

УДК 37.016

A72

Серія «Усі уроки»
Заснована 2008 року

Антикуз О. В.

A72 Усі уроки фізики. 9 клас. II семестр. — Х. : Вид. група «Основа», 2017. — 224 с. : іл., схеми, табл. — (Серія «Усі уроки»).

ISBN 978-617-00-3117-4.

Посібник призначений для вчителя фізики, який працює у 9 класі відповідно до нової програми (Програма з фізики. 7–9 класи. 2012 рік, зі змінами 2015 та 2017 років). У цьому посібнику вчитель зможе знайти всі матеріали, необхідні для підготовки й проведення повноцінних уроків фізики: детальні плани уроків, методичні рекомендації, завдання тестів, самостійних і контрольних робіт, опис демонстраційного і фронтального експериментів, інструкції щодо виконання лабораторних робіт. Під час розробки поурочних планів автором особливої уваги було приділено впровадженню компетентнісного підходу. Також в електронному додатку (Цифрові навчальні ресурси «Фізика. 9 клас»: <http://book.osnova.com.ua/book/5966>) до цього посібника вміщено всі необхідні ресурси в цифровому форматі, які вчитель може використати під час підготовки й проведення уроків фізики.

УДК 37.016

Код	Ціна
ПФУ005	

Навчальне видання

Серія «Усі уроки»

АНТИКУЗ Олена Володимирівна

УСІ УРОКИ ФІЗИКИ

9 клас. II семестр

Відповідальний за випуск *Ю. М. Афанасенко*

Технічний редактор *В. О. Лебедєва*

Підп. до друку 29.05.2017. Формат 60×90/16. Папір газет.

Гарн. шкільна. Ум. друк. арк. 14,0. Зам. № 17-06/20-05.

ТОВ «Видавнича група «Основа»

61001 м. Харків, вул. Плеханівська, 66

Тел. (057) 717-99-30

e-mail: office@osnova.com.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2911 від 25.07.2007 р.

ISBN 978-617-00-3117-4

© Антикуз О. В., 2017

© ТОВ «Видавнича група «Основа», 2017

Зміст

ОРІЄНТОВНІ ПЛАНИ-КОНСПЕКТИ УРОКІВ	5
II семестр	5
Розділ IV. Фізика атома та атомного ядра.	
Фізичні основи атомної енергетики	5
Урок № 47 / IV-1. Сучасна модель атома. Дослід Резерфорда	5
Урок № 48 / IV-2. Протонно-нейтронна модель атома. Ядерні сили	11
Урок № 49 / IV-3. Ізотопи. Використання ізотопів	19
Урок № 50 / IV-4. Радіоактивність. Радіоактивні випромінювання, їхня фізична природа і властивості. Активність радіоактивної речовини	23
Урок № 51 / IV-5. Йонізаційна дія радіоактивного випромінювання. Природний радіоактивний фон	26
Урок № 52 / IV-6. Дозиметри. Біологічна дія радіоактивного випромінювання	32
Урок № 53 / IV-7. Поділ важких ядер. Ланцюгова ядерна реакція поділу	37
Урок № 54 / IV-8. Ядерний реактор. Атомні станції. Атомна енергетика України	40
Урок № 55 / IV-9. Екологічні проблеми ядерної енергетики	43
Урок № 56 / IV-10. Термоядерні реакції. Енергія Сонця і зір	45
Урок № 57 / IV-11. Розв'язування задач з теми «Атомна і ядерна фізика»	48
Урок № 58 / IV-12. Захист проектів	56
Урок № 59 / IV-13. Контрольна робота з теми «Атомна і ядерна фізика»	57
Розділ V. Рух і взаємодія. Закони збереження	60
Урок № 60 / V-1. Рівноприскорений рух. Прискорення	60
Урок № 61 / V-2. Переміщення під час рівноприскореного руху	67
Урок № 62 / V-3. Графіки рівноприскореного руху	76
Урок № 63 / V-4. Розв'язування задач з теми «Рівноприскорений рух»	82
Урок № 64 / V-5. Розв'язування графічних задач з теми «Рівноприскорений рух»	86
Урок № 65 / V-6. Розв'язування графічних задач з теми «Рівноприскорений рух»	91
Урок № 66 / V-7. Закон всесвітнього тяжіння. Прискорення вільного падіння ..	94
Урок № 67 / V-8. Рух тіла, кинутого вгору (вниз), під дією сили тяжіння ..	100
Урок № 68 / V-9. Рух тіла, кинутого горизонтально	103
Урок № 69 / V-10. Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту	107
Урок № 70 / V-11. Розв'язування задач з теми «Вільне падіння. Рух тіла кинутаго вгору, горизонтально, під кутом до горизонту»	111
Урок № 71 / V-12. Розв'язування задач	115
Урок № 72 / V-13. Контрольна робота з теми «Рівноприскорений рух»	118
Урок № 73 / V-14. Інерціальні системи відліку. Перший закон Ньютона	121
Урок № 74 / V-15. Другий закон Ньютона	125
Урок № 75 / V-16. Третій закон Ньютона	131
Урок № 76 / V-17. Розв'язування задач з теми «Застосування законів Ньютона»	136
Урок № 77 / V-18. Рух тіла під дією кількох сил (рух тіла в горизонтальному напрямку)	140
Урок № 78 / V-19. Рух тіла під дією кількох сил (система зв'язаних тіл)	143
Урок № 79 / V-20. Рух тіла під дією кількох сил (рух тіла похилою площиною)	148

Урок № 80 / V-21. Рух тіла під дією кількох сил (рух по колу та на повороті)	152
Урок № 81 / V-22. Рух тіла під дією кількох сил (зміна ваги тіла)	155
Урок № 82 / V-23. Контрольна робота з теми «Основи динаміки»	158
Урок № 83 / V-24. Взаємодія тіл. Імпульс. Закон збереження імпульсу.	162
Урок № 84 / V-25. Розв'язування задач з теми «Застосування закону збереження імпульсу»	168
Урок № 85 / V-26. Реактивний рух. Фізичні основи ракетної техніки. Основи космонавтики	177
Урок № 86 / V-27. Закон збереження енергії	182
Урок № 87 / V-28. Лабораторна робота «Дослідна перевірка закону збереження механічної енергії»	187
Урок № 88 / V-29. Розв'язування задач з теми «Застосування закону збереження енергії»	191
Урок № 89 / V-30. Фундаментальні взаємодії в природі	197
Урок № 90 / V-31. Фундаментальні закони природи. Межі застосування фізичних законів і теорій	202
Урок № 91 / V-32. Закон збереження енергії в механічних та теплових процесах.	206
Урок № 92 / V-33. Контрольна робота з теми «Закони збереження»	210
Урок № 93 / V-34. Еволюція фізичної картини світу. Розвиток уявлень про природу світла	213
Урок № 94 / V-35. Вплив фізики на суспільний розвиток та науково-технічний прогрес	217
Уроки № 95–98. Захист проєктів	223
Фізика та екологія.	224
Уроки № 99–102. Фізика і проблеми безпеки життєдіяльності людини. Фізичні основи бережливого природокористування та збереження енергії. Альтернативні джерела енергії.	224

ОРІЄНТОВНІ ПЛАНИ-КОНСПЕКТИ УРОКІВ

II СЕМЕСТР

Розділ IV. Фізика атома та атомного ядра. Фізичні основи атомної енергетики

УРОК № 47 / IV-1

СУЧАСНА МОДЕЛЬ АТОМА. ДОСЛІД РЕЗЕРФОРДА

- Мета:** 1) узагальнити знання учнів про будову атома, отримані на уроках хімії, поінформувати учнів про експериментальні та теоретичні методи відкриття фундаментальних законів атомної фізики, систематизувати знання учнів про внутрішню будову речовини, на фактичному матеріалі продемонструвати шлях до відкриття нового знання — будови атома; сприяти формуванню уявлення про досліди Резерфорда: мету, умови проведення, отримані результати та інтерпретування цих результатів; розглянути питання пояснення стійкості атомів;
- 2) продовжити розвиток уявлень учнів про внутрішню будову речовини, властивості речовини, сформувані вміння пояснювати властивості речовини з погляду атомної фізики, сформувані уявлення про те, що у мікросвіті діють закони, відмінні від законів макросвіту;
- 3) продовжити формування наукового світогляду через пояснення фізичних явищ у мікросвіті, розвиток політехнічного світогляду учнів через ознайомлення з експериментальними методами вивчення внутрішньої будови речовини.
- Очікувані результати:** учні знають і розуміють дослідні факти, які підтверджують складність будови атома; можуть пояснити та описати дослід Резерфорда та формулюють висновки, яких дійшов учений після

проведення дослідів, знають склад атома, використовуючи таблицю Менделєєва, називають кількість протонів, нейтронів, електронів, які є складовими будь-якого атома.

Тип уроку: урок вивчення та засвоєння нових знань.

ХІД УРОКУ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МОМЕНТ *0,5 хв*

Діяльність учителя	Які компетентності формуються	Діяльність учнів
Стимулювання діяльності учнів, забезпечення загальної готовності класу, своєчасного початку уроку	Формування самоосвітньої компетентності, здібності до організації своєї навчально-пізнавальної діяльності	Концентрують увагу на навчальній діяльності, настрій на діловий ритм уроку

II. ОГЛОШЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ З ПОПЕРЕДНЬОЇ ТЕМИ, КОРОТКИЙ АНАЛІЗ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ *5 хв*

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель коментує результати, отримані учнями за контрольну роботу, визначає номери задач, які викликали ускладнення під час виконання роботи, оголошує результати тематичного оцінювання	Формування компетентності самоосвіти та саморозвитку — уміння організації прийомів самонавчання, гнучкості застосування отриманих знань	Ті, хто нестандартно розв'язали завдання контрольної роботи, пояснюють алгоритм виконання завдання

III. ОГЛОШЕННЯ ТЕМИ УРОКУ (ЦОР) *2 хв*

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель, використовуючи ІП до уроку (ЦОР), пропонує учням розв'язати ребус, у якому зашифровані слова, що промовив Резерфорд після проведення дослідів щодо відкриття внутрішньої будови атома	Формування самоосвітньої компетентності: логіки та гнучкості мислення	Учні «розшифровують» ребус, після чого записують тему уроку

IV. ОГОЛОШЕННЯ ОБОВ'ЯЗКОВИХ ВИДІВ КОНТРОЛЮ, ЯКІ ВІНОСЯТЬСЯ ДЛЯ ОПРАЦЮВАННЯ В ЦІЙ ТЕМІ

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель ознайомлює учнів із кількістю годин, визначених програмою на вивчення теми, видами контролю, які чекають учнів під час вивчення цієї теми: 2 лабораторних роботи, контрольна робота	Формування компетентності саморозвитку та самоосвіти: складання плану самоосвітньої діяльності, визначення способів опрацювання нової теми, формування мотивації на вивчення нової теми	Учні ознайомлюються з інформацією, визначають план опрацювання нової теми, уточнюють, які види робіт можна виконати для кращого опанування нової теми

V. МОТИВАЦІЯ НА ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

Для формування пізнавального інтересу до нової теми можна ознайомити учнів із біографією Резерфорда (що має величезне виховне значення) або показати, наскільки важливими були відкриття цього вченого, які згодом допомогли людству «приборкати» атомну енергію (біографію Резерфорда наведено в додатках до цього уроку).

VI. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ 25 хв

План

1. Експериментальні факти, які підтверджують складність будови атома.
2. Дослід Резерфорда.
3. Пояснення результатів дослідження Резерфорда. Планетарна модель атома.

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Для розкриття питань плану вчитель використовує інтерактивний плакат до уроку та електронний варіант лекції (ЦОР), флеш-анімацію дослідження Резерфорда	Формування предметної компетентності та світогляду учня, демонстрація зв'язку природничих наук із гуманітарними, формування культурної складової розвитку учнів. Формування самоосвітньої компетентності: уміння слухати та запам'ятовувати навчальний матеріал, опанування різних способів вивчення нового матеріалу, формування вміння написання конспекту та використання опорних сигналів та умовних позначок для скорочення записів	Учні слухають учителя, конспектують навчальний матеріал, висувують гіпотези щодо пояснення результатів дослідження Резерфорда, беруть участь в обговоренні запропонованої вчителем інформації, задають питання щодо незрозумілої частини навчального матеріалу

Вивчаючи фізику, 9-класники вже знайомилися з експериментальними фактами та явищами, які підтверджують складну будову атома.

Інтерактивна вправа (ЦОР)

Учні повинні порівняти рисунки, на яких зображено установки щодо проведення дослідів, з їх назвами, а також сформулювати висновки, отримані вченими під час проведення цих дослідів.

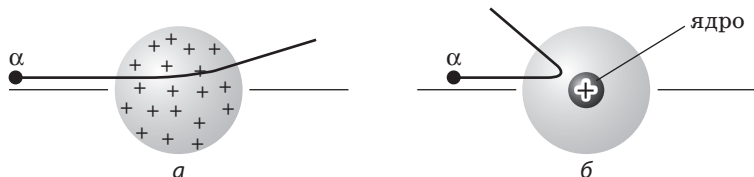
<p align="center">Дослід Іоффе-Міллікена</p>	<p align="center">Досліди Фарадея</p>	<p align="center">Досліди Томсона</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановлено мінімальний електричний заряд. 2. Визначено заряд і масу електрона 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановлено мінімальний електричний заряд. 2. Заряди йонів під час електролізу завжди цілочислено кратні елементарному заряду 	<p>Під час пропускання електричного розряду в газах, термоелектронній емісії, фотоефекті з атомів вириваються однакові негативно заряджені частинки</p>

Таким чином, учні відтворюють у пам'яті основні факти, вивчені ними раніше. Усі факти свідчать про складну будову атома. Ці факти вчитель доповнює новими: закономірності періодичної системи таблиці Менделєєва, лінійчаті спектри, явище радіоактивності (*кожен факт супроводжується показом окремих слайдів; текст див. ЦОР до уроку*).

Друге питання вчитель розкриває, використовуючи флеш-анімацію «Дослід Резерфорда» (*див. ЦОР*). Послідовність викладення нового матеріалу збігається з алгоритмом опису будь-якого фізичного дослідів, а саме:

1. Автор та рік проведення дослідів: **Е. Резерфорд, 1911 р.**
2. Мета дослідів: **експериментально підтвердити будову атома Томсона (кекс з родзинками).**
3. Схема установки та опис проведення дослідів.
4. Результати дослідів.
 - Значна кількість альфа-частинок проходила крізь фольгу, практично не відхиляючись (або на невеликі кути від 0 до 30°) від початкового напрямку руху.

- Незначна кількість альфа-частинок відхилялась на кути, більші за 30° .
- Деякі альфа-частинки відбивалися назад (180°) або відхилялися на кути, значно більші за 90° .



5. Висновки.

- Гіпотезу про будову атома за Томсоном не підтверджено.
- Запропоновано планетарну модель атома: у центрі міститься позитивно заряджене ядро, навколо якого обертаються електрони (негативні заряди).
- Діаметр ядра — 10^{-15} м, діаметр атома — 10^{-10} м.
- Уся маса атома зосереджена у ядрі.
- Стійкість атома не можна пояснити законами класичної фізики.

Планетарна модель атома, запропонована Резерфордом, безсумнівно, є значним кроком у розвитку знань про будову атома. Вона була абсолютно необхідною для пояснення дослідів із розсіювання α -частинок. Проте вона виявилася нездатною пояснити сам факт тривалого існування атома, тобто його стійкість. За законами класичної електродинаміки, заряд, який рухається з прискоренням, повинен випромінювати електромагнітні хвилі, які забирають енергію. За короткий час (близько 10^{-8} с) усі електрони в атомі Резерфорда повинні розтратити всю свою енергію і впасти на ядро. Те, що цього не відбувається в стійких станах атома, показує, що внутрішні процеси в атомі не підкоряються класичним законам.

(Пояснив Н. Бор, постулати якого буде розглянуто в старших класах)

VII. ЗАКРІПЛЕННЯ ЗНАТЬ УЧНІВ 10 хв

Перегляд відеофрагментів «Дослід Резерфорда» (ЦОР)

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель демонструє відеофрагмент, у якому йдеться про дослід Резерфорда та унаочнюється частина навчального матеріалу — проходження	Формування інформаційної компетентності — формування вмінь інформацію, надану у вигляді відеоряду,	Учні переглядають відеофрагмент, працюють із текстовою інформацією, заповнюють пропуски

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
альфа-частинок крізь золоту фольгу, та пояснює результати, отримані в цьому досліді	перетворювати на текст-ову, знаходити необхідні відповіді на запитання	в тексті, у якому йдеться про дослід Резерфорда

Після перегляду відеофрагмента учитель пропонує учням заповнити пропуски в тексті, який пояснює хід дослідів Резерфорда, причини відхилення альфа-частинок тощо (*див. електронний додаток*). Перевірка виконаної роботи здійснюється в групах — учні обмінюються зошитами, у яких записані відповіді. Учитель відтворює на екрані повний текст, де пропуски заповнено потрібними словами, виділеними кольором. Оцінює роботу учнів.

VIII. РЕФЛЕКСІЯ

IX. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

1. Вивчити відповідний параграф підручника, відповісти на запитання після параграфа, виконати завдання за задачником.
2. Почати роботу над навчальним проектом (*виконується упродовж 2 тижнів*)

http://teachmen.csu.ru/work/atomic/atomic_d.html

Для виконання проекту необхідно:

- 1) доступ до мережі Internet;
- 2) уміння обробляти математичні залежності за допомогою табличного редактора Excel.

Завдання для учнів: використовуючи віртуальний експеримент щодо розсіювання частинок (дослід Резерфорда), розміщений на сайті «Фізика атома й атомного ядра», обчислити кількість частинок для пластини (речовину вказано у варіанті). Проаналізувати залежності, отримані для різної товщини пластин (1 мм, 3 мм, 9 мм).

Варіанти завдання

1 група	2 група	3 група	4 група	5 група
Мідь	Золото	Свинець	Олово	Срібло

Якщо учні не мають доступу до мережі, для виконання проекту можна запропонувати таке завдання:

Дослідити залежність кута відхилення альфа-частинок від прицільної відстані та енергії альфа-частинок.

Програму для дослідження додано (*див. ЦОР*).

УРОК № 48 / IV–2

ПРОТОННО-НЕЙТРОННА МОДЕЛЬ АТОМА. ЯДЕРНІ СИЛИ

- Мета:** 1) поглибити знання учнів про будову атома, розглянувши будову ядра атома, досліди Чедвіка щодо відкриття нейтронів, увести поняття ядерних сил, розглянути властивості ядерних сил;
- 2) розширити уявлення учнів про мікросвіт та закони, що описують взаємодію між частинками в мікросвіті, сприяти формуванню розуміння учнями властивостей ядерних сил;
- 3) продовжити формування наукового світогляду через пояснення фізичних явищ у мікросвіті, розвиток політехнічного світогляду учнів через ознайомлення з експериментальними методами вивчення внутрішньої будови речовини.

Очікувані результати: учні знають сутність сучасних поглядів про будову атома та ядра, поняття ізотопу, нукліда, склад атомного ядра, називають склад атома будь-якого хімічного елемента, знають властивості ядерних сил.

Тип уроку: урок вивчення та засвоєння нових знань.

ХІД УРОКУ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МОМЕНТ* 0,5 хв**II. ПЕРЕВІРКА ДОМАШНЬОГО ЗАВДАННЯ** 5 хв**Тести**

1. Чи входять до складу ядра атома електрони?
А) так; Б) ні.
2. Який заряд мають α -частинка, β -частинка?
А) α -частинка — негативний, β -частинка — позитивний;
Б) α - і β -частинки — позитивні;
В) α -частинка — позитивний, β -частинка — негативний;
Г) α - і β -частинки — негативний.
3. Що таке α -випромінювання?
А) потік позитивних ядер атома гелію;
Б) потік електронів;
В) потік нейтральних частинок;
Г) потік електромагнітного випромінювання.

* Тут і в наступних уроках див. відповідну табл. з уроку № 47 (с. 6).

4. Сучасну модель структури атома обґрунтовано дослідями:
 - А) з розсіювання α -частинок;
 - Б) зі стисливості рідини;
 - В) з електризації;
 - Г) з теплового розширення.
5. Хто запропонував ядерну модель будови атома?
 - А) Беккерель;
 - Б) Томсон;
 - В) Кюрі;
 - Г) Резерфорд.
6. За сучасними уявленнями атом — це:
 - А) маленька копія молекули речовини;
 - Б) найдрібніша частинка молекули речовини;
 - В) однорідна позитивна куля з вкрапленнями електронів;
 - Г) позитивно заряджене ядро, навколо якого рухаються електрони.
7. За допомогою дослідів Резерфорд установив, що:
 - А) позитивний заряд розподілено рівномірно по всьому об'ємі атома;
 - Б) позитивний заряд зосереджений в центрі атома і має малий обсяг;
 - В) до складу атома належать електрони;
 - Г) атом не має внутрішньої структури.

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ (ЦОР) 25 хв

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Для розкриття питань плану вчитель використовує інтерактивний плакат до уроку та електронний варіант лекції (ЦОР)	Формування предметної компетентності та світогляду учня, демонстрація зв'язку природничих наук із гуманітарними, формування культурної складової розвитку учнів. Формування самоосвітньої компетентності: уміння слухати та запам'ятовувати навчальний матеріал, опанування різних способів вивчення нового матеріалу, формування вмінь написання конспекту та використання опорних сигналів та умовних позначок для скорочення записів	Учні слухають учителя, конспектують навчальний матеріал, беруть участь в обговоренні запропонованої вчителем інформації, задають питання щодо незрозумілої частини навчального матеріалу

- ▼ З якою метою Резерфорд проводив дослід?
- ▼ Користуючись наочним матеріалом, розкажіть, як Резерфорд проводив дослід із розсіювання α -частинок?
- ▼ Які результати він отримав у ході досліджу?
- ▼ Які висновки зробив Резерфорд після отриманих результатів?
- ▼ Що таке атом згідно з ядерною моделлю Резерфорда?
- ▼ Які розміри мають атом і ядро?
- ▼ За рисунком розкажіть, як проходять α -частинки крізь атоми речовини? Чому?

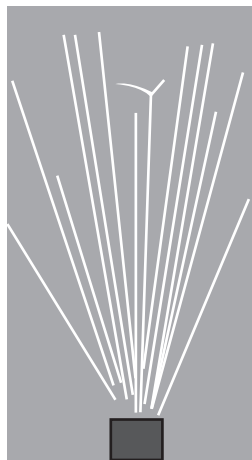
План вивчення нового матеріалу

1. Відкриття нейтронів.
2. Протонно-нейтронна будова ядра.
3. Ядерні сили.

1913 року Ернест Резерфорд висунув гіпотезу про те, що **однією з частинок, що входять до складу атомних ядер усіх хімічних елементів, є ядро атома водню**. Підставою для такого припущення послужив ряд фактів, отриманих дослідним шляхом. Зокрема, було відомо, що маси атомів хімічних елементів перевищують масу атома водню в ціле число разів (тобто кратні їй).

1919 р. Резерфорд поставив дослід щодо взаємодії α -частинок з ядрами атомів азоту. У цьому досліді α -частинка, що летить з величезною швидкістю, під час попадання в ядро атома азоту вибивала з нього якусь частинку. За припущенням Резерфорда, цією частинкою й було ядро атома водню, яке Резерфорд назвав протоном (від грецького слова протос — перший). Але оскільки спостереження цих частинок велось методом сцинтиляцій, то не можна було точно визначити, яка саме частка вилітала з ядра атома азоту.

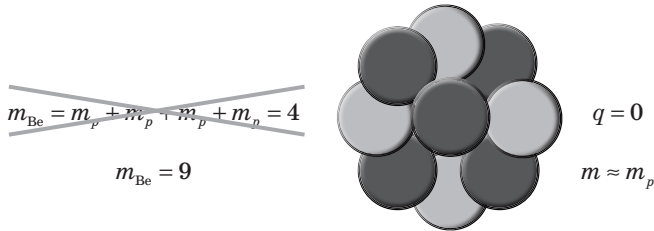
Упевнитися в тому, що з ядра атома дійсно вилітає протон, вдалося лише за кілька років, коли реакцію взаємодії α -частинки з ядром атома азоту було проведено в камері Вільсона. На фотографії прямі лінії розходяться віялом. Це сліди α -частинок, які пролетіли крізь простір камери, не переживши зіткнень з ядрами атомів азоту. Але **слід однієї α -частинки роздвоюється, утворюючи так звану «вилку»**. Це означає, що в точці роздвоєння треку сталася взаємодія α -частинки з ядром атома азоту, у результаті чого утворилися ядра атомів кисню і водню. Те, що утворюються саме ці ядра, було з'ясовано за характером викривлення треків у камері Вільсона, яку поміщено в магнітне поле.



Відкриття протона не давало повної відповіді на питання про те, з яких частинок складаються ядра атомів. Якщо вважати, що атомні ядра складаються з протонів, то виникає суперечність. Покажемо на прикладі ядра атома берилію, у чому полягає це протиріччя.

Припустимо, що ядро берилію складається тільки з протонів. Оскільки заряд кожного протона дорівнює одному елементарному заряду, то число протонів у ядрі має дорівнювати зарядовому числу,

у нашому випадку чотирьом. Але якщо б ядро берилію дійсно складалося тільки з чотирьох протонів, то його маса приблизно дорівнювала б 4 атомним одиницям маси. Однак це суперечить дослідним даним, згідно з якими маса ядра атома берилію приблизно дорівнює 9 атомним одиницям маси. Таким чином, стає ясно, що до ядра атомів, крім протонів, належать ще якісь частинки.



У зв'язку з цим у 1920 р. Резерфорд висловив припущення про існування електрично нейтральної частинки з масою, приблизно рівною масі протона.

На початку 30-х років XX століття німецькі фізики Вальтер Боте і Герберт Бекер помітили, що два легких елементи — літій і берилій — не випускають протонів під дією α -частинок. Вони також з'ясували, що під час цієї реакції виникає нове невідоме випромінювання. Це випромінювання не могли затримати найпотужніші екрани, що повністю поглинали гамма-промені.

Вивченням нового виду випромінювання зайнявся англійський фізик Джеймс Чедвік. Він довів, що випромінювання виникає під час реакції з берилієм, може вибивати з парафіну протони, а також ядра гелію з атомів літію, берилію, бору і т. д. 1932 року Чедвік за допомогою дослідів, проведених у камері Вільсона, довів, що берилієве випромінювання являє собою потік електрично нейтральних частинок, маса яких приблизно дорівнює масі протона. Відсутність у досліджуваних частинок електричного заряду встановили з того факту, що вони не відхилялися ні в електричному, ні в магнітному полі. А масу частинок вдалося оцінити за їхніми зіткненнями з іншими частинками.

Ці частинки були названі нейтронами. Нейтрон прийнято позначати символом 1_0n . Точні виміри показали, що маса нейтрона трохи більша за масу протона. У багатьох випадках масу нейтрона (як і масу протона) вважають рівною 1 атомній одиниці маси. Тому вгорі перед символом нейтрона ставлять одиницю. Нуль внизу означає відсутність електричного заряду.

Відкриття нейтрона дало поштовх до розуміння того, як влаштовано ядра атомів. У тому ж 1932 році, коли був відкритий нейтрон,

радянський фізик Дмитро Дмитрович Іваненко та німецький фізик Вернер Гейзенберг запропонували протонно-нейтронну модель будови ядер, справедливості якої було згодом підтверджено експериментально.

За цією теорією всі ядра складаються з двох видів частинок — протонів і нейтронів. Протони і нейтрони називають нуклонами (від латинського «нуклеус» — ядро).

Загальне число нуклонів у ядрі називають **масовим числом** і позначають буквою A .

Масове число ставлять вгорі перед буквеним позначенням хімічного елемента. Так, наприклад, для азоту масове число дорівнює 14, для фтору — 19.

Масове число чисельно дорівнює масі ядра, яка виражена в атомних одиницях маси та округлена до цілих чисел (оскільки маса кожного нуклона приблизно дорівнює одній атомній одиниці маси).

Число протонів у ядрі називають **зарядовим числом** і позначають буквою Z .

Наприклад, для азоту зарядове число дорівнює 7, фтору — 9. Як видно з наведених прикладів, зарядове число ставиться внизу перед буквеним позначенням елемента.

Заряд кожного протона дорівнює елементарному електричному заряду. Тому зарядове число чисельно дорівнює заряду ядра, вираженого в елементарних електричних зарядах. Для кожного хімічного елемента зарядове число дорівнює порядковому номеру в таблиці Менделєєва.

Оскільки атом загалом електрично нейтральний, то зарядове число визначає одночасно і число електронів в атомі.

Ядро будь-якого хімічного елемента в загальному вигляді позначається так: A_ZX .

Число нейтронів у ядрі зазвичай позначають літерою N . Оскільки масове число являє собою загальне число протонів і нейтронів у ядрі, то число нейтронів можна визначити як різницю між масовим числом і зарядовим: $N = A - Z$.

На основі протонно-нейтронної моделі будови атомних ядер було дано пояснення цікавим експериментальним фактам, відкритим у перші два десятиліття ХХ століття.

У цей час багато вчених займалися дослідженням властивостей радіоактивних елементів. Під час вивчення радіоактивних перетворень було встановлено, що існують хімічні елементи, атоми яких мають однакові хімічні властивості, але розпадаються по-різному.

Відокремити ці атоми один від одного було неможливо ніякими хімічними методами. 1911 року Фредерік Содді запропонував називати такі різновиди атомів одного і того ж хімічного елемента **ізотопами** (по-грецьки означає «рівномісні»), оскільки за своїми хімічними властивостями їх повинні розмістити в одній і тій же клітці таблиці Менделєєва.

Під час досліджень, проведених за допомогою мас-спектрографів, було встановлено, що ізотопи одного і того ж хімічного елемента мають різну масу, причому маси ізотопів лише незначно відрізняються від цілих чисел.

Так, наприклад, було знайдено кілька різновидів атомів урану: з масами ядер, приблизно рівними 234, 235, 238 і 239 атомних одиниць маси. Причому всі ці атоми володіли однаковими хімічними властивостями. Вони однаковим чином вступали в хімічні реакції, утворюючи одні і ті ж з'єднання.

Наявність одних і тих самих хімічних властивостей означає, що всі ці атоми мають однакове число електронів в електронній оболонці, а значить, і однакові заряди ядер.

Отже, ізотопами є атоми з однаковим зарядовим числом, але з різними масовими числами.

Завдяки створенню протонно-нейтронної моделі ядра (тобто приблизно через два десятиліття після відкриття ізотопів), вдалося пояснити, чому атомні ядра з одним і тим самим зарядом мають різні маси. Очевидно, ядра атомів ізотопів містять однакове число протонів, але різну кількість нейтронів.

Розрізняють ізотопи стабільні, які зберігаються незмінними як завгодно довго, і нестабільні, які з часом перетворюються в ядра інших хімічних елементів.

Існування ізотопів є причиною того, що відносні атомні маси більшості хімічних елементів у таблиці Менделєєва Д. І. виражено дробовим числом. Оскільки хімічні елементи зазвичай складаються із суміші декількох ізотопів, то доводиться вказувати середнє значення маси ядер атомів усіх ізотопів даного елемента. Наприклад, у хлору два стабільних ізотопи з атомними масами 35 і 37, відносний вміст яких 75 і 25 %. Тому середнє значення маси атома елемента хлору дорівнює 35,5 атомних одиниць маси.

Основні висновки:

- Після відкриття протона і нейтрона радянський фізик Дмитро Дмитрович Іваненко та німецький фізик Вернер Гейзенберг запропонували протонно-нейтронну модель будови ядер, згідно з якою всі ядра хімічних елементів складаються з двох видів частинок — протонів і нейтронів.

- Протони і нейтрони називають нуклонами.
- Загальне число нуклонів у ядрі називають масовим числом.
- Масове число чисельно дорівнює масі ядра, вираженої в атомних одиницях маси та округленої до цілих чисел.
- Число протонів у ядрі називають зарядовим числом.
- Зарядове число чисельно дорівнює заряду ядра, вираженого в елементарних електричних зарядах.
- Ізотопи — це різновиди атомів будь-якого хімічного елемента, які мають однаковий атомний номер, але при цьому різні масові числа.

Ядерні сили. Властивості ядерних сил



Окремим випадком сильної взаємодії є ядерна взаємодія (ядерні сили, що забезпечують зв'язок між нуклонами в ядрі, у тому числі між однойменно зарядженими протонами).

Визначимо **основні властивості ядерних сил**.

1. **Ядерні сили** — це сили притягання, тому що вони утримують нуклони всередині ядра (під час дуже тісного зближення нуклонів ядерні сили між ними мають характер відштовхування).
2. **Ядерні сили** — це не електричні сили, тому що вони діють не тільки між зарядженими протонами, але й між нейтронами, які не мають заряду, і не гравітаційні, які занадто малі для пояснення ядерних ефектів.
3. Область дії ядерних сил мізерно мала. Радіус їхньої дії $r = (1 \div 2) \cdot 10^{-13}$ см. За великих відстанях між частинками ядерна взаємодія не виявляється.
4. Ядерні сили (у тій області, де вони діють) дуже інтенсивні. Їх інтенсивність значно більша за інтенсивність електромагнітних сил, оскільки ядерні сили утримують усередині ядра однойменно заряджені протони, відштовхуються один від одного з величезними електричними силами. Оцінки показують, що ядерні сили в 100–1000 разів сильніші за електромагнітні. Тому ядерну взаємодію і називають сильною.
9. Найважливішою властивістю ядерних сил є зарядова незалежність, тобто тотожність трьох типів ядерної взаємодії: $p - p$ (між двома протонами), $n - p$ (між нейтроном і протоном), $n - n$ (між двома нейтронами). При цьому передбачається, що всі три

випадки розглядаються в еквівалентних умовах і що кулонівське відштовхування протонів у першому випадку не враховується.

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ ЗНАНЬ УЧНІВ 10 хв

1. Визначте нуклонний склад ядер заліза ${}_{26}^{54}\text{Fe}$ (кількість нуклонів, протонів, нейтронів).
2. У ядрі атома хімічного елемента 22 протони й 26 нейтронів. Назвіть цей хімічний елемент.
3. Оцініть силу гравітаційної взаємодії між двома нейтронами в ядрі. Маса нейтрона приблизно дорівнює $1,7 \cdot 10^{-27}$ кг, відстань між нейтронами візьміть за 10^{-15} м, значення гравітаційної сталої $6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$.

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель пропонує розв'язати задачі на застосування знань, отриманих на уроці, обговорює з учнями алгоритм розв'язання задач	Формування предметної компетентності — формування вмінь застосовувати отримані знання в новій, нестандартній ситуації, формування гнучкості знань	Учні пропонують способи розв'язання запропонованих завдань, закріплюють теоретичні знання.

V. РЕФЛЕКСІЯ

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

1. Вивчити відповідний параграф підручника, відповісти на запитання після параграфа, виконати завдання за задачником.
2. Заповнити таблицю

Хімічні елементи	Ядро		Оболонка $\sum(\bar{e})$
	$\sum(p)$	$\sum(n)$	
${}_{33}^{75}\text{As}$			
${}_{82}^{207}\text{Pb}$			
${}_{26}^{56}\text{Fe}$			
${}_{79}^{197}\text{Au}$			
${}_{92}^{238}\text{U}$			

УРОК № 49 / IV–3

ІЗОТОПИ. ВИКОРИСТАННЯ ІЗОТОПІВ

Мета: 1) поглибити знання учнів про ізотопи та практичне використання їхніх властивостей для потреб людства, сформувати навички розв'язання задач на визначення нуклонного складу ядра атома;

2) сприяти формуванню інформаційної компетентності учнів, а саме: знаходити потрібну інформацію, складати стислий конспект навчального матеріалу, перетворювати текстову інформацію у графічну, презентувати знайдену інформацію перед однокласниками;

3) продовжити формування наукового світогляду через пояснення фізичних явищ у мікросвіті, розвиток політехнічного світогляду учнів через ознайомлення з експериментальними методами застосування властивостей ізотопів для практичних потреб людини.

Очікувані результати: учні знають сутність сучасних поглядів про будову атома та ядра, поняття ізотопу, нукліда, склад атомного ядра, називають склад атома будь-якого хімічного елемента, знають властивості ядерних сил.

Тип уроку: урок-семинар.

ХІД УРОКУ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МОМЕНТ *0,5 хв*

II. ПЕРЕВІРКА ДОМАШНЬОГО ЗАВДАННЯ *5 хв*

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель пропонує учням розв'язати задачі на визначення складу атома, контролює самостійність виконання, організує перевірку та виставляє оцінки	Формування компетентності самоосвіти та саморозвитку — уміння організації прийомів самонавчання, гнучкості застосування отриманих знань	Учні відповідають на тестові запитання, оцінюють результати власної діяльності

Самостійна робота. Заповни таблицю

Хімічні елементи	Ядро		Оболонка $\sum(\bar{e})$
	$\sum(p)$	$\sum(n)$	
${}^16_8\text{O}$			
${}^{11}_5\text{B}$			

Хімічні елементи	Ядро		Оболонка $\sum(\bar{e})$
	$\sum(p)$	$\sum(n)$	
${}_{11}^{23}\text{Na}$			
${}_{80}^{201}\text{Hg}$			
${}_{13}^{27}\text{Al}$			

III. АКТИВІЗАЦІЯ РОЗУМОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ 7 хв

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель організує повторення навчального матеріалу про будову ядра атома, ізотопи	Формування самоосвітньої компетентності: оперативності та гнучкості знань	Учні відповідають на запитання вчителя, згадують будову ядра атома, поняття ізотопів

IV. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ (ЦОР) 25 хв

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель пропонує план проведення семінару, оголошує вимоги до виступів учнів, коментує презентовану інформацію, організує обговорення представленої навчальної інформації, якості підготовки кожної групи, уміння презентувати свої наробітки, оцінювання внеску кожного члена групи до загальної справи	Формування предметної компетентності та світогляду учня, демонстрація зв'язку природничих наук із гуманітарними, формування культурної складової розвитку учнів. Формування інформаційної компетентності — уміння працювати з великим обсягом інформації, виділяти головне та презентувати свої наробітки перед однолітками; вільно орієнтуватися в підготовлених презентаційних матеріалах; самоосвітньої компетентності: уміння слухати та запам'ятовувати навчальний матеріал, опанування різних способів вивчення нового матеріалу, формування вміння написання конспекту та використання опорних сигналів та умовних позначок для скорочення записів	Учні презентують свої наробітки, беруть участь у дискусії, оцінюють внесок кожного члена групи під час підготовки доповідей, висловлюють свою думку щодо якості та актуальності інформації, презентованої однокурсниками, уміння презентувати свої наробітки тощо, слухають однокурсників, конспектують навчальний матеріал, беруть участь в обговоренні запропонованої однокурсниками інформації, задають питання щодо незрозумілої частини навчального матеріалу

План семінару

(Матеріали семінару вміщено в електронному додатку до уроку)

1. Застосування ізотопів у медицині.
2. Ізотопи в сільському господарстві.
3. Використання ізотопів у промисловості.

Висновки про застосування ізотопів

1. Як індикатори.
2. Використовують для виявлення в різних органах злоякісних пухлин. Діагностика базується на тому, що клітини пухлини і клітини здорової тканини по-різному накопичують радіоактивні препарати. Наприклад, для пухлини властиве прискорене накопичення радіоактивного фосфору.
3. Застосування γ -випромінювання в техніці.
4. У пристроях для автоматичного контролю рівня наповненості закритих ємностей.
5. Гамма-дефектоскопи (перевіряють якість зварених з'єднань).
6. Знищення мікробів за допомогою радіації.
7. За допомогою мічених атомів вивчають кругообіг кальцію і фосфору в природі з метою поліпшення умов використання штучних добрив.

V. ЗАКРІПЛЕННЯ ЗНАТЬ УЧНІВ 10 хв**Перегляд відеофрагменту «Ізотопи. Використання ізотопів»**

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель пропонує учням переглянути відеофрагмент про властивості ізотопів та їх використання в різних видах діяльності людства. Перевіряє ступінь розуміння навчального матеріалу, розглянутого на уроці	Формування інформаційної компетентності — перетворювання інформації, наданої у відеоряді, у текстову	Учні доповнюють стислий конспект навчального матеріалу уроку інформацією, про яку йдеться у відеофрагменті, відповідають на запитання вчителя

1. Що називають ізотопами?
2. Де використовують радіоактивні ізотопи?
3. Як визначити кількість протонів та нейтронів у ядрі?

Задача 1

Скільки нуклонів містять ядра літію ${}^6_3\text{Li}$, міді ${}^{64}_{29}\text{Cu}$, срібла ${}^{108}_{47}\text{Ag}$?

Розв'язання:

Сумарну кількість протонів і нейтронів в атомі називають нуклонним числом та позначають символом A .

Літій ${}^6_3\text{Li}$, $A = 6$.

Мідь ${}^{64}_{29}\text{Cu}$, $A = 64$.

Срібло ${}^{108}_{47}\text{Ag}$ $A = 108$.

Задача 2

Визначити нуклонний склад ядер гелію ${}^4_2\text{He}$, кисню ${}^{16}_8\text{O}$, ртуті ${}^{200}_{80}\text{Hg}$.

Розв'язання:

A — кількість нуклонів, Z — кількість протонів, $N = A - Z$ — кількість нейтронів. Тоді:

${}^4_2\text{He}$ $Z = 2$, $N = 2$;

${}^{16}_8\text{O}$ $Z = 8$, $N = 8$;

${}^{200}_{80}\text{Hg}$ $Z = 80$, $N = 120$.

Задача 3

Назвіть хімічний елемент, в атомному ядрі якого містяться нуклони: а) $7p + 7n$; б) $18p + 22n$.

Розв'язання:

а) $7p + 7n$ ${}^{14}_7\text{N}$

б) $18p + 22n$ ${}^{40}_{18}\text{Ar}$.

Задача 4

Кількість яких нуклонів у ядрах елементів збільшується зі збільшенням зарядового числа?

Розв'язання:

Із збільшенням зарядового числа збільшується кількість нейтронів.

VI. РЕФЛЕКСІЯ

VII. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Вивчити відповідний параграф підручника, відповісти на запитання після параграфа, виконати завдання за задачником.

УРОК № 50 / IV–4

РАДІОАКТИВНІСТЬ. РАДІОАКТИВНІ ВИПРОМІНЮВАННЯ, ЇХНЯ ФІЗИЧНА ПРИРОДА І ВЛАСТИВОСТІ. АКТИВНІСТЬ РАДІОАКТИВНОЇ РЕЧОВИНИ

- Мета:** 1) сформувати уявлення учнів про явище радіоактивності, ознайомити з історією відкриття явища радіоактивності, навчити визначати вид радіоактивного випромінювання за напрямком його відхилення в магнітному полі, ознайомити з основними характеристиками α -, β -, γ -випромінювання, навчити визначати кінцевий продукт під час α - та β -розпадів відповідно до правила зміщення Содді; увести поняття активності радіоактивної речовини та розв'язувати задачі на застосування вивчених формул;
- 2) сприяти формуванню інформаційної компетентності учнів, а саме: знаходити потрібну інформацію, складати стислий конспект навчального матеріалу, продовжити розвиток логічного мислення, умінь аналізу умови задачі та пошуку способів її розв'язання;
- 3) продовжити формування поваги до наукових досліджень, героїчної праці вчених, які досліджували явище радіоактивності; сформувати правильне ставлення учнів до екологічних проблем, пов'язаних із використанням радіоактивних елементів.

Очікувані результати: учні знають сутність сучасних поглядів про будову атома та ядра, склад атомного ядра, поняття радіоактивності, види радіоактивного випромінювання та їх основні характеристики — проникну здатність тощо, правило Содді та можуть застосовувати його під час визначення кінцевого продукту радіоактивного розпаду.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

ХІД УРОКУ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МОМЕНТ *0,5 хв*

II. ПЕРЕВІРКА ДОМАШНЬОГО ЗАВДАННЯ *5 хв*

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель проводить фронтальне опитування, оцінює знання учнів	Формування компетентності самоосвіти та само-розвитку (оперативності знань), перевірки глибини та міцності отриманих знань з виучуваної теми	Учні дають відповіді на питання фронтального опитування, перевіряють та оцінюють власні знання з виучуваної теми

Фронтальне опитування

1. Що означає слово «атом»? Хто ввів це поняття у фізиці?
2. З чого складається атом?
3. Яка будова атомного ядра? Що таке нуклон?
4. Що таке електрон? Який його заряд?
5. Чим ядерні сили відрізняються від електричних і гравітаційних?
6. Яку будову має модель атома Томсона?
7. Що таке планетарна модель атома?
8. У чому суть досліду Резерфорда?
9. Що таке ізотопи? Чим відрізняються ізотопи хімічного елемента? Сфери застосування ізотопів?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ (ЦОР) 25 хв

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель пояснює новий матеріал за наведеним нижче планом, для унаочнення розповіді використовує інтерактивний плакат до уроку, пропонує учням, які підготували повідомлення про науковий внесок П'єра Кюрі та Марії Склодовської-Кюрі, ознайомити решту класу з біографією вчених та їхніми науковими доробками	Формування предметної компетентності та світогляду учня, демонстрація зв'язку природничих наук із гуманітарними, формування культурної складової розвитку учнів. Формування інформаційної компетентності — уміння працювати з інформацією, виділяти головне та презентувати свої наробітки перед однолітками; уміння слухати та запам'ятовувати навчальний матеріал, формування логічного мислення, умінь аналізу та синтезу навчального матеріалу	Учні конспектують навчальний матеріал, слухають доповіді однокласників, розв'язують запропоновані задачі. Окремі учні презентують біографію Марії Склодовської-Кюрі

План вивчення нового матеріалу (електронний додаток до уроку)

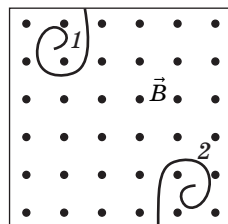
1. Досліди А. Беккереля та відкриття радіоактивності.
2. Внесок Марії Склодовської-Кюрі та П'єра Кюрі в дослідження радіоактивності.
3. Склад радіоактивного випромінювання. Правило Содді для α - та β -розпадів.
4. Активність радіоактивної речовини.

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ ЗНАТЬ УЧНІВ 10 хв**Розв'язання задач**

1. Який заряд Z і масове число A матиме ядро елемента, який утворився із ядра ізоотопу ${}_{84}^{215}\text{Po}$ після одного α -розпаду і одного електронного β -розпаду?

- А) $A = 213$, $Z = 82$; Б) $A = 211$, $Z = 83$;
 В) $A = 219$, $Z = 86$; Г) $A = 212$, $Z = 83$.

2. На рисунку зображені треки частинок у камері Вільсона, розміщеної у зовнішньому магнітному полі. Поле спрямоване так, як вказано на рисунку. Який із треків може належати протону?



3. Детектор радіоактивних випромінювань поміщений в закрити картонну коробку з товщиною стінок 1 мм. Які випромінювання він може зареєструвати?
 А) α і β ; Б) α і γ ; В) β і γ ; Г) α , β , γ .
4. Який вид з наведених нижче випромінювань є найбільш небезпечним під час зовнішнього опромінення людини?
 1) альфа-випромінювання; 2) бета-випромінювання;
 3) гамма-випромінювання; 4) усі однаково небезпечні.
5. У результаті електронного β -розпаду ядра атома елемента з зарядовим числом Z виходить ядро атома елемента з зарядовим числом
 А) $Z - 2$; Б) $Z + 1$; В) $Z - 1$; Г) $Z + 2$.
6. Як зміниться число нуклонів у ядрі атома радіоактивного елемента, якщо ядро випустить γ -квант?
 А) збільшиться на 2; В) не зміниться;
 Б) зменшиться на 2; Г) зменшиться на 4.
7. Ядро ізотопу торію зазнає три послідовних α -розпадів. У результаті виходить ядро
 А) полонію ${}_{84}^{212}\text{Po}$; Б) кюрію ${}_{96}^{246}\text{Cm}$;
 В) платини ${}_{78}^{196}\text{Pt}$; Г) урану ${}_{92}^{236}\text{U}$.

V. РЕФЛЕКСІЯ

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

- Вивчити відповідний параграф підручника, відповісти на запитання після параграфа, виконати завдання за задачником.
- Розв'язати задачу.
 - ▼ Ядро полонію ${}_{84}^{216}\text{Po}$ утворилось у результаті двох послідовних α -розпадів деякого ядра. Це ядро
 - А) радону ${}_{86}^{220}\text{Rn}$; Б) радію ${}_{88}^{224}\text{Ra}$;
 - В) радону ${}_{86}^{218}\text{Rn}$; Г) астату ${}_{85}^{218}\text{At}$.