Радіоактивність. Радіоактивні випромінювання.

Радіоактивне випромінювання було відкрите в 1896 році французьким фізиком А. Беккерелем. Значний внесок у його вивчення зробили також Е.Резерфорд, М.Склодовська-Кюрі, П.Кюрі та ін..

Уран і його солі без попереднього освітлення випускають іонізуючі промені. Це випромінювання є самодовільним, стале і повністю незалежне від зовнішніх умов: освітленості, температури, тиску, електричного і магнітного полів.

***Радіоактивність*** *– це властивість речовин випускати випромінювання.*

Радіоактивними є багато речовин – полоній (84Ро210), радій (88Ra206), торій, актиній і багато інших.

 - промені – це ядра атому гелію (Не). Енергія  - частинок дуже велика, порядку декількох мільйонів електрон-вольт (швидкість порядку107 м/с). Різні радіоактивні речовини випромінюють  - частинки різних енергій, але  - частинки однієї речовини мають однакову енергію.  - частинки мають малу проникну здатність (вони затримуються листком паперу).

 - частинки – це потік електронів.  - промені є потоком електронів, подібним до катодних променів. Відрізняються  - промені від катодних лише значно більшою енергією. Енергія  - променів може досягати кількох мільйонів еВ. Проникна здатність в десятки раз більша за проникність -променів. Швидкість  - частинок (електронів) близька до швидкості світла (може досягати 0,999·с). Максимальне значення швидкості електронів залежить від конкретної радіоактивної речовини.

 - промені – це потоки фотонів дуже малих довжин (10-10 м).  - промені аналогічні рентгенівським, тільки їх довжина в десятки раз менша ніж у самих жорстких рентгенівських. Тому їх квантові властивості ще більше виявляються ніж у рентгенівських променів.

Причина радіоактивного випромінювання самодовільний розпад атомних ядер. Деякі ядра атомів випускають тільки  або  - промені. Але є й такі, що випускають одночасно  та  - промені. Більшість ядер одночасно випускає і  - промені.

***Радіоактивність*** *– це здатність ядер деяких хімічних елементів довільно перетворюватися на ядра інших елементів з випромінюванням мікрочастинок*.

Радіоактивні перетворення ядер підкоряються так званим правилам зміщення, які вперше були сформульовані англійським вченим Фредеріком Соді:

Оскільки заряд  - частинки +2, а масове число 4, то *під час  - розпаду відбувається перетворення ядра атома в якому його заряд (порядковий номер елемента) зменшується на 2, а маса на 4.*

88Ra226 → 86Rn222 + 2Не4.

Схема  - розпаду в загальному вигляді:

Z XA → Z-2YA-4 + 2Не4.

*При  - розпаді ядро випускає електрони і перетворюється на нове ядро з номером більшим на 1.*

90Tl234 → 91Рa234 + -1е0.

Схема  - розпаду в загальному вигляді:

ZХA → Z+1YA + -1е0.

Правила за якими можна встановити масове число і заряд нового елемента, що виникає під час  або  - перетворень отримали назву *правил заміщення*.

Під час  - випромінювання ядром випускається квант (фотон) без зміни заряду і масового числа.

***Ізотопи*** *– це хімічні елементи в яких однаковий заряд, але різні масові числа*.

Ланцюг радіоактивних перетворень закінчується утворенням стабільного (нерадіоактивного) ізотопу. Всі радіоактивні елементи є членами 4 радіоактивних рядів:

1. 92Ua236 → 82Pb208 ;
2. 93Np237 → 81Tl208 ;
3. 92Ua238 → 82Pb206 ;
4. 92Ua235 → 82Pb207 .

Радіоактивні  та  - розпади ведуть до зменшення кількості вихідних ядер.

Для захисту від шкідливого впливу радіоактивного випромінювання використовують різного виду захисні перешкоди, виготовлені з різних матеріалів.

Для захисту від α-променів досить тонкого листка паперу. β-промені повністю поглинаються алюмінієвою пластинкою завтовшки 1 мм. Найбільш небезпечним є γ-випромінювання. В окремих випадках для захисту від γ-променів використовують бетонні стіни завтовшки декілька метрів.

**ІІІ. Розв’язування задач.**

1. Скільки протонів, нейтронів і електронів у нейтральних атомах ,, ,, , , , , , .

2. Дописати рівняння ядерної реакції:

; ; ; .

3. Визначте, скільки α- та β-розпадів відбулося, якщо радіоактивний атом перетворився на атом . α-розпад: Z XA → Z-2YA-4 + 2Не4; β-розпад: ZХA → Z+1YA + -1е0;

*nα* - ? *nβ* - ? За зміною масового числа визначаємо к-сть α-розпадів:

При 5 α-розпадах зарядове число зміниться на 5·2 = 10 одиниць.

Згідно умови задачі, ΔZ = 90 – 83 = 7. Це означає, що *nβ* = 10 – 7 = 3, тобто повинно відбутися 3 β-розпади.

4. Ядро утворилося після двох послідовних альфа-розпадів. З якого ядра воно утворилося?

Під час альфа розпадів з ядра вилітає -частинка – ядро атома водню. Тому масове число утвореного ядра зменшується на 4 одиниці, а порядковий номер на 2 одиниці. Якщо речовина зазнала двох послідовних -розпадів, то це значить, що її масове число було на 8 одиниць більше за масове число новоутвореного елемента, а заряд був на 4 одиниці більшим. Тобто отримаємо речовину:

5. Частота хвилі γ-випромінювання 6·1022 Гц. Яка довжина цих γ-променів у вакуумі?

λ - ?

ν = 6·1022 Гц;

с = 3·108 м/с;

Період піврозпаду. Активність радіонуклідів.

Радіоактивні  та  - розпади ведуть до зменшення кількості вихідних ядер.

*Мірою швидкості радіоактивного перетворення служить інтервал часу, за який розпадається половина атомів будь-якої кількості елемента.*

***Період піврозпаду T*** *– це час, за який розпадається половина атомів даної речовини.*

Розпад ядра є випадковою подією. Радіоактивність є статистичним процесом. Не можна передбачити коли розпадеться дане ядро, а лише знаємо яка частина ядер даного елемента розпадеться за певний проміжок часу.

Для характеристики радіоактивного розпаду використовують величину, яку називають сталою радіоактивного розпаду радіонукліда і позначають символом λ.

Стала радіоактивного розпаду пов’язана з періодом піврозпаду співвідношенням:

Одиниця сталої радіоактивного розпаду в СІ – 1/с.

***Активність*** *– це кількість розпадів за одиницю часу.*

*N* – кількість атомів радіонукліда в даний момент часу, *Ni* - кількість атомів, що розпадається за час *t*.

Це саме співвідношення можна записати з використання періоду піврозпаду:

Одиниця активності в СІ Беккерель (Бк).

1 Бк – це активність препарату, при якій за 1 с відбувається 1 розпад.

*А* – [ 1 Бк (бекерель) = ].

Досі в ядерній фізиці використовується позасистемна одиниця активності – кюрі (Кі).

1 Кі = 3,7 · 1010 Бк.

Виділяють два напрями використання радіоактивних нуклідів:

1) Використання радіоактивних ізотопів як індикаторів;

2) Використання радіоактивних ізотопів як джерел γ-променів.

Зменшення активності радіонуклідів з часом застосовується для визначення віку археологічних знахідок. Штучно створені ізотопи використовують для стерилізації медичних інструментів, діагностики та лікування захворювань, виявлення дефектів у металах, сканування залізничних составів на прикордонних пунктах пропуску і ін..

**ІІІ. Розв’язування задач.**

1. Визначте масу радію-226, що міститься в радіонуклідному зразку, якщо активність радію становить 5 Кі. Стала радіоактивного розпаду радію (226) 1,37·10-11 (с-1).

*m* - ?

A = 5 Кі; А = 5 Кі = 5∙3,7∙1010 Бк = 18,5∙1010 Бк;

λ = 1,37∙10-11 1/с;

М = 226∙10-3 кг/моль;

Na = 6,02∙1023 1/моль;

2. У радіоактивному зразку міститься 2·1020 атомів Йоду-131. Визначити скільки ядер Йоду розпадеться протягом години. Стала радіоактивного розпаду йоду (131) 9,98·10-7 (с-1).

Nі - ? ;

N= 2·1020;

λ = 9,98·10-7 1/с;

t = 1 год;

3. Допустимий вміст радіонукліду Цезію-137 у в’яленій рибі 300 Бк/кг. Чи відповідає санітарним нормам в’ялена тарань, якщо її маса 80 г і за 20 с у ній зафіксовано 600 розпадів?

m = 80 г; Допустимий рівень вмісту радіонукліду Цезію-137

t = 20 c; а наявний вміст становить Отже риба не відповідає

N = 600; санітарним нормам

4. Яка маса активної речовини залишиться через 48 діб, якщо спочатку її було 480 г? Період

піврозпаду речовини 24 доби.

mi - ? Оскільки період піврозпаду елемента 24 доби, то через 24 доби розпадеться

половина, тобто 240 г. А за наступні 24 доби розпадеться ще половина від кількості,

m0 = 480 г; що залишилась (240 грам), тобто 120 грам.

t = 48 діб; Тому через 48 годин залишиться 480 г – (240 г +120 г) = 120 г.

T = 24 доби;

5. Протягом хвилини в одному з радіоактивних контейнерів відбулось 1800 розпадів, а в другому за 40 секунд – 1000 розпадів. Визначити і порівняти активності препаратів у контейнерах.

А1 - ? А2 - ?

А1 ? А2 Оскільки 30 Бк > 25 Бк, то А1 > А2.

t1 = 1 хв;

t2 = 40 c;

N1 = 1800;

N2 = 1000;

6. На даний момент часу в радіоактивному зразку міститься 0,2 моль Кобальту-60. Визначте активність кобальту в цьому зразку.

А - ?

ν = 2 моль;

λ = 4,15·10-9 с-1;

М = 60·10-3 кг/моль;