити класифікацію елементарних частинок?

Коли кількість відомих елементарних частинок досягла кількох сотень, постала необхідність створити класифікацію частинок. Всі частинки розділили за масою та розбили на три групи:

У першій групі опинилась тільки одна частинка – *фотон* із нульовою масою. До другої групи увійшли відносно легкі частинки, які були названі *лептонами* (від грец. *leptos* – легкий). Вам відомий представник цієї групи – *електрон*. Третя група частинок – найважчих – одержала назву *адрони* (від грец. *hadros* – великий, сильний). Представники групи адронів вам добре знайомі – *нуклони* (*протони та нейтрони*).

Подальші дослідження показали, що частинки об'єднані в групи не тільки через розбіжності в їхніх масах, а й відповідно до їхньої здатності до *фундаментальних взаємодій*. В *електромагнітній взаємодії* беруть участь всі частинки, що мають електричний заряд. Носіями електромагнітної взаємодії є фотони. У *слабкій взаємодії* беруть участь всі елементарні частинки, окрім фотонів. До адронів відносять частинки, які здатні до *сильної взаємодії*. Адронів більше, ніж лептонів, але майже всі адрони є нестабільними. Адрони діляться на мезони й баріони.



3. Кварки

Проблемне питання

- Що таке кварки?

Теорія кварків була незалежно запропонована фізиками *Маррі Гелл-Манном* (народ. 1929 р.) і *Джорджем Цвейгом* (народ. 1937 р.) в 1964 році. Вчені розробили теорію кварків для пояснення властивостей адронів, на яких проводили дослідження по розсіюванню дуже швидких електронів. *Кварки* – елементарні частинки і фундаментальні складові матерії. Кварки об'єднуються, створюючи композитні частинки, *адрони*, в тому числі й найбільш стабільні серед них *протони* і *нейтрони*. Кварки ніколи не спостерігалися в вільному стані; вони можуть бути знайдені тільки в межах адронів, таких як *мезони* і *баріони*. Кварки мають різні внутрішні властивості, такі як *маса*, *електричний заряд*, *кольоровий заряд* і *спін*.

На сьогодні відомо 6 сортів (їх прийнято називати «ароматами») кварків: *нижній d (down)*, *верхній u (up)*, *дивний s (strange)*, *чарівний c (charm)*, *красивий b (beauty)* і *справжній t (truth)*. Верхній і нижній кварки є найлегшими. Більш важкі кварки швидко перетворюються в верхній і нижній шляхом розпаду. Інші кварки можуть бути отримані при зіткненнях за

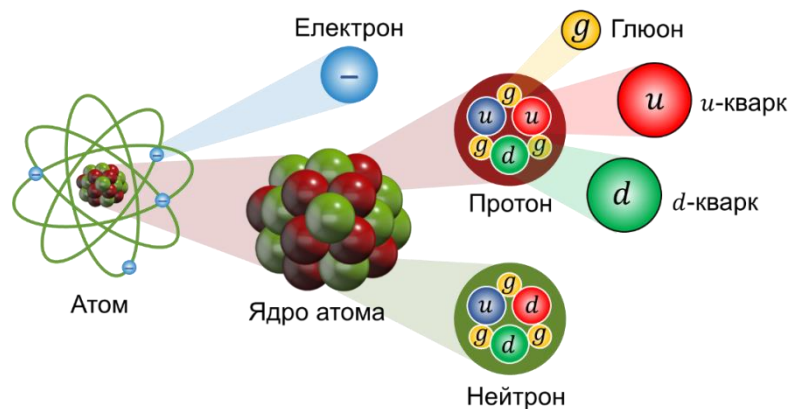
високих енергій. Для кожного кварка існує своя *античастинка* – «антикварк». Позначають антикварки рискою над символом для відповідного кварка, наприклад \bar{u} для верхнього антикварка.

Проблемне питання

- Чому кварки об'єднуються в адрони?

Відповідно до сучасних уявлень кварки об'єднуються в адрони за допомогою ще одного типу частинок – *глюонів* (від англ. *glue* – клей).

Не зазначаючи всіх деталей, звернемо увагу лише на одну особливість кварків: заряд цих частинок не цілий (в елементарних зарядах), а дробовий і дорівнює $+\frac{2}{3}e$ або $-\frac{1}{3}e$, де e – елементарний заряд. Наприклад, заряд d -кварка дорівнює $-\frac{1}{3}e$, u -кварка – $+\frac{2}{3}e$, s -кварка – $-\frac{1}{3}e$. Кожний нуклон складається із трьох кварків: протон – із двох u -кварків і одного d -кварка ($p = uud$), нейтрон – із двох d -кварків і одного u -кварка ($n = udd$).



4. Майбутнє

Проблемне питання

- Яке майбутнє у розвитку фізики елементарних частинок?

Заповітною мрією більшості видатних фізиків було і залишається створення єдиної теорії – так званої «теорії всього», за допомогою якої можна було б пояснити всі явища у Всесвіті. В останні роки у фізиці елементарних частинок: створена Стандартна модель, що об'єднує сильну, слабку та електромагнітні взаємодії елементарних частинок. Відкриття бозона Гітса (в рамках стандартної моделі «відповідає» за наявність інертної маси в елементарних частинках) її підтверджує, передбачений британським

фізиком-теоретиком Пітером Хігсом (народ. 1929 р.) у 1964 році. Про відкриття було заявлено у 2012 році після аналізу результатів роботи Великого адронного колайдера. Залишаються не поясненими: природа темної матерії, походження високоенергетичних космічних частинок тощо. Наука чекає на нові відкриття!

IV. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Бесіда за питаннями

1. *Що називають елементарною частинкою?*
2. *Яку частинку називають позитроном? Чим вона відрізняється від електрона? Хто першим предбачив і хто першим спостерігав цю частинку?*
3. *Які частинки називають лептонами?*
4. *Які частинки називають адронами?*
5. *Що таке кварки? Які заряди мають кварки? Назвіть засновників теорії кварків.*

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 43

2.1.11. Тематичне оцінювання з теми «Атомна та ядерна фізика»

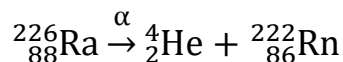
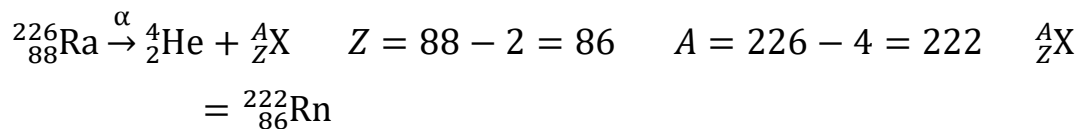
Учні виконують письмову контрольну роботу. Після виконання потрібно зробити фотографію і надіслати на пошту вчителя. Робота виконується по можливості із увімкненою веб-камерою. Наведемо один приклад варіанту контрольної роботи.

Контрольна робота № 5 «Атомна та ядерна фізика»

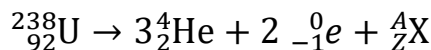
1 варіант

1. Планетарну модель атома запропонував. (0,5 бали)
а) Максвелл б) Томсон в) Бор г) Резерфорд
2. В атомі Гідрогену електрон перейшов з першої орбіти на третю, а потім – з третьої на другу. Як змінювалась під час цих переходів повна енергія атома? (0,5 бали)

- а) Тільки збільшувалася **б) Спочатку збільшувалася, потім зменшувалася**
- в) Тільки зменшувалася г) Спочатку зменшувалася, потім збільшувалася
3. Укажіть неправильне твердження. (0,5 бали)
- а) Атом поглинає фотони з енергією, яка дорівнює різниці енергій атома у стаціонарних станах
- б) Атом може випромінювати фотони з енергією, меншою за енергію іонізації атома з основного стану
- в) Атом випромінює і поглинає фотони, які можуть мати однакові довжини хвиль
- г) Атом може поглинути фотон з енергією, більшою за енергію іонізації атома з основного стану**
4. Які частинки, утворені при розпаді радіоактивного елемента, мають максимальну швидкість? (0,5 бали)
- а) α -частинки б) Електрони в) Позитрони г) γ -кванти
5. Реакція поділу важких ядер, під час якої утворюються нейтрони, необхідні для подальшого протікання цієї реакції. (0,5 бали)
- а) Радіоактивність **б) Ланцюгова ядерна реакція**
- в) Розщеплення ядра г) Термоядерний синтез
6. Відбувся α -розпад Радію ${}^{226}_{88}\text{Ra}$. Укажіть правильне твердження. (0,5 бали)
- а) Утворилося ядро атома іншого хімічного елемента**
- б) Утворилося ядро з масовим числом 224
- в) Утворилося ядро з атомним номером 90
- г) Кількість протонів у ядрі зменшилася на 1
7. Скільки протонів і скільки нейтронів міститься в ядрі атому Бісмуту ${}^{209}_{83}\text{Bi}$? (0,5 бали)
- Бісмут ${}^{209}_{83}\text{Bi}$: $A = 209$ $Z = 83$ $N = 209 - 83 = 126$
8. Запишіть рівняння реакції α -розпаду ${}^{226}_{88}\text{Ra}$. (0,5 бали)



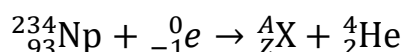
9. Уран ${}_{92}^{238}\text{U}$ піддали трьом α - і двом β -розпадам. Визначте кінцевий продукт реакції. (1 бал)



$$Z = 92 - 3 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 88; \quad A = 238 - 3 \cdot 4 - 2 \cdot 0 = 226; \quad {}_Z^AX = {}_{88}^{226}\text{Ra}$$



10. Ядро якого елемента утвориться, якщо ядро Нептунію-234 захопить електрон з К-оболонки, випустивши при цьому α -частинку? Запишіть ядерну реакцію, що відбулася. (1 бал)



$$A = 234 + 0 - 4 = 230; \quad Z = 93 - 1 - 2 = 90; \quad {}_Z^AX = {}_{90}^{230}\text{Th}; \quad {}_{93}^{234}\text{Np} + {}_1^0e$$



11. Радіоактивний ізотоп має період піврозпаду 1 хв. Скільки ядер із 1000 лишиться за 2 хв? (1 бал)

Дано:

$$T_{1/2} = 1 \text{ хв}$$

$$N_0 = 1000$$

$$t = 2 \text{ хв}$$

$$N - ?$$

Розв'язання

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$$

$$N = 1000 \cdot 2^{-\frac{2 \text{ хв}}{1 \text{ хв}}} = 1000 \cdot 2^{-2} = 1000 \cdot \frac{1}{4} = 250$$

Відповідь: $N = 250$.

12. Визначте енергію зв'язку ядра Силіцію ${}_{14}^{30}\text{Si}$, $m_{{}_{14}^{30}\text{Si}} = 29,97376$ а. о. м. (2 бали)

$$m_p = 1,00728 \text{ а. о. м.}; \quad m_n = 1,00866 \text{ а. о. м.}; \quad m_e = 0,00055 \text{ а. о. м.}$$

Дано:

$$Z = 14$$

$$A = 30$$

$$m_{{}_{14}^{30}\text{Si}} = 29,97376 \text{ а. о. м.}$$

Розв'язання

$$E_{\text{зв}} = \Delta m c^2 \quad \Delta m = (Zm_p + Nm_n) - m_{\text{я}}$$

$$N = A - Z \quad N = 30 - 14 = 16$$

$$m_{\text{я}} = m_{{}_{14}^{30}\text{Si}} - Zm_e$$

$m_p = 1,00728 \text{ а. о. м.}$ $m_n = 1,00866 \text{ а. о. м.}$ $m_e = 0,00055 \text{ а. о. м.}$ $k = 931,5 \frac{\text{МеВ}}{\text{а. о. м}}$	$m_{\text{я}} = (29,97376 - 14 \cdot 0,00055) \text{ а. о. м.}$ $= 29,96606 \text{ а. о. м.}$ $\Delta m = (14 \cdot 1,00728 + 16 \cdot 1,00866$ $- 29,96606) \text{ а. о. м.} = 0,27442 \text{ а. о. м.}$ $E_{\text{зв}} = 0,27442 \text{ а. о. м.} \cdot 931,5 \frac{\text{МеВ}}{\text{а. о. м}} = 255,6 \text{ МеВ}$
<hr/> $E_{\text{зв}} - ?$	Відповідь: $E_{\text{зв}} = 255,6 \text{ МеВ.}$

13. Маса початкового завантаження Урану-235 у реакторі 10 кг. За який проміжок часу початкове завантаження зменшиться на 2%? Потужність реактора постійна й дорівнює 1 МВт. Уважайте, що внаслідок кожного поділу ядра виділяється енергія 200 МеВ. (3 бали)

Дано:

$$m_0 = 10 \text{ кг}$$

$$m = 0,02m_0$$

$$P = 1 \text{ МВт}$$

$$= 1 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

$$E_0 = 200 \text{ МеВ}$$

$$= 200 \cdot 10^6 \cdot 1,6$$

$$\cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$= 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$$

$$M = 235 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$t - ?$$

Розв'язання

$$P = \frac{E}{t} - \text{потужність реактора}$$

$$E = NE_0 \quad N = \frac{m}{M} N_A \Rightarrow E = \frac{0,02m_0}{M} N_A E_0$$

$$P = \frac{0,02m_0 N_A E_0}{tM} \Rightarrow t = \frac{0,02m_0 N_A E_0}{PM}$$

$$[t] = \frac{\text{кг} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{Дж}}{\text{Вт} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{моль}}} = \frac{\text{Дж}}{\frac{\text{Дж}}{\text{с}}} = \text{с}$$

$$t = \frac{0,02 \cdot 10 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 3,2 \cdot 10^{-11}}{1 \cdot 10^6 \cdot 235 \cdot 10^{-3}} \approx 16,4 \cdot 10^6 \text{ (с)}$$
Відповідь: $t \approx 16,4 \cdot 10^6 \approx 190 \text{ діб.}$

2.1.12. Навчальні проекти

Мета уроку: Навчальна. Визначити рівень оволодіння учнями знаннями за темою, обраною для навчального проекту в межах теми «Атомна та ядерна фізика». **Розвивальна.** Розвивати уміння правильно розподіляти час;

самостійність у навчанні; вміння самостійно застосовувати правила, закони. **Виховна.** Виховання дисципліни, чесності, відповідальності.

Тип уроку: урок контролю та корекції навчальних досягнень. **Наочність і обладнання:** презентації проектів, моделі, установки.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. ПЕРЕВІРКА ДОМАШНЬОГО ЗАВДАННЯ

III. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

IV. ЗАХИСТ ПРОЕКТІВ

V. ПІДСУМОК УРОКУ

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Повторити § 36–43

Теми проектів

1. Фізичні основи роботи лазерного принтера.
2. Перспективи використання надпровідності.
3. Складання радіаційної карти регіону.
4. Радіологічний аналіз місцевих харчових продуктів.
5. Святкування Дня науки у школі.

Теми рефератів і повідомлень

1. Біофізичні механізми дії йонізуючого випромінювання на клітину.
2. Екологічні наслідки безвідповідального використання атомної енергії.
3. Вплив людського фактора в аваріях на атомних станціях.
4. Застосування радіонуклідів у медицині.
5. Рентгенівська комп'ютерна томографія та її види.
6. Віддалені наслідки радіаційного опромінення.
7. Вплив лазерного випромінювання на організми та його застосування в медицині.
8. Жінки – лауреатки Нобелівської премії з фізики.
9. Повчальні історії з життя фізиків.
10. Основні напрями науково-технічного прогресу.

11. Атомна енергетика України.
12. Цікаві факти з життя першої жінки, удостоєної Нобелівської премії.

Теми експериментальних досліджень

1. Спостереження неперервного і лінійчастого спектрів речовини.

Орієнтовні критерії оцінювання навчального проекту

Актуальність - 1 бал. Оформлення роботи (паперові носії) - 2 бали.

Достовірність - 1 бал. Науковість - 2 бали. Представлення - 2 бали.

Презентація (малюнки) - 2 бали. Обговорення - 2 бали.

Орієнтовне оформлення проекту (паперові носії та презентація)

1. Назва проекту. Тип проекту. Керівник проекту (вчитель). Виконавці проекту. Проблема. Мета. Очікуваний результат (для дослідження). Завдання проекту. Хід роботи. Висновки. Використані джерела інформації.

Типи проектів

Дослідницький. Інформаційно-пошуковий. Творчий. Рольовий.

Проект - це «п'ять П»

Проблема. Проектування (планування). Пошук інформації. Продукт.

Презентація (представлення результату).

2.2. Дослідно-експериментальна перевірка результатів дослідження

У процесі дослідно-експериментальної перевірки результатів дослідження постала проблема вибору підходящого статистичного інструменту для аналізу невеликих вибірок, тому що дослідження охоплювало два класи у яких разом навчається 32 учні.

Працюючи з невеликими розмірами вибірки в педагогічних дослідженнях (зазвичай 20-30 осіб), важливо вибрати відповідні статистичні інструменти, які можуть врахувати обмежені дані. Ось деякі статистичні методи, які можуть бути корисними:

1. Описова статистика: почніть з описової статистики, щоб узагальнити свої дані. Обчисліть середні значення, медіани, стандартні відхилення та інші

показники, щоб отримати уявлення про центральну тенденцію та мінливість ваших даних.

2. Т-тести: для порівняння середніх значень між двома групами (наприклад, експериментальною та контрольною групами) можна використовувати t-тести. Т-критерій незалежної вибірки або t-тест парних вибірок можуть підійти залежно від дизайну вашого дослідження.

3. Тест рангової суми Вілкоксона (U-тест Манна-Уїтні): якщо припущення t-тестів не виконуються, або якщо у вас є порядкові або ненормально розподілені дані, ви можете використовувати непараметричні тести, такі як Mann-Тест Whitney U для двох груп.

4. Знаковий ранговий тест Вілкоксона: якщо у вас є парні дані (наприклад, оцінки до і після тестування), знаковий ранговий тест Вілкоксона є непараметричною альтернативою t-критерію парних вибірок.

5. Тест хі-квадрат: якщо ви маєте справу з категоричними даними або частотами, тест хі-квадрат може допомогти вам оцінити зв'язок між змінними.

6. Розмір ефекту: у дослідженнях із малими вибірками розміри ефекту є вирішальними. Вони надають інформацію про практичне значення ваших висновків. Може бути корисним d Коена для t-тестів або співвідношення шансів для тестів хі-квадрат.

7. Кореляційний аналіз: якщо ви хочете дослідити зв'язки між змінними, подумайте про використання кореляційного аналізу (наприклад, рангова кореляція Пірсона або Спірмена). Однак будьте обережні щодо надмірної інтерпретації кореляцій у малих вибірках.

8. ANOVA або тест Краскела-Уолліса: для порівняння середніх значень між більш ніж двома групами ви можете використовувати ANOVA, якщо припущення виконуються. Якщо ні, тест Крускала-Уолліса є непараметричною альтернативою.

9. Регресійний аналіз: якщо ви хочете передбачити результат на основі однієї або кількох змінних предиктора, можна використати регресійний

аналіз. Однак, з малими вибірками, ви повинні бути обережними, щоб не переналаштувати вашу модель, і результати можуть мати обмежену можливість узагальнення.

10. Бутстрапінг — це техніка повторної вибірки, яка може бути корисною для невеликих вибірок. Він генерує кілька наборів даних із повторною дискретизацією для оцінки розподілу вибірки статистичних даних і довірчих інтервалів.

11. Байєсівський аналіз: байєсівська статистика може бути корисною в ситуаціях з невеликою вибіркою, дозволяючи вам включити попередні знання у свій аналіз. Байєсовські методи часто ефективніше справляються з невизначеністю в невеликих вибірках.

12. Якісні методи: на додаток до кількісного аналізу розгляньте можливість використання якісних методів, таких як контент-аналіз, тематичний аналіз або тематичні дослідження, які можуть дати цінну інформацію, особливо коли ви маєте справу з невеликими вибірками.

13. Дослідження зі змішаними методами: поєднання кількісних і якісних підходів може забезпечити більш повне розуміння проблеми дослідження.

14. Вплив розміру вибірки: пам'ятайте про обмеження малих розмірів вибірки. Потужність статистичних тестів обмежена, і ви можете не виявити незначних ефектів. Повідомлення про довірчі інтервали та розміри ефекту може допомогти пом'якшити цю проблему.

15. Реплікація та мета-аналіз: подумайте про реплікацію свого дослідження та шукайте можливості внести свій внесок у мета-аналіз, який агрегує висновки кількох невеликих досліджень.

Вибір статистичних інструментів ґрунтувався на дослідницькій проблемі, характері наших даних і прийнятих припущеннях.

Ми прийняли рішення використати критерій Манна-Уїтні.

U-критерій Манна-Уїтні – це непараметричний статистичний критерій, що використовується для порівняння вираженості показників у двох несвязних виборах.

Перші непараметричні критерії застосували в 30-х роках ХХ століття. Вони відрізняються простотою проведення, для них не потрібно вираховувати які-небудь параметри розподілу (середні значення, стандартні відхилення та ін.)

Непараметричні критерії дозволяють вирішити деякі важливі завдання, пов'язані з виявленням різних досліджуваних визнань, з оцінкою здвигу значень досліджуваних визнань, виявленням різних у розподілах.

Цей метод виявлення різних виборів між собою був запропонований у 1945 році Френком Уїлкоксоном (Ф. Вілкоксон). У 1947 році він був істотно перероблений і розширений Х.Б.Манном (H.B. Mann) і Д.Р.Уїтні (D.R. Whitney), за іменами яких і називається. U-критерій Манна-Уїтні – непараметричний статистичний критерій, який використовується для оцінки різниці між двома незалежними і незалежними малими виборами за рівнем якого-небудь визнання, виміряного в кількості, наприклад, для виявлення різниці в середніх значеннях двох генеральних сукупностей (оцінка ефективності нових лікарських препаратів, нових методів фізіотерапевтичного лікування, порівняння результатів біохімічного дослідження в двох групах осіб і т.д.), вибірки з яких представлені в ранговій шкалі. Ознаки розташовуються на цій шкалі в порядку утворення, а потім нумеруються цілими числами. Ці числа і називаються рангами. Значення має не саму величину визнання, а лише порядкове місце, яке воно займає серед іншої величини. Мірою відмінності є число Т-сума рангів для кожної з груп. Цей метод визначає, чи достатньо мала зона перехресних значень між двома рядами (розташованим поруч значень параметрів у першому виборі та таким же у другому виборі). Чим менше значення критерію, тим вірніше, що різниця між значеннями параметрів у виборах достовірна.

В експерименті по вивченню ефективності використання чат-бота у процесі розв'язування задач з фізики брали участь дві групи учнів. У першій групі пояснення щодо розв'язування задачі надавав вчитель. У другій групі учні працювали самостійно над розв'язуванням тих самих задач, але із використанням чат-бота Physics problem solver, який працює на основі розробленого авторами статті алгоритму. Після цього здійснювалась перевірка розв'язків учнів і оцінювання за 100-бальною шкалою.

Для оцінки різниці між двома малими вибірками за рівнем значущості використовується непараметричний U-критерій Манна-Уїтні відповідно до структури результатів студентів. Тест Манна-Уїтні служить непараметричною альтернативою t-тесту для незалежних вибірок. Його перевага полягає в тому, що він не покладається на припущення нормального розподілу або рівних дисперсій. Він підходить для даних, виміряних за порядковою шкалою або вище.

U-критерій Манна-Уїтні використовується для порівняння двох вибірок із розміром вибірки n_1 або $n_2 < 11$, таким чином задовольняючи вказані умови. Кожен зразок повинен містити щонайменше три спостереження, і якщо один зразок містить два спостереження, інший зразок повинен мати мінімум п'ять. Кількість спостережень у кожній вибірці не повинна перевищувати 60, хоча ранжирування стає більш трудомістким при 20 або більше спостереженнях. Дані повинні бути представлені принаймні в порядковій шкалі.

Розрахунок U-статистики Манна-Уїтні зручно представити у вигляді алгоритму:

1. Перевірте, чи виконуються умови застосування U-критерію.
2. Прив'яжіть дані з першого зразка до карток одного кольору (наприклад, червоного), а дані з другого зразка – до карток іншого кольору (наприклад, синього).

3. Розташуйте всі картки в одному ряду в порядку зростання, не враховуючи колір карток.
4. Призначте ранги значенням на картках.
5. Розділіть картки на дві групи за кольором (червоні в одному ряду, сині в іншому).
6. Обчисліть суму рангів окремо для карток у кожній групі.
7. Визначити більшу з двох рангових сум. Зразок, пов'язаний із сумою вищого рангу, вважається зразком 1, тоді як зразок із сумою меншого рангу – зразком 2.
8. Сформулюйте нульову та альтернативну гіпотези:

H_0 : Рівень значущості у зразку 2 не нижчий за рівень значущості у зразку 1.

H_1 : Рівень значущості у зразку 2 нижчий, ніж рівень значущості у зразку 1.
9. Обчисліть емпіричне значення U за відповідною формулою:

$$U_{ex} = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - S_1 \quad (2.1)$$

де – обсяг вибірки відповідно 1 і 2; S_1 – сума рангів вибірки 1.

10. За таблицею критичних значень критерію Манна-Вітні визначити критичні значення $U_{0,01}$ і $U_{0,05}$ для заданих n_1 і n_2 .
11. Якщо $U_{емп} \leq U_{0,01}$ гіпотезу H_0 потрібно відхилити, якщо $U_{емп} > U_{0,05}$ – прийняти. Якщо $U_{0,01} < U_{емп} \leq U_{0,05}$ гіпотеза H_0 відхиляється на рівні значущості 0,05 (або 5%), хоча на практиці такий рівень значущості для U -критерію Манна–Вітні вважається неприйнятним.

У нашому випадку у двох групах кількість досліджуваних була $n_1 = 8$, $n_2 = 10$ проводилося перевірка самостійних робіт з розв'язування задач з максимально можливим числом балів 100. Фактично бали учнів представлені в таблиці 1. Чи можна стверджувати, що рівень вміння розв'язувати задачі в цих групах різняться?

Гіпотез сформульовано наступним чином:

H_0 : відмінність у рівні вмінні розв'язувати задачі між групами відсутня;

H_1 : учні у групі 1 мають вищий рівень вміння розв'язувати задачі.

Table 1 Бали учнів

Контрольна група			Експериментальна група		
№	Код учня	Бали	№	Код учня	Бали
1	A	55	1	A1	45
2	B	37	2	B1	24
3	C	35	3	C1	72
4	D	85	4	D1	70
5	E	68	5	E1	35
6	F	35	6	F1	28
7	G	49	7	G1	68
8	H	62	8	H1	38
			9	I1	45
			10	J1	56

Нагадаємо, що у 1 групі пояснення у процесі розв'язування задач виконував вчитель, а у групі 2 учні розв'язували самостійно із застосуванням чат-бота. Кількість учнів у групах різна, проте, якщо порахувати середні значення числа набраних балів у групах, вони дорівнюють $x_1 = 53,3$ і $x_2 = 48,1$ балів, що дає підстави висування гіпотези H_1 . U-критерій дозволяє її перевірити, оскільки умови застосування методу виконані. Використовуючи формулу (1) знаходимо $U_{ex} = 44,5$. Критичне значення U_k знаходимо за довідковими таблицями критерію Манна-Вітні. У нашому випадку для $n_1 = 8$ і $n_2 = 10$ знаходимо: $U_k = 20$.

Зіставлення U_{ex} і U_k дозволяє прийняти або відкинути експериментальну гіпотезу; у нашому випадку $U_{ex} > U_k$, отже, H_1

відкидається і приймається H_0 – достовірна відмінність у рівнях вміння розв'язувати задачі в порівнянних групах відсутня (всупереч відмінності середніх показників).

Ми вбачаємо можливість використання чат-бота у кількох моделях змішаного навчання: 1) моделі Face-to-Face, що дозволяє доповнювати основний навчальний процес у класі з викладачем виконанням онлайн-завдань бота; 2) моделі Online-lab, в якій викладач використовує можливості чат-бота на уроці з учнями та доповнює своїми завданнями на розв'язування нетипових, творчих та експериментальних задач з фізики; 3) моделі Onlinedriver, що дозволяє організувати віртуальний освітній світ за участю викладача та учнів.

Важливо підкреслити, що чат-бот є додатковим і стимулюючим форматом, який підвищує ефективність навчання фізики. Крім того, він має потенціал стати цінним і ефективним інструментом як для учнів, так і для викладачів, полегшуючи їх роботу та покращуючи їхній досвід навчання. Зокрема, вчитель може впроваджувати чат-бот на заняттях (домашній роботі, класній роботі). Чат-бот це інструмент для послідовного навчання. Чат-бот дозволяє освоїти процес розв'язування типових задач з фізики, до яких повністю або частково можна застосувати алгоритмічний підхід. Однак сама технологія чат-ботів має широкі можливості для реалізації різних освітніх завдань. З моменту запуску чат-бот здійснюється накопичення статистика використання і видно інтерес з боку користувачів – учнів і студентів, які здобувають кваліфікацію вчителя фізики.

Розробка чат-бота для розв'язування фізичних проблем має потенціал кардинально змінити підхід учнів до розв'язування фізичних задач. Використовуючи технології штучного інтелекту та NLP, цей чат-бот може надавати персоналізовані рекомендації, негайний зворотний зв'язок, цілодобову доступність, адаптивне навчання та захоплюючий досвід навчання. Передбачається, що застосування чат-ботів може бути ефективним і для розв'язування типових задач з інших навчальних предметів.

2.3. Висновки до розділу

На основі викладеного вище можна зробити наступні висновки:

Дистанційне навчання фізиці в школі може бути ефективним при використанні різноманітних методів і засобів. Ось кілька найефективніших методів дистанційного навчання фізики, включно з використанням чат-бота для вирішення завдань з фізики:

1. Відеолекції: Відеолекції досвідчених викладачів можуть бути дуже ефективними для пояснення складних фізичних концепцій. Ці лекції можна попередньо записувати або транслювати в прямому ефірі, що дозволяє студентам дивитися та переглядати їх за потреби.

2. Інтерактивне моделювання: Фізичне моделювання та інтерактивні віртуальні лабораторії можуть допомогти студентам візуалізувати та експериментувати з фізичними концепціями. Вони забезпечують практичний досвід навіть у віддаленому навчальному середовищі.

3. Онлайн-ресурси: Відібрані онлайн-ресурси, такі як Khan Academy, Coursera та edX, пропонують комплексні курси з фізики, до яких учні можуть отримати доступ у своєму власному темпі.

4. Дискусійні форуми: Онлайн-дискусійні форуми, наприклад на таких платформах, як Reddit або спеціалізовані освітні форуми, можуть бути цінними для студентів, щоб ставити запитання, ділитися знаннями та брати участь у дискусіях, пов'язаних з фізикою.

5. Віртуальна реальність (VR): VR можна використовувати для створення захоплюючого фізичного досвіду, дозволяючи студентам досліджувати фізичні явища та взаємодіяти з ними у віртуальному середовищі.

6. Чат-боти для вирішення проблем: Чат-боти можуть бути розроблені, щоб допомогти студентам розв'язувати задачі з фізики. Вони можуть надати покрокові рішення, відповісти на запитання та запропонувати практичні

задачі з миттєвим відгуком. Ці чат-боти можна інтегрувати в навчальні платформи або веб-сайти.

7. Співпраця однолітків: Заохочення студентів до співпраці з однолітками, навіть віддалено, може покращити їх навчання. Можна організувати віртуальні навчальні групи та спільні проекти.

8. Онлайн-тести та оцінювання: Регулярні онлайн-тести та оцінювання допомагають учням оцінити їхнє розуміння та надати миттєвий зворотний зв'язок. Їх можна адаптувати до різних рівнів складності.

9. Індивідуалізовані навчальні маршрути: Адаптивні навчальні платформи можуть адаптувати контент до сильних і слабких сторін кожного учня, гарантуючи, що вони зосереджуються на сферах, де їм найбільше потрібна допомога.

10. Регулярні відгуки вчителів: Заплановані відеоконференції або особисті бесіди з вчителями можуть надати учням індивідуальні відгуки та рекомендації.

Особливо ефективним інструментом є використання чат-бота для вирішення завдань з фізики. Такі чат-боти можуть бути розроблені для:

- Надайте негайну допомогу з домашніми завданнями або практичними проблемами.

- Запропонуйте покрокові розв'язки завдань з фізики.

- Поясніть поняття в розмовній манері, роблячи складні теми більш доступними.

- Адаптуйтеся до рівня знань студента та пропонувати дедалі складніші завдання в міру їх просування.

- Відстежуйте та записуйте прогрес студента та пропонуйте сфери, де вони потребують вдосконалення.

Поєднуючи ці методи, включаючи використання чат-бота, школи можуть створити привабливе та ефективне середовище дистанційного навчання для фізики. Важливо підтримувати баланс між пасивним навчанням

(наприклад, відеолекціями) та активним навчанням (наприклад, вирішенням проблем, обговореннями), щоб забезпечити всебічний досвід навчання.

Висновки

У магістерській роботі наведено теоретичне узагальнення і результати вирішення проблеми методика вивчення розділу “Атомна та ядерна фізика” в 11 класах закладів загальної середньої освіти в умовах дистанційного навчання.

Встановлено, що дистанційне навчання на основі інформаційно-комунікаційних технологій використовується на всіх рівнях освітнього процесу, це впливає на появу різноманітних педагогічних досліджень щодо умов використання дистанційної освіти. В майбутньому механізми дистанційного навчання будуть тільки вдосконалюватися, що вплине на поширення та розвиток онлайн-освіти в цілому.

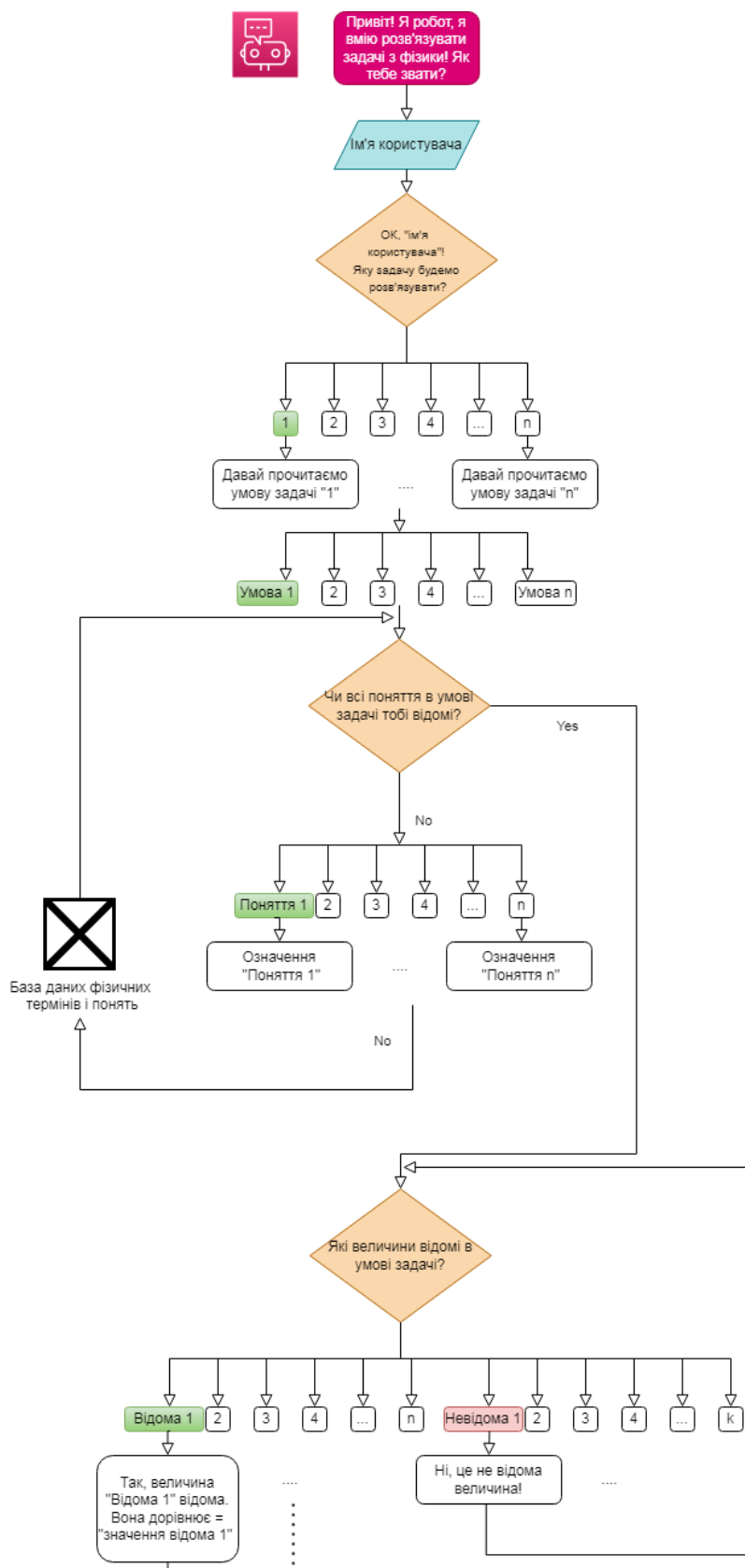
Розв'язується завдання, що стосується розробки навчально-методичного комплексу, обґрунтування методики його застосування під час дистанційного навчання. Встановлено, що найефективнішими методами дистанційного навчання фізики є: відеолекції, інтерактивне моделювання, онлайн-ресурси, дискусійні форуми, віртуальна реальність (VR), чат-боти, співпраця однолітків, онлайн-тести та оцінювання, індивідуалізовані навчальні маршрути, регулярні відгуки вчителів.

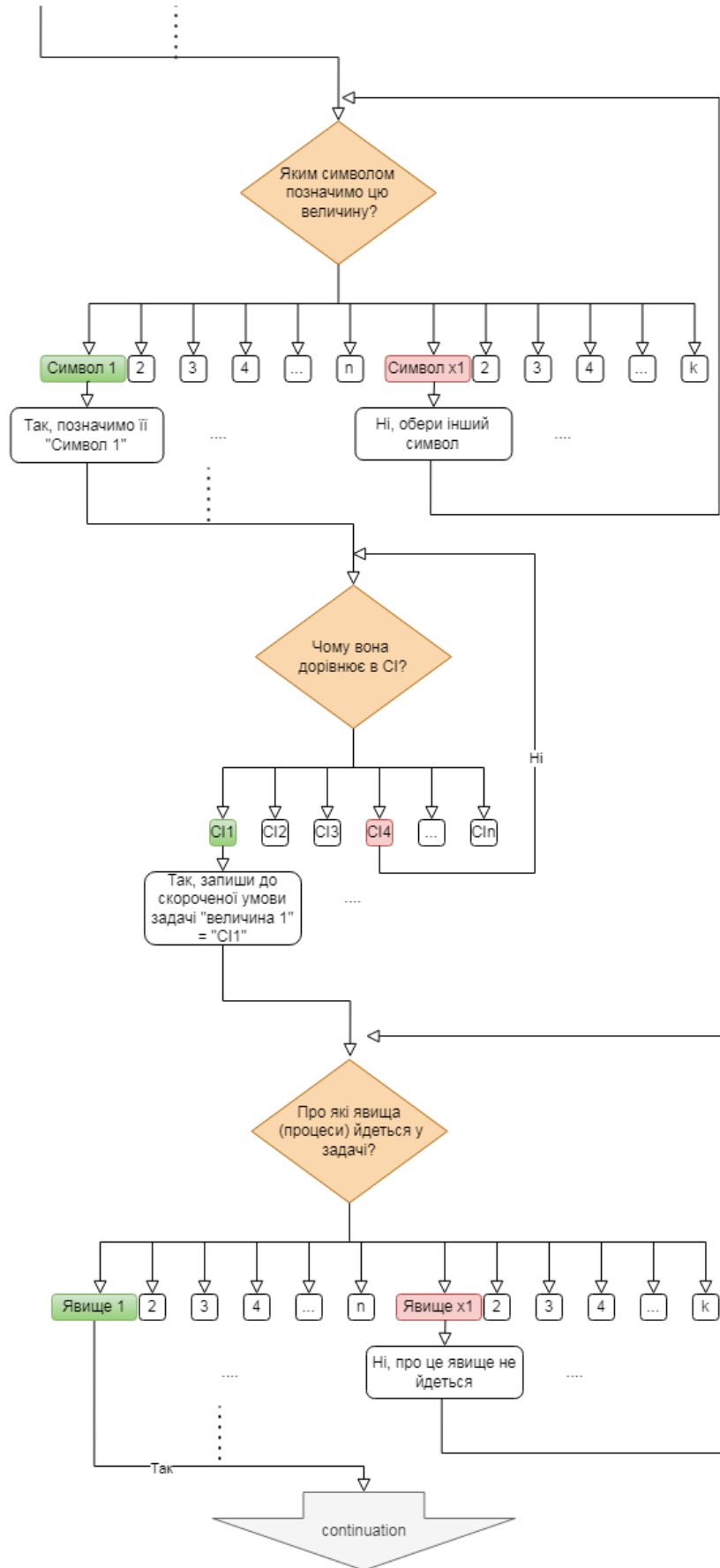
У дослідженні розглядається можливість використання чат-бота при навчанні розв'язуванню задач з фізики на основі розробленого алгоритму.

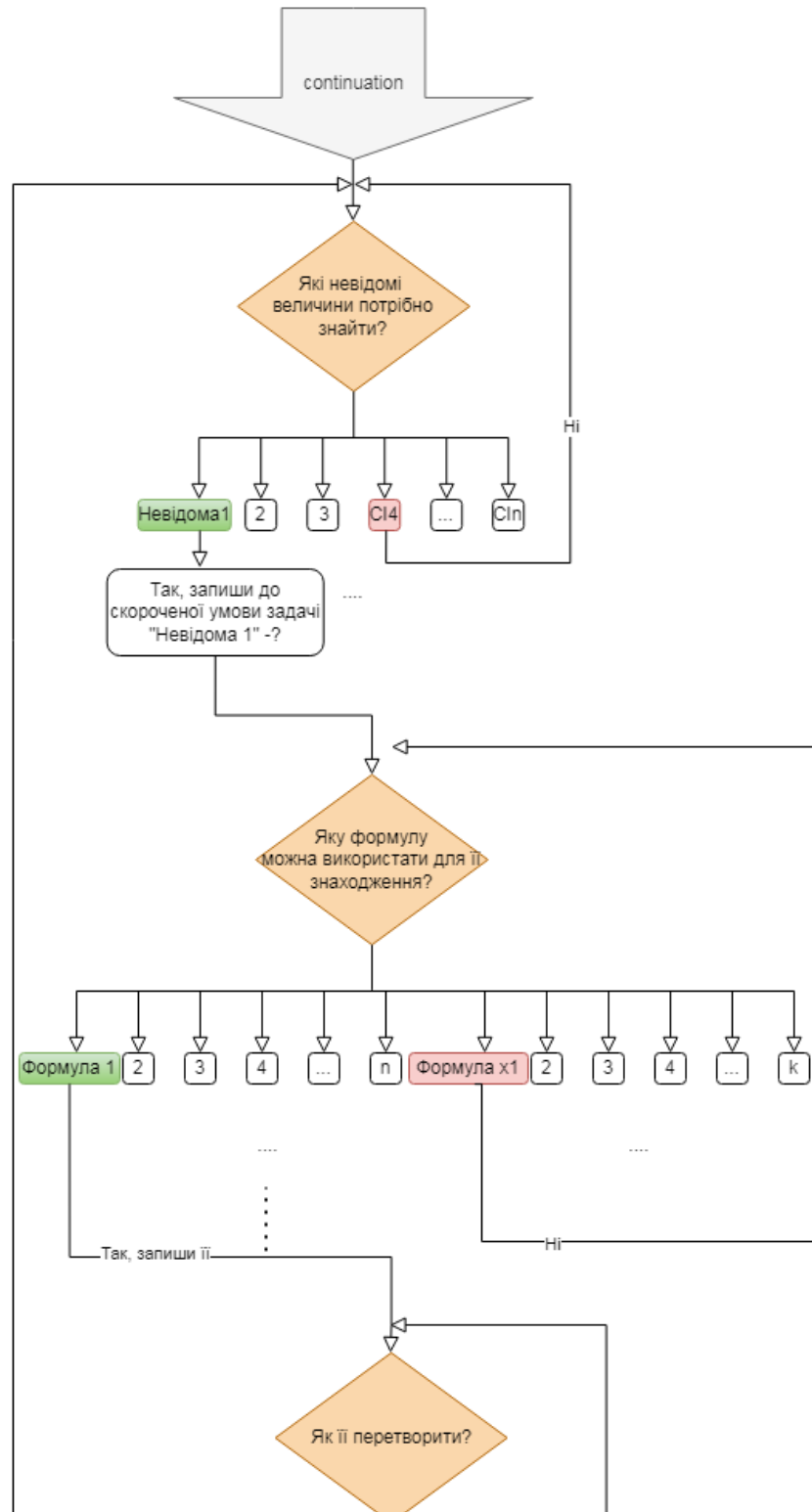
Дослідно – експериментальна перевірка результатів дослідження підтвердила ефективність запропонованих методів. Напрямо подальших досліджень вбачаємо у вивченні можливостей доповненої і віртуальної реальності у вивченні фізики.

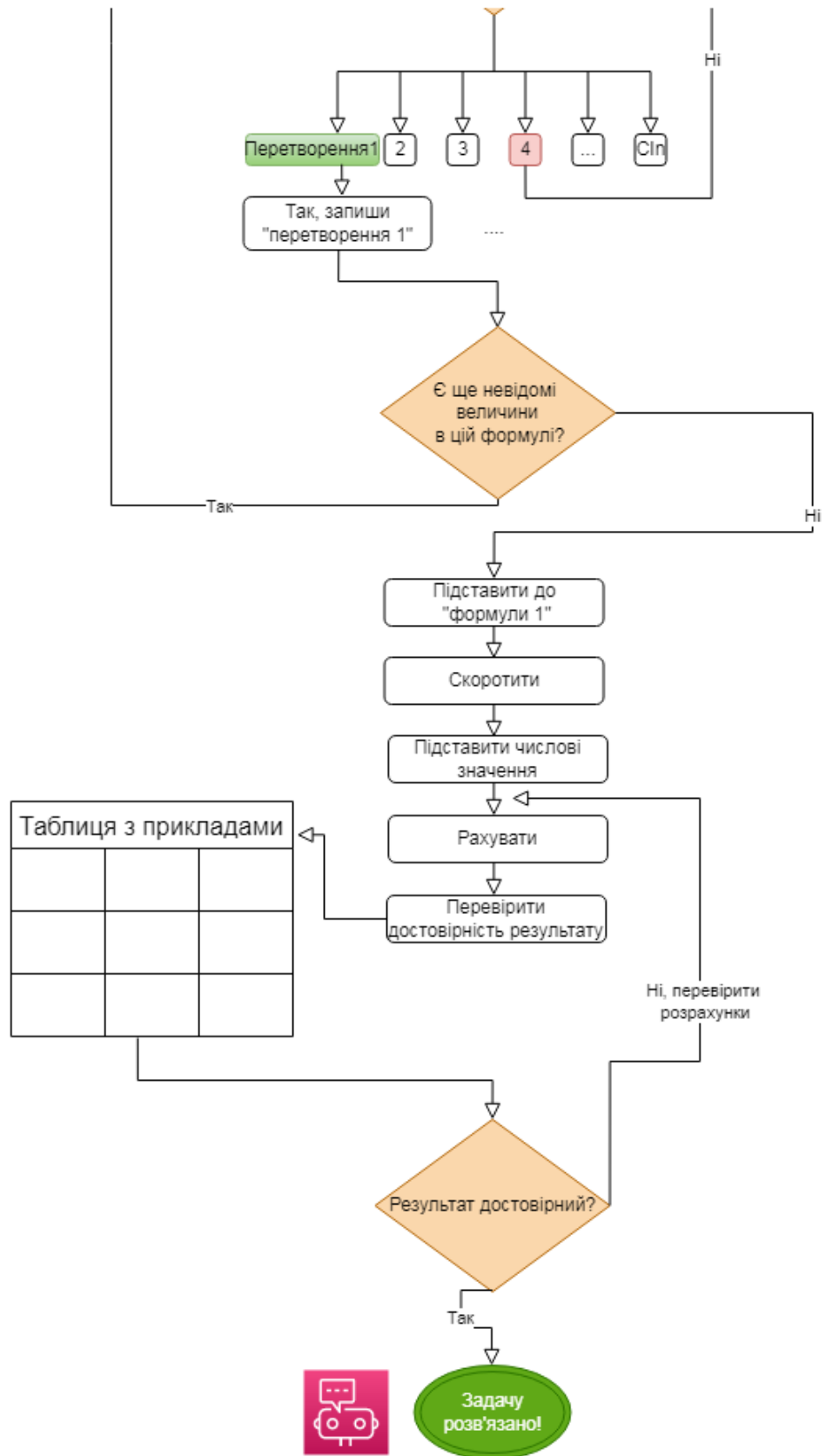
2.4. Додаток А

Блок-схема алгоритма роботи чат-бота розв'язування задач з фізики









Література

1. A. Mondal, M. Dey, D. Das, S. Nagpal, K. Garda. Chatbot: An automated conversation system for the educational domain. In 2018 International Joint Symposium on Artificial Intelligence and Natural Language Processing (iSAI-NLP) (pp. 1-5), 2018. doi.org/10.1109/iSAI-NLP.2018.8692927
2. A. Neto, M. Fernandes. Chatbot and conversational analysis to promote collaborative learning in distance education. In 2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), 2019. doi.org/10.1109/ICALT.2019.00102
3. A. Sreelakshmi, S. Abhinaya, A. Nair, S. Nirmala. A question answering and quiz generation chatbot for education. In 2019 Grace Hopper Celebration India (GHCI), 2019. doi.org/10.1109/GHCI47972.2019.9071832
4. A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar, J. Uszkoreit, L. Jones, A. N. Gomez, I. Polosukhin, Attention Is All You Need. 31st Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2017), Long Beach, CA, USA, 2017. arXiv:1706.03762v5 [cs.CL]
5. Cherng, H.-Y. S., & Davis, L. A. (2019). Multicultural Matters: *An Investigation of Key Assumptions of Multicultural Education Reform in Teacher Education*. *Journal of Teacher Education*, 70(3), 219–236. <https://doi.org/10.1177/0022487117742884Cherng>
6. Demiray, U. (2017). Is digital age “A tsunami” for distance education.: *In Advances in Educational Technologies and Instructional Design*, 179-194. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-1692-7.ch009>
7. E. Kasthuri, S. Balaji. A chatbot for changing lifestyle in education. In 2021 Third International Conference on Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks (ICICV), 2021. doi.org/10.1109/ICICV50876.2021.9388633
8. F. Clarizia, F. Colace, M. Lombardi, F. Pascale, D. Santaniello. Chatbot: An education support system for student. In *Cyberspace Safety and Security: 10th*

- International Symposium, CSS 2018, Amalfi, Italy, October 29–31, 2018. doi.org/10.1007/978-3-030-01689-0_23
9. G. J. Hwang, C. Y. Chang. A review of opportunities and challenges of chatbots in education. *Interactive Learning Environments*, 1-1, 2021. doi.org/10.1080/10494820.2021.1952615
 10. Gordon, N. (2022, July 15). Palestinian universities are once again under attack. *Breaking News, World News and Video from AlJazeera*. <https://www.aljazeera.com/opinions/2022/7/15/palestinian-universities-are-once-again-under-attack>
 11. H. Hien, P. Cuong, L. Nam, H. Nhung, L. Thang. Intelligent assistants in higher-education environments: the FIT-EBot, a chatbot for administrative and learning support. In *Proceedings of the 9th International Symposium on Information and Communication Technology* (pp. 69-76), 2018. doi.org/10.1145/3287921.3287937
 12. J. Deriu, A. Rodrigo, A. Otegi, G. Echevoyen, S. Rosset, E. Agirre, M. Cieliebak. Survey on evaluation methods for dialogue systems. *Artificial Intelligence Review*, 54, 755-810, 2021. doi.org/10.1007/s10462-020-09866-x
 13. J. Gao, M. Galley, L. Li. Neural approaches to conversational AI. In *The 41st International ACM SIGIR Conference on Research & Development in Information Retrieval* (pp. 1371-1374), 2018. doi.org/10.1145/3209978.3210183
 14. J. Masche, N. T. Le. A review of technologies for conversational systems. In *Advanced Computational Methods for Knowledge Engineering: Proceedings of the 5th International Conference on Computer Science, Applied Mathematics and Applications, ICCSAMA*, 2018. doi.org/10.1007/978-3-319-61911-8_19
 15. K. Park, J. S. Hong, W. Kim. A methodology combining cosine similarity with classifier for text classification. *Applied Artificial Intelligence*, 34(5), 396-411, 2020. doi.org/10.1080/08839514.2020.1723868

16. K. W. Church. Word2Vec. *Natural Language Engineering*, 23(1), 155-162, 2017. doi.org/10.1017/S1351324916000334
17. Kem, D. (2022). Personalised and adaptive learning: Emerging learning platforms in the era of digital and smart learning. *International Journal of Social Science and Human Research*, 05(02), 385-391. <https://doi.org/10.47191/ijsshr/v5-i2-02>
18. L. Floridi, M. Chiriatti. GPT-3: Its nature, scope, limits, and consequences. *Minds and Machines*, 30, 681-694, 2020. doi.org/10.1007/s11023-020-09548-1
19. Lopes, A., & Soares, F. (2022). Online distance learning course design and multimedia in E- learning. IGI Global.
20. R. Zhang, H. Lee, L. Polymenakos, D. Radev. Addressee and response selection in multi-party conversations with speaker interaction rnns. In *Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence* (Vol. 32, No. 1), 2018. doi.org/10.1609/aaai.v32i1.11937
21. Rajab, K. D. (2018). The effectiveness and potential of E-learning in war zones: An empirical comparison of face-to-face and online education in Saudi Arabia. *IEEE Access*, 6, 6783-6794. <https://doi.org/10.1109/access.2018.2800164>
22. S. W. Kim, J. M. Gil. Research paper classification systems based on TF-IDF and LDA schemes. *Human-centric Computing and Information Sciences*, 9, 1-21, 2019. doi.org/10.1186/s13673-019-0192-7
23. S. Wollny, J. Schneider, Di Mitri, J. Weidlich, M. Rittberger, H. Drachsler. Are we there yet? A systematic literature review on chatbots in education. *Frontiers in artificial intelligence*, 4, 654924, 2021. doi.org/10.3389/frai.2021.654924
24. Thavareesan, S., & Mahesan, S. (2020, July). Sentiment lexicon expansion using Word2vec and fastText for sentiment prediction in Tamil texts. In *2020 Moratuwa engineering research conference (MERCon)* (pp. 272-276). IEEE, 2020. doi.org/10.1109/MERCon50084.2020.9185369

25. V. Logacheva, V. Malykh, A. Litinsky, M. Burtsev. ConvAI2 dataset of non-goal-oriented human-to-bot dialogues. In *The NeurIPS'18 Competition: From Machine Learning to Intelligent Conversations* (pp. 277-294). Springer International Publishing, 2020. doi.org/10.1007/978-3-030-29135-8_11
26. W. Sari, D. Rini, R. F. Malik. Text Classification Using Long Short-Term Memory with GloVe. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*, 5(1), 85-100, 2019. doi.org/10.26555/jiteki.v5i2.15021
27. Архипов К.С. Про застосування інформаційних технологій в освітній галузі Проблеми інформатизації освіти: Тези доповідей обласної науково-методичної конференції / Архипов К.С., Архипов М.С. – Тула: ТГУ, 1999.
28. Атаманчук П.С. Основи впровадження інноваційних технологій навчання фізиці: Навчальний посібник / П.С. Атаманчук, Н.Л. Сосницька. – Кам'янець-Подільський: Абетка-НОВА, 2007.
29. Вембер В. П. Методичні основи проектування та використання електронного підручника з інформатики для загальноосвітньої школи: автореф. дис. На здобуття наук. Ступеня канд. пед. наук: 13.00.02 / В. П. Вембер. –р К., 2008. – 20 с.
30. Вембер В. П. Навчально-методичні вимоги до електронного підручника / В. П. Вембер // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць Редрада. – К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2006. – № 4 (11). – С. 50–56.
31. Вембер В. П. Роль та місце електронного підручника в навчально-методичному комплекті з навчального предмета для загальноосвітньої школи / В. П. Вембер // Актуальні проблеми психології: Зб. наук. праць Інституту психології ім. Г. С. Костюка АПН України / за ред. С. Д. Максименка. – [Т. VIII, Вип. 6]. – К., 2009. – С. 43–51.
32. Вікова та педагогічна психологія: Навч. посіб. /О.В Скрипченко, Л.В.Долинська, З.В. Огороднійчук та ін. – К.: Просвіта, 2001.– 416 с.

33. Воронкин А. С. Введение в физику звука : уч. пособ. / А. С. Воронкин. – Луганск : Изд-во ЛГИКИ, 2012. – 96 с.
34. Воронкін О. С. Досвід проведення відкритого дистанційного курсу «Вступ до фізики звуку» / О. С. Воронкін // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : збірник наук. праць. – Вип. X : в 3-х т. – Кривий Ріг : видавничий відділ НметАУ, 2012. – Т. 2 : Теорія та методика навчання фізики. – С. 44–53.
35. Гласс Дж. Статистические методы в педагогике и психологии / Дж. Гласс, Дж. Стенли. – М. : Прогресс, 1976. – 494 с.
36. Гончаренко С.У. Формування наукового світогляду студентів під час вивчення фізики : посібник для вчителя / Гончаренко С.У. – К. : Рад. школа, 1990. – 208 с.
37. Жалдак М. І. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики: [посіб. для вчителів] / М. І. Жалдак, В. В. Лапінський, М. І. Шут. – К.: Дініт, 2004. – 110 с.
38. Жалдак М.І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: 36. наук. праць - К.:НПУ ім. М.П. Драгоманова. - Випуск 7. - 2003.- С. 3-14.
39. Згуровський М. Інформаційні мережеві технології в науці та освіті // Дзеркало тижня. – № 25 (400) 6-12 липня 2002.
40. Кадемія М. Ю. Електронний навчальний посібник на інтерактивній основі / М. Ю. Кадемія, О. В. Шестопалюк // Професійна підготовка педагогічних кадрів в умовах інноваційної перебудови української національної освіти: сучасний стан, проблеми, перспективи розвитку: матеріали Міжвуз. наук.-практ. конф., 11 жовтня 2007 р. – Хмельницький: ХГПА, 2007. – С. 82–86.
41. Комп'ютер на уроках фізики: Посібник для вчителів / М.І Жалдак, Ю.К.Набочук, І.Л. Семещук – КостопільЮ РВП «РОСА», 2005. – 228 с.

42. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики. Посібник для вчителів // Інформатика.–2006.–№3-4.– січень.– 95 с.
43. Крук М. Створення та використання електронного предметного кабінету в роботі вчителя фізики. І Всеукраїнська науково-практична конференція «Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку природничо-математичних наук і методик їх викладання», 20-21 жовтня 2022 року, Глухів, 2022. С. 240-244
44. Крук М.Р. Застосування чат-ботів у процесі самостійної роботи учнів з фізики. Проблеми математичної освіти» (ПМО – 2023), м. Черкаси, 6-7 квітня 2023 р. Черкаси: Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2023. С 168-170. http://eprints.zu.edu.ua/36828/1/Tezy_2023_Cherkasy.pdf
45. Миргородський Б.Ю. Демонстраційний експеримент з фізики: Молекулярна фізика: посібник для вчителів / Б.Ю. Миргородський, В.К. Шабаль. – К. : Рад. школа, 1982. – 139 с.
46. Мислицька Н.А. Інформаційні технології навчання в системі формування понять з фізики // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. Випуск 7. Збірник наукових праць. / Редкол.: І.А.Зязюн (голова) та ін.– Київ-Вінниця: ТОВ Вінниця. – 2005. – С. 107-111.
47. Педагогічні технології та педагогічно-орієнтовані програмні системи: предметно-орієнтований підхід (група авторів) // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2002. – № 6. – С. 19.
48. Пищик В.І. Психологічний супровід дистанційного навчання в Інтернеті / Науковий сервіс в Інтернеті: тези доповідей Всеросійської наукової конференції. М . : Изд-во МГУ, 1999.
49. Полат Є. С. Дистанційне навчання: навч. посібник / Полат Є. С. – М . : ВЛАДОС, 1998.

50. Полянський П. Б. Про переваги і вразливі місця електронних підручників / П. Б. Полянський [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://osvita.ua/school/school_today/16840.
51. Садовий М.І., Вовкотруб В.П., Трифонова О.М. Вибрані питання загальної методики навчання фізики: навчальний посібник. Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. 252 с.
52. Фіцула М.М. Педагогіка: Навчальний посібник для студентів педагогічних закладів освіти. – К.: Академія, 2000. – 542 с.
53. Чайковська І. Формування готовності вчителя фізики використовувати інформаційно-комунікаційні технології у професійній діяльності / І. Чайковська // Витоки педагогічної майстерності. – 2012. – № 10. – С.317-321
54. Шарко В.Д. Методична підготовка вчителя фізики в умовах неперервної освіти. Монографія. – Херсон: Видавництво ХДУ, 2006. – 400 с.
55. Яциніна Н.О. Формування інформаційно-технологічної компетенції майбутнього вчителя у навчальному процесі педагогічного університету. - Дисс. ... канд. пед. наук із спец. 13.00.09 – теорія навчання. – Х., 252 с.