

УРОК 52(2)

Радіоактивність.

Види радіоактивного випромінювання

Мета: сформувані уявлення учнів про явище радіоактивності та основні види радіоактивного випромінювання, їх вплив на людський організм; розвивати пізнавальний інтерес, логічне мислення та творчі здібності; виховувати любов до предмету.

Основні поняття: радіоактивність, альфа-випромінювання, бета-випромінювання, гамма-випромінювання.

Обладнання: таблиця «Види радіоактивності».

Тип уроку: засвоєння нових знань.

*Уже в найближчому майбутньому знання фізики
атомного ядра має стати здобутком
кожного освіченого громадянина.*

А. Йоффе

Хід уроку

I. Розминка

Вправа «Знайди слова в слові»

Завдання учням: за 2 хв скласти найбільше слів із літер слова «радіоактивність».

Наприклад: радіо, акт, тин, тир, кіт, активність, кріт, диво, рід, родина, актив, радість і т.д.

II. Актуалізація опорних знань

Вправа «Логікон»

Елемент	${}^{11}_5\hat{A}$		${}_{49}^{2n}$			3_1H
Електронів		34				
Протонів				11	1	
Нейтронів			66	12	1	

III. Мотивація навчальної діяльності

1903 р. за відкриття в галузі радіоактивності подружжю Кюрі та А. Беккерелю була присуджена Нобелівська премія з фізики.

Що ж таке радіоактивність? За що Беккерелю була присуджена Нобелівська премія?

IV. Сприйняття та засвоєння нового матеріалу

Радіоактивність

Радіоактивність—перетворення атомних ядер в інші ядра, що супроводжується випусканням різних частинок і електромагнітного випромінювання. Звідси і назва явища: латиною radio – випромінюю, activus – дієвий. Цей термін ввела Марія Кюрі. При розпаді нестабільного ядра – радіонукліда – з нього вилітають з великою швидкістю одна або декілька частинок високої енергії. Потік цих частинок називають *радіоактивним випромінюванням* або просто *радіацією*.

Відкриття радіоактивності було безпосередньо пов'язане з відкриттям Рентгена. Деякий час вважали, що це один і той самий вид випромінювання. Кінець XIX ст. взагалі був багатий на відкриття невідомих до того «випромінювань».

У 1880-ті англійський фізик Джозеф Джон Томсон розпочав вивчення елементарних носіїв негативного заряду, у 1891 ірландський фізик Джордж

Джонсон Стоні (1826-1911) назвав ці частинки електронами. Нарешті, у грудні Вільгельм Конрад Рентген повідомив про відкриття нового виду променів, які він назвав Х-променями. Дотепер у більшості країн вони так і називаються, але в Німеччині та Росії прийнято пропозицію німецького біолога Рудольфа Альберта фон Келлікера (1817-1905) називати промені рентгенівськими.

Ці промені виникають, коли електрони (катодні промені), які швидко летять у вакуумі, стикаються з перешкодою.

Відкриття Рентгена незабаром привело до не менш видатного відкриття. Його зробив у 1896 р. французький фізик Антуан Анрі Беккерель. Беккерель був 20 січня 1896 р. на засіданні Академії, на якому фізик і філософ Анрі Пуанкаре розповів про відкриття Рентгена і продемонстрував зроблені вже у Франції рентгенівські знімки руки людини. Пуанкаре не обмежився розповіддю про нові промені.

Він висловив припущення, що ці промені пов'язані з люмінесценцією і, можливо, завжди виникають одночасно з цим видом світіння, так що, ймовірно, можна обійтися і без катодних променів. Світіння речовин під дією ультрафіолету – флуоресценція або фосфоресценція (в ХІХ ст. не було суворого розмежування цих понять) – було знайоме Беккерелю.

Нею займалися і його батько Олександр Едмонд Беккерель (1820-1891), і дід Антуан Сезар Беккерель (1788-1878) – обидва фізики; фізиком став і син Антуана Анрі Беккереля – Жак, який «успадкував» кафедру фізики при паризькому Музеї природної історії. Цю кафедру Беккерелі очолювали 110 років, з 1838 по 1948.

Антуан Анрі Беккерель вирішив перевірити, чи пов'язані промені Рентгена з флуоресценцією. Яскрава жовто-зелена флуоресценція характерна для деяких солей урану, наприклад, уранілітрат.

Такі речовини були в лабораторії Беккереля, з препаратами урану працював ще його батько, який показав, що після припинення дії сонячного світла їх світіння зникає дуже швидко – менш ніж за соту частину секунди. Проте ніхто не перевіряв, чи супроводжується це світіння випусканням якихось інших променів, здатних проходити крізь непрозорі матеріали, як це було у Рентгена.

Саме це після доповіді Пуанкаре вирішив перевірити Беккерель. 24 лютого 1896 р. на щотижневому засіданні Академії він розповів, що якщо взяти фотопластинку, загорнуту в два шари щільного чорного паперу, покласти на неї кристали подвійного сульфату калію і виставити все це на кілька годин на сонячне світло, то після проявлення фотопластинки на ній можна бачити розмитий контур кристалів.

Якщо між пластинкою і кристалами помістити монету або вирізану з жерсті фігуру, то після проявлення на пластинці з'являється чітке зображення цих предметів. Все це могло свідчити про зв'язок флуоресценції та рентгенівського випромінювання.

Нещодавно відкриті Х-промені можна отримувати набагато простіше – без катодних променів і необхідних для цього вакуумної трубки і високої напруги, але треба було перевірити, чи не виявиться, що уранова сіль, нагріваючись на сонці, виділяє якийсь газ, який проникає під чорний папір і діє на фотоемульсію.

Щоб відкинути цю можливість, Беккерель поклав між урановою сіллю і фотопластинкою шар скла – вона все одно засвітилася. «Звідси можна зробити висновок про те, що сіль випускає промені, які проникають через непрозорий для світла чорний папір і відновлюють срібні солі в фотопластинці», – так Беккерель закінчив свій виступ. Ніби Пуанкаре мав рацію і Х-промені Рентгена можна

отримати зовсім іншим способом.

Беккерель почав ставити безліч дослідів, щоб краще зрозуміти умови, за яких з'являються промені, що засвічували фотопластинку, і дослідити властивості цих променів. Він розміщував між кристалами і фотопластинкою різні речовини – папір, скло, пластинки алюмінію, міді, свинцю різної товщини.

Результати виходили ті ж, що і у Рентгена, що також могло служити доказом на користь подібності обох випромінювань. Крім прямого сонячного світла Беккерель опромінював сіль урану світлом, відбитим від дзеркала або заломленим призмою.

Він побачив, що результати всіх попередніх дослідів ніяк не були пов'язані із сонцем; мало значення лише те, як довго уранова сіль знаходилася поблизу фотопластинки. На наступний день Беккерель доповів про це на засіданні Академії, але висновок він, як потім з'ясувалося, зробив хибний: він вирішив, що сіль урану, хоча б раз «заряджена» на світлі, здатна потім сама тривалий час випускати невидимі проникаючі промені.

До кінця року Беккерель опублікував на цю тему дев'ять статей, в одній із них він писав: «Різні солі урану були поміщені в товстостінний свинцевий ящик. Захищені від дії будь-яких відомих випромінювань, ці речовини продовжували випускати промені, що проходять через скло і чорний папір..., через вісім місяців». Ці промені випромінювалися усіма сполуками урану, навіть тими, які не світяться на сонці.

Ще більш сильним (приблизно в 3,5 рази) виявилось випромінювання металевого урану. Стало очевидним, що випромінювання хоча і схоже за деякими проявами на рентгенівське, але має більшу проникаючу здатність і якимось пов'язане з ураном, так що Беккерель став називати його «урановими променями». Беккерель виявив також, що «уранові промені» йонізують повітря, роблячи його провідником електрики. Практично одночасно, в листопаді 1896 р., англійські фізики Дж. Дж.Томсон і Ернест Резерфорд виявили йонізацію повітря і під дією рентгенівських променів.

Залишалося питання, яким чином речовина випускає безперервне випромінювання, яке не слабшає протягом багатьох місяців без підведення енергії від зовнішнього джерела. Сам Беккерель писав, що не в змозі зрозуміти, звідки уран отримує енергію, яку він безперервно випромінює. З цього приводу висувалися різні гіпотези, іноді досить фантастичні, з якими Беккерель не міг погодитися, але й не міг знайти відповіді на поставлені запитання, тому залишив на деякий час цю роботу та зайнявся іншою, але він вперше відкрив природну радіоактивність – властивість самочинно випускати випромінювання. Чудовою властивістю виявленого випромінювання була його спонтанність і сталість, цілковита незалежність від зовнішніх умов: освітленості, температури, тиску, напруженості електричного поля, індукції магнітного поля і т.д.

Пошуками радіоактивних речовин і дослідженням їх випромінювань одразу ж зайнялися багато вчених в усьому світі. Особливо плідною виявилася праця фран-цузьких учених П'єра Кюрі та його дружини Марії Складовської-Кюрі. 1898 р. вони відкрили два нові радіоактивні елементи – Полоній і Радій, радіоактивність яких виявилася значно сильнішою, ніж Урану. Згодом з'ясувалося, що радіоактивність властива ще багатьом іншим елементам: Торію, Актинію тощо – всього близько сорока.

1903 р. за відкриття в галузі радіоактивності подружжю Кюрі та А.Беккерелю була присуджена Нобелівська премія з фізики. Другу премію М.

Складовська-Кюрі отримала через 8 років, на цей раз із хімії – «за відкриття елементів Радію і Полонію, за пояснення природи радію та виділення його в металічному вигляді». Так вона стала першим ученим, двічі відзначеним вищою науковою нагородою.

М. Складовська-Кюрі померла 1934 р. від променевої хвороби. І дотепер її лабораторні зошити зберегли високий рівень радіації. На честь подружжя Кюрі отримав свою назву штучно отриманий трансурановий елемент із порядковим номером 96 – Кюрій.

Досліджуючи методом відхилення в магнітному полі радіоактивне випромінювання, подружжя Марія і П'єр Кюрі, виявили, що воно неоднорідне, а являє собою суміш «променів». П'єр Кюрі виявив, що при дії магнітного поля на випромінювання радію одні промені відхиляються, а інші – ні.

Було відомо, що магнітне поле відхиляє тільки рухомі заряджені частинки, причому позитивні та негативні в різні боки. За напрямком відхилення в магнітному полі можна легко визначити знак заряджених частинок. Виявилося, що потік негативно заряджених частинок відхиляється в магнітному полі значно сильніше, ніж потік позитивно заряджених.

Третя частина потоку не відхилялася магнітним полем, що свідчило про відсутність у неї електричного заряду. Позитивно заряджену частину потоку назвали альфа-променями, негативно заряджену – бета-променями і нейтральну – гамма-променями. Позначення різних випромінювань першими літерами грецького алфавіту запропонував Резерфорд.

α-випромінювання

Оскільки α-промені відхиляються в магнітному полі значно слабкіше, ніж β-промені, звідси впливало, що вони заряджені позитивно і мають значно більшу масу (як потім з'ясували, маса α-частинок в 7740 разів більша, ніж маса електрона). Вперше це явище виявили в 1899 р. А. Беккерель і Ф. Гізель. Надалі з'ясувалося, що α-частинки являють собою ядра атомів гелію із зарядом +2 і масою 4 а.о. м.

До α-розпаду схильні переважно важкі ядра – їх відомо понад 200, α-частинки випускаються більшістю ізотопів елементів, наступних за вісмутом. Відомі більш легкі α-випромінювачі, в основному, це атоми рідкоземельних елементів. Але чому з ядра вилітають саме α-частинки, а не окремі протони? Якісно це пояснюється енергетичним виграшем при α-розпаді (α-частинки – стійкі ядра гелію). Кількісна ж теорія α-розпаду була створена лише у 1980-х, в її розробці брали участь і радянські фізики, з-поміж них – Лев Давидович Ландау, Аркадій Бейнусовіч Мігдал (1911—1991), завідувач кафедри ядерної фізики Воронезького університету Станіслав Георгійович Кадменський зі співробітниками.

Характерною ознакою α-частинок є їх енергія. Різні радіоактивні речовини випромінюють α-частинки різної енергії, але всі α-частинки, випущені даною радіоактивною речовиною, мають цілком певну енергію.

Пробіг α-частинки в речовині дуже малий, у повітрі він становить приблизно 2-3 см. У воді або м'яких тканинах тварин і людини, густина яких більша за густину повітря в 770 разів, довжина пробігу зменшується і становить частки міліметра.

α-випромінювання добре затримуються навіть аркушем паперу і практично не здатне проникати крізь шкіру людини. Через це воно практично є безпечним, якщо тільки α-радіоактивні пилинки не потрапляють всередину організму людини

через відкриту рану, з їжею або з повітрям. Потрапивши всередину живого організму, α -випромінювання наносить йому величезну шкоду. У наших незахищених внутрішніх органах за свій короткий шлях альфа-частинки встигають зруйнувати найближчі клітини і завдати їм непоправної шкоди. Якщо клітина, яку зачепила альфа-частинка, виживе, часто виникають ракові новоутворення. Можна сказати, що всередині нашого організму альфа-промені закладають бомбу сповільненої дії.

β -випромінювання

Подальші дослідження показали, що між катодними і β -променями немає принципової різниці, звідки випливало, що вони представляють собою потік електронів. Відрізняється β -випромінювання від катодного лише значно більшою енергією. На відміну від альфа-частинок, β -електрони, що випромінюються даною радіоактивною речовиною, мають не одне значення енергії, а можуть мати значення енергії від нуля до деякого найбільшого значення.

Внаслідок порівняно малої маси β -частинки під час проходження крізь речовину можуть відхилитися на значний кут. Їх траєкторії у речовині дуже покручені, для них не існує певної довжини вільного пробігу. Проте сумарна товщина шару, на яку β -частинка проникає в речовину, в десятки разів перевищує пробіг альфа-частинок. β -випромінювання проникає в тіла глибше, але завдає меншої шкоди, оскільки легше проходить крізь речовину. Його дія розподіляється на багато клітин, тому наслідки для кожної окремої клітини незначні.

γ -випромінювання

Коли ж у 1900 р. французький фізик Поль Війар (1860-1934) досліджував більш докладно відхилення β - і α -променів, він виявив у випромінюванні радію і третій вид променів, що не відхиляються в найсильніших магнітних полях. Це відкриття незабаром підтвердив і Беккерель.

Цей вид випромінювання, за аналогією з альфа-і бета-променями, був названий γ -променями. γ -промені виявилися подібними до Х-променів, тобто вони являють собою електромагнітне випромінювання, але з меншою довжиною хвиль і відповідно з більшою енергією.

Всі ці види радіації описала М. Кюрі у своїй монографії «Радій і радіоактивність» (опублікована в Парижі в 1904 р., російський переклад – 1905 р.). Замість магнітного поля для розщеплення радіації можна використовувати електричне поле, тільки заряджені частинки в ньому будуть відхилятися не перпендикулярно силовим лініям, а вздовж них – у напрямку до відхиляючих пластин.

Оскільки γ -випромінювання має величезну енергію, воно може завдати великої шкоди живим організмам. Проникаючи в тіло, воно пошкоджує клітини, а в багатьох випадках – і генетичну інформацію.

Природа радіоактивного випромінювання вказує на те, що його причиною є довільний розпад атомних ядер радіоактивних елементів. При цьому деякі з ядер випускають тільки α -частинки, інші – β -частинки. Є радіоактивні ядра, які випускають частинки обох типів. Більшість ядер одночасно випускає і γ -промені.

Основні властивості радіоактивних випромінювань

1. Пробіг альфа-частинки в речовині дуже малий, у повітрі він становить приблизно 2-3 см. У воді або м'яких тканинах тварин і людини, густина яких більша за густину повітря в 770 разів, довжина пробігу зменшується і становить соті частки міліметра.

2. Щільний одяг може поглинати значну частину бета-частинок, але зовсім не пропускає альфа-частинки. Та при попаданні в людський організм із їжею, водою та повітрям вони можуть завдати людині великої шкоди.

3. Довжина пробігу гамма-квантів у повітрі становить сотні метрів, а у твердій речовині десятки сантиметрів, а то й декілька метрів. Їхня проникна здатність залежить від енергії кванта та густини поглинача. Це випромінювання найнебезпечніше для людини.

4. Слід розрізняти радіоактивність та радіацію. Джерела радіації – радіоактивні речовини або ядерно-технічні пристрої (реактори, прискорювачі, рентгенівське обладнання) можуть існувати тривалий час, а радіоактивність існує лише до свого поглинання якоюсь речовиною.

5. Дію радіації на людину називають опроміненням. Основа цієї дії – передача радіації клітинам організму. Опромінення може спричинити порушення обміну речовин, лейкоз та злоякісні пухлини, безпліддя, катаракту, опіки.

6. Радіація не передається як хвороба. При дії на організм вона не створює в ньому нових радіоактивних речовин. Таким чином, людина після рентгенівського чи флюорографічного обстеження не стає джерелом радіації. Винятком є випадки, коли в організм навмисно вводять радіоактивні препарати (наприклад, при радіоізотопному обстеженні щитоподібної залози) і людина на деякий час стає джерелом радіації. Але ці препарати швидко втрачають свою радіоактивність та інтенсивність їхнього випромінювання швидко падає.

V. Осмислення об'єктивних зв'язків

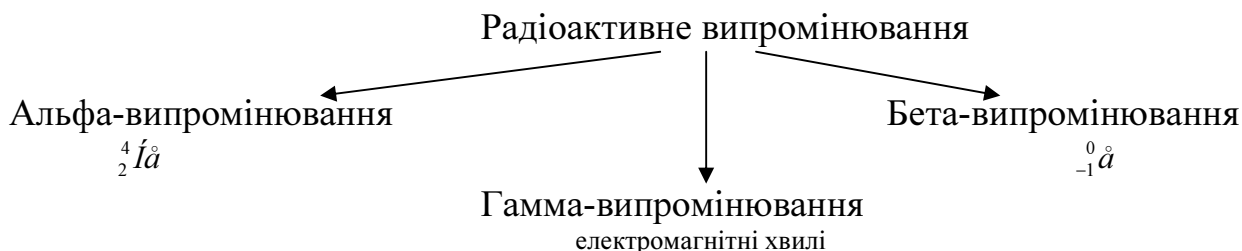
Вправа «Заморочки з бочки»

На маленьких папірцях записати запитання, папірці скрутити та кинути в коробку у вигляді бочки. Учні по черзі витягують запитання та дають на них відповіді.

Запитання:

1. Як було відкрите явище радіоактивності?
2. Наведіть приклади радіоактивних природних елементів.
3. Які види радіоактивного випромінювання ви знаєте?
4. Якою є фізична природа α -частинок? .
5. Якою є фізична природа β -частинок?
6. Якою є фізична природа γ -випромінювання?
7. Як захиститися від радіоактивного випромінювання?

VI. Узагальнення знань Складання О.С.



VII. Підсумки уроку

Інтерактивна вправа «Метод ПРЕС»

Я вважаю, що ...

... тому що ...

... наприклад,...

Отже,...

VIII. Домашнє завдання

1. § 35 (підручник Сиротюк В.Д.).
2. Створити візитну картку для кожного з радіоактивних випромінювань.

Мета: розширити знання учнів про радіоактивність, сформувати поняття періоду піврозпаду, правил зміщення, закону радіоактивного розпаду; формувати вміння розв'язувати задачі, застосовуючи отримані знання; розвивати пізнавальний інтерес, логічне мислення, творчі здібності учнів; виховувати дисциплінованість, працелюбство.

Основні поняття: радіоактивний розпад, період піврозпаду, правила зміщення, альфа-розпад, бета-розпад, закон радіоактивного розпаду.

Обладнання: таблиця «Правила зміщення», «Радіоактивний розпад ядер».

Тип уроку: засвоєння нових знань.

Наука є внутрішнім великим цілим.

її розподіл на окремі галузі обумовлений

не стільки природою речей,

скільки обмеженою природою людського пізнання.

М. Планк

Хід уроку

I. Розминка

Вправа «Знайди пару»

Альфа-частинка	${}_{-1}^0\alpha$
Протон	${}_2^4\text{p}$
Електрон	${}_0^1\text{n}$
Нейтрон	${}_1^1\text{H}$

II. Актуалізація опорних знань

1. Інтерактивна вправа «Візитна картка»

Учні по рядах презентують візитні картки для α -, β -, γ -випромінювання.

2. Перевірка домашніх вправ

III. Мотивація навчальної діяльності

Мабуть, кожен з вас чув про філософський камінь. Кожен алхімік Середньовіччя мріяв про нього.

Головне, що робило цей камінь таким бажаним – це його легендарна здатність перетворювати будь-який метал на золото! Сучасна хімія не відкидає можливості перетворення одного хімічного елемента в інший, але все-таки вважає, що середньовічні алхіміки не могли отримувати золота з міді. Тим не менш, історія зберегла для нас не одну легенду, в якій йдеться про подібні перетворення.

Так, наприклад, Раймунд Луллій, іспанський поет, філософ і знаменитий алхімік, отримав від англійського короля Едуарда II в XIV ст. замовлення на виплавку 60000 фунтів золота. Для цього йому було надано ртуть, олово і свинець. І, треба сказати, Раймунд отримав золото! Воно було високої проби, і з нього було викарбовано велику кількість ноблів. Зрозуміло, простіше віднести даний факт до міфів, ніж повірити в нього, проте ноблі того особливого карбування до цих пір зберігаються в англійських музеях. А якщо вірити історичним документам, протягом тривалого часу ці монети використовувалися при укладанні великих угод, що свідчило про їх велику кількість.

Сьогодні на уроці ми з'ясуємо, як змінюється ядро під час радіоактивного випромінювання.

IV. Сприйняття та засвоєння нового матеріалу

1. Радіонуклід

Термін «радіонуклід» порівняно молодий. Він замінив і для фахівців, і для

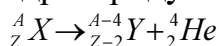
широкого загалу довші терміни типу «радіоактивне ядро» чи «радіоактивний ізотоп» і означає «ядро (від лат. Nucleus), що здатне до випромінювання» (від лат. Radius – промінь). Отже, вважатимемо, що нуклід означає стійке ядро, радіонуклід – нестійке, здатне до самовільної трансформації, яка супроводжується викиданням назовні утворених чи вилучених з його складу частинок (або «проміння»).

Розпад ядра супроводжується випромінюванням α - , β - чи інших частинок, при цьому ядро, як правило, перетворюється на ядро атома іншого елемента.

2. Правила зміщення

Залежно від того, які частинки випромінюються під час радіоактивного розпаду, розрізняють α - , β -розпад та інші види розпадів. Встановлено, що радіоактивні перетворення ядер підкорюються так званим правилам зміщення, які вперше сформулював англійський учений Фредерік Содді (1877-1956) у 1913 р. За допомогою цих правил можна визначити нуклонне і протонне числа нового елемента, який виникає під час альфа- або бета- розпаду. Ці правила впливають із законів збереження нуклонного і протонного чисел, які виконуються при ядерних реакціях радіоактивного розпаду.

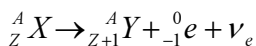
Під **альфа-розпадом** розуміють самочинне перетворення нестійкого ядра на ядро-продукт і на альфа-частинку (ядро атома Гелію):



Утворюється ядро елемента, порядковий номер якого в періодичній таблиці на 2 одиниці менший, ніж порядковий номер вихідного елемента, а нуклонне число менше на 4 одиниці. Наприклад: ${}^{238}_{92} \text{U} \rightarrow {}^{234}_{90} \text{Th} + {}^4_2 \text{He}$

Явище самовільного перетворення атомних ядер, у результаті якого виникають інші ядра і випромінюються електрони, називається бета-розпадом.

Під час цього розпаду нуклонне число атома залишиться незмінним, а протонне збільшується на 1, тому утворюється ядро елемента, порядковий номер якого в періодичній таблиці на одиницю більший, ніж порядковий номер ядра вихідного елемента.



Наприклад: ${}^3_1 \text{H} \rightarrow {}^3_2 \text{He} + {}^0_{-1} e + \nu_e$, де ν_e – антинейтрино електронне

3. Період піврозпаду

Кількість радіоактивних ядер одного типу постійно зменшується в часі завдяки їх розпаду. Швидкість розпаду прийнято характеризувати **періодом піврозпаду**: це час, за який кількість радіоактивних ядер певного типу зменшиться удвічі. Період піврозпаду позначають символом T . Одиниця періоду піврозпаду в СІ – секунда.

Абсолютно помилковою є наступне трактування поняття «період напіврозпаду»: «якщо період піврозпаду радіоактивної речовини 1 год, це означає, що через 1 год розпадеться його перша половина, а ще через наступну 1 год — друга половина, і ця речовина повністю зникне (розпадеться)».

Період піврозпаду 1 год означає, що через 1 год кількість радіонуклідів стане меншою початкової в 2 рази, через 2 год – в 4, через 3 год – в 8 разів і т.д., але повністю не зникне ніколи. У такій же пропорції зменшується і радіація, яка випромінюється цією речовиною. Тому можна прогнозувати радіаційну обстановку на майбутнє, якщо знати, які і в якій кількості радіоактивні речовини створюють радіацію в даному місці в даний момент часу.

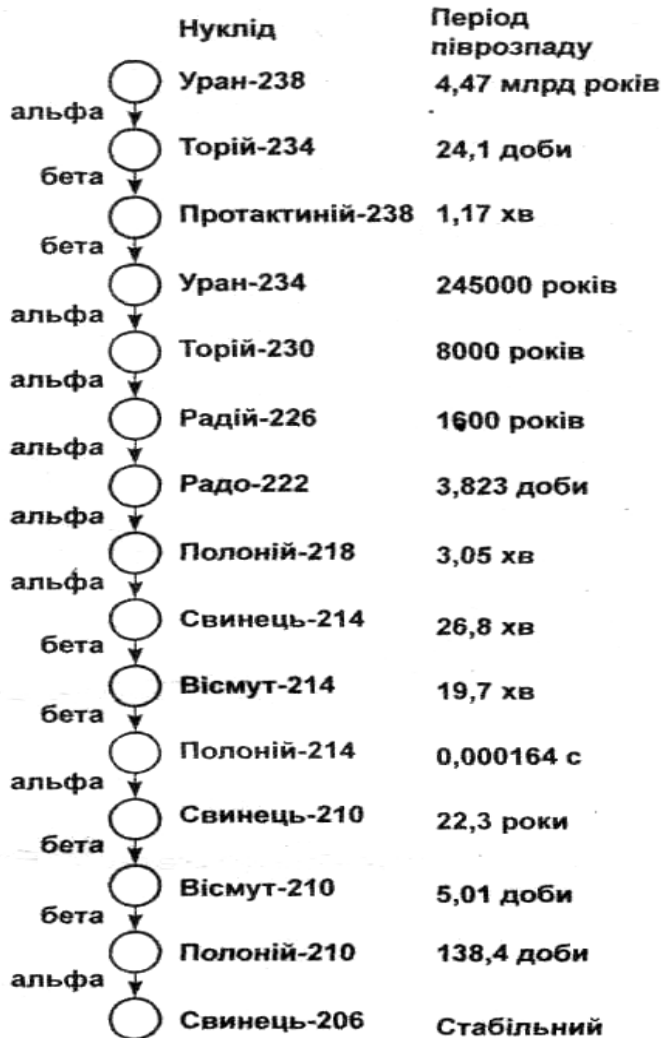
У кожного радіонукліда – свій період піврозпаду, він може складати як частки секунди, так і мільярди років. Важливо, що період напіврозпаду даного

радіонукліда постійний, і змінити його неможливо.

Ядра, що утворюються при радіоактивному розпаді, в свою чергу, також можуть бути радіоактивними. Так, наприклад, радіоактивний радон-222 завдячує своїм походженням радіоактивному урану-238.

Іноді зустрічаються твердження, що радіоактивні відходи в сховищах повністю розпадуться за 300 років. Це не так. Просто цей термін – це приблизно 10 періодів піврозпаду цезію-137, одного з найбільш поширених техногенних радіонуклідів, і за 300 років його радіоактивність у відходах знизиться майже в 1000 разів, але, на жаль, не зникне.

РАДІОАКТИВНИЙ РОЗПАД ЯДЕР



Знайдемо тепер математичну форму закону радіоактивного розпаду.

Нехай кількість радіоактивних атомів у початковий момент часу становить N_0 якщо:

$$t = T, \text{ то } N = \frac{N_0}{2};$$

$$t = 2T, \text{ то } N = \frac{N_0}{2 \cdot 2};$$

$$t = 3T, \text{ то } N = \frac{N_0}{2 \cdot 2 \cdot 2};$$

$$t = nT, \text{ то } N = \frac{N_0}{2^n}$$

$$n = \frac{t}{T}, \text{ то } N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

За останньою формулою визначають кількість атомів, які ще не розпалися

(тобто залишилися), для будь-якого моменту часу.

Треба мати на увазі, що в мікросвіті, де об'єкти одного сорту за всіма своїми властивостями абсолютно однакові і їх в принципі неможливо відрізнити одне від одного, діють статистичні, тобто вірогіднісні закони, згідно з якими розпад конкретного атома є випадковою подією, яку неможливо передбачити. Атоми аж ніяк не «старіють» у процесі свого існування.

Для них існує лише поняття середнього часу життя, але не існує поняття віку. Подібна ситуація мала б місце для середнього віку людини, якби люди не старіли, а гинули лише від нещасних випадків.

V. Осмислення об'єктивних зв'язків

1. Який елемент утвориться з Урану-238 після двох альфа- та двох бета-розпадів?

2. Ядро ізотопу Вісмуту-211 утворилося з іншого ядра після одного альфа- і двох бета-розпадів. Що це за ядро?

3. Під час радіоактивного перетворення ядра Урану-238 відбулося 8 α -розпадів і 6 β -розпадів. Яке в результаті утворилося ядро? (Плюмбум-206.)

4. Радіоактивний Торій-232 перетворюється в Полоній-216. Скільки при цьому відбулося альфа- і бета-розпадів? (4-альфа, 2-бета.)

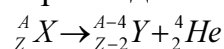
5. Яка кількість радіоактивних ядер Радію-226 залишиться через 3200 років, якщо їх початкова кількість 10^{20} , період піврозпаду Радію – 1600 років? ($2,5 \cdot 10^{19}$)

VI. Узагальнення знань

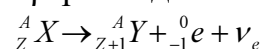
1. Складання О.К.

Правила зміщення

α -розпад



β -розпад



Період піврозпаду – це час, за який кількість радіоактивних ядер певного типу зменшиться в 2 рази.

2. Доповнення таблиці «Фізичні величини»

№	Назва фізичної величини	Позначення	Основна одиниця	Формула	Вимірювальний прилад
15	Закон радіоактивного розпаду			$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ T - період піврозпаду	

VII. Домашнє завдання

1. Конспект, повторити § 36,37 (підручник Сиротюк В.Д.), підготуватись до самостійної роботи.

2. Розв'язати задачу: У результаті яких радіоактивних розпадів Плутоній ${}^{239}_{94}\text{Pu}$ перетворився на ${}^{231}_{90}\text{Th}$. Запишіть ці реакції.

3. Підготувати повідомлення: «Застосування закону радіоактивного розпаду в археології» (додаток).

Додаток

Застосування закону радіоактивного розпаду в археології

У 1948 р. американський фізик В. Ліббі запропонував метод хронологічного маркування археологічних знахідок органічного походження, заснований на застосуванні закону радіоактивного розпаду.

Ідея методу ґрунтується на вимірюванні залишкової радіоактивності знайденого предмета органічного походження та порівнянні її з деяким стандартним значенням.

Як відомо, в процесі обміну речовин живий організм рослини чи тварини засвоює з повітря вуглекислий газ CO_2 . Основна частина карбону, який входить до його складу стабільна, і лише 10 % становить радіоактивний ізотоп $^{14}_6\text{C}$ із періодом піврозпаду 5600 років. Він утворюється в результаті бомбардування $^{14}_7\text{N}$ нейтронами, які з'являються в атмосфері завдяки космічному випромінюванню.

Цей радіоактивний карбон засвоюється живим організмом разом з його основними стабільними ізотопами. Оскільки вміст $^{14}_6\text{N}$ в атмосфері завдяки незмінній інтенсивності космічного випромінювання з часом не змінюється, то й у живому організмі вміст $^{14}_6\text{N}$ також буде незмінним і незалежним від історичної епохи.

Наприклад, вміст радіоактивного карбону $^{14}_6\text{N}$ в 1 г живої деревини сьогодні такий самий, як і 10 000 років тому, що забезпечує приблизно 15 розпадів на 1 хв. Після загибелі організму, коли його залишки не засвоюють з атмосфери радіоактивний карбон його вміст в них впевнено зменшується згідно закону радіоактивного розпаду: $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$

Таким чином, в кожному живому організмі є так би мовити два види годинників. Один – біологічний, який показує тривалість життя. Він починає свій відлік від народження організму і зупиняється в момент його смерті. «Стрілками» цього годинника є вікові зміни в організмі – річні кільця дерев, зморшки на шкірі у людини та загальне старіння організму.

Другий – радіоактивний, який показує, скільки років минуло після настання смерті. Цей годинник не працює, доки живе організм, і, починаючи відлік часу з моменту його загибелі, йтиме вічно. «Стрілками» цього годинника є значення залишкової радіоактивності карбону $^{14}_6\text{N}$, який входить до складу залишків органічних речовин.

Метод Ліббі дозволяє визначити вік предметів, що пролежали в землі від 1000 до 50 000 років з точністю до 100 років. Результати визначення віку єгипетських мумій та інших предметів добре узгоджуються з досить надійними літописними даними.