

06.11.2023

Група 36

Фізика і астрономія

Урок № 32-33

Тема уроку: Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду

Мета уроку:

навчальна – дати означення поняття радіоактивності, сформулювати правила зміщення; розглянути закон радіоактивного розпаду;

розвивальна – розвивати уяву, творчі здібності учнів, вдосконалювати вміння застосовувати набуті знання на практиці;

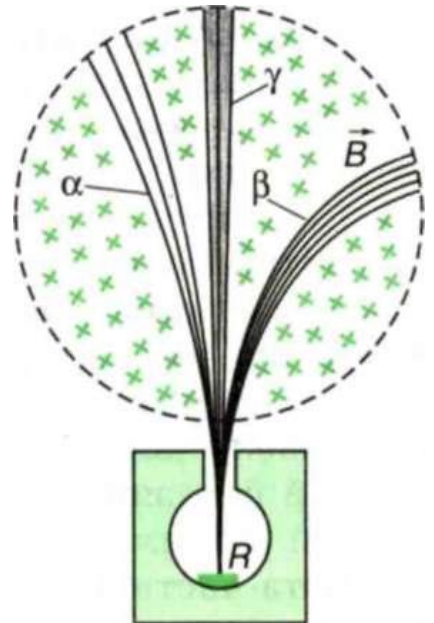
виховна – виховувати почуття відповідальності, взаємодопомоги, вміння виступати перед аудиторією.

### Матеріал до уроку

#### Радіоактивність – властивість деяких атомних ядер мимоволі перетворюватися в інші ядра з випускненням астинок.

Після відкриття радіоактивних елементів, почалося дослідження природи їхнього випромінювання. Досліджували джерела радіоактивного випромінювання набагато сильніші, ніж уран (радій, полоній, актиній).

У 1899 Ернест Резерфорд експериментально встановив, що солі урану випромінюють три типи променів, які по-різному відхиляються в магнітному полі промені першого типу відхиляються так само, як потік додатно заряджених частинок. Їх назвали альфа-променями; промені другого типу відхиляються в магнітному полі так само, як потік негативно заряджених частинок, їх назвали бета-променями; і промені третього типу, які не відхиляються магнітним полем, назвали гамма-променями.



*Альфа частинка – позитивно заряджена частинка, утворена 2 протонами й 2 нейтронами, ідентична ядру атома гелію.  $\alpha$ -частинки, утворені під час розпаду ядра, мають початкову кінетичну енергію в діапазоні 1,8 – 15 MeV, а їх швидкість – 10000 – 20000 км/сек.*

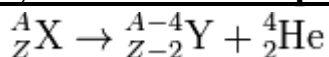
*$\beta$ -випромінювання – швидкі електрони, що вилітають з атомів радіоактивної речовини. Швидкість  $\beta$ -частинок може сягати 0,99с. Відповідно енергія  $\beta$ -частинок може бути кілька MeV.*

*$\gamma$ -випромінювання представляє собою електромагнітні хвилі дуже малої довжини (великої частоти).*

Отже, радіоактивність — мимовільне перетворення одних атомних ядер на інші, що супроводжується випускненням різних частинок.

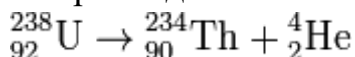
## Правило зміщення

Перетворення атомних ядер, що супроводжується випускненням  $\alpha$ -частинок, називається  $\alpha$ -розпадом:

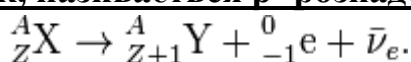


$\alpha$ -розпад зменшує масове число на 4, а зарядове на 2, тобто переміщує елемент на дві клітинки до початку періодичної системи.

Наприклад:

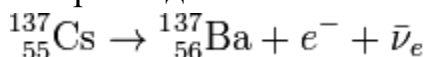


Перетворення атомних ядер, що супроводжується випускненням  $\beta$ -частинок, називається  $\beta$ -розпадом:



Бета-розпад не змінює масового числа, а зарядове число збільшує на 1, тобто зміщує елемент на одну клітинку ближче до кінця періодичної системи.

Наприклад:



Досліджуючи перетворення радіоактивних речовин, Резерфорд на дослідах установив, що їх активність з часом зменшується. Наприклад, активність радону зменшується в два рази вже через хвилину. Активність таких елементів як уран, торій і радій зменшується значно повільніше. Для кожної радіоактивної речовини є певний інтервал часу, протягом якого активність зменшується у два рази. Цей інтервал називається *періодом піврозпаду*.

Період піврозпаду  $T$  — це той час, за який розпадається половина всієї кількості наявних радіоактивних атомів.

Наприклад, для ядра  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  період піврозпаду складає приблизно 1600 років. Якщо взяти 1 г радію, то через 1600 років його буде 0,5 г, а через 3200 років — 0,25 г. Таким чином, вихідна кількість радію повинна перетворитись на нуль через нескінченний проміжок часу.

У різних речовин період піврозпаду різний: від мільйонних часток секунди до мільярдів років. Чим менший період піврозпаду, тим активніше протікає розпад.

Закон радіоактивного розпаду:

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

Тобто за будь-який інтервал часу розпадається однакова частина наявних атомів (за період піврозпаду — половина атомів).

**Активністю радіоактивного джерела називають фізичну величину, що характеризує кількість радіоактивних розпадів за одиницю часу.** Як одиницю активності в СІ обрано Беккерель (Бк): активність у 1 Бк відповідає одному розпаду в секунду.

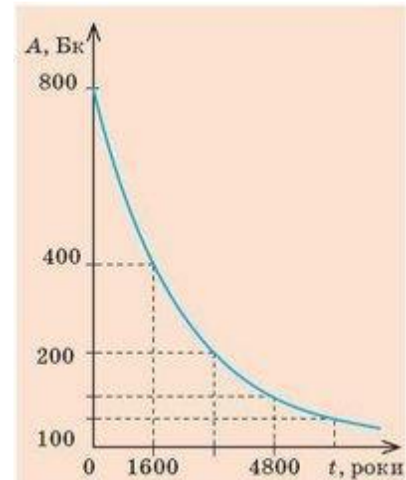
$$[A]=1 \text{ Бк} = 1 \text{ розп/с} = 1 \text{ с}^{-1}$$

1 Бк — це активність такого джерела, у якому за 1 с відбувається 1 розпад (одне ядерне перетворення).

Якщо на даний момент часу в зразку міститься деяка кількість  $N$  атомів радіонукліда, то активність  $A$  даного радіонуклідного зразка можна обчислити за формулою:  $A = \lambda N$ ,  $\lambda$  - стала радіоактивного розпаду; фізична величина, яка є характеристикою радіонукліда та пов'язана з періодом піврозпаду співвідношенням:

$$\lambda = 0,69 / T_{1/2} \quad ([\lambda] = \text{с}^{-1})$$

Оскільки з плином часу в радіоактивному зразку кількість ядер радіонуклідів, що не розпалися, зменшується, то зменшується й активність зразка.



### **ОТРИМАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОНУКЛІДІВ.**

**Елементи, яких не має в природі.** За допомогою ядерних реакцій добуто радіонукліди всіх хімічних елементів, що зустрічаються лише в стабільному стані. Елементи з номерами 43, 61, 85 і 87 взагалі не мають стабільних ізотопів, і вперше їх добули штучно. Наприклад, елемент з порядковим номером  $Z = 43$ , який дістав назву технецій, має найдовговічніший ізотоп з періодом піврозпаду близько мільйона років. За допомогою ядерних реакцій також добуто трансуранові елементи.

**Мічені атоми.** Хімічні властивості радіоактивних ізотопів не відрізняються від властивостей нерадіоактивних ізотопів тих самих хімічних елементів.

Радіоактивні ізотопи можна виявити за їх випромінюванням. Радіоактивність — це своєрідна мітка, що дає можливість простежити за поведінкою елемента в різних хімічних реакціях і фізичних перетвореннях речовини. Має широке застосування у біології, фізіології, медицині і т.д.

**Радіоактивні ізотопи — джерела випромінювання.** Радіоактивні ізотопи широко використовують у науці, техніці, медицині як компактні джерела  $\gamma$  — проміння. Переважно використовують кобальт.

**Добування радіоактивних ізотопів.** Радіоактивні ізотопи добувають в атомних реакторах і на прискорювачах елементарних частинок.

**Радіоактивні ізотопи в біології та медицині.** Одним з найвидатніших досліджень, проведених за допомогою мічених атомів є дослідження обміну речовин в організмах. Також для встановлення діагнозу і терапії. Інтенсивне  $\gamma$  – випромінювання кобальту використовують для лікування ракових хвороб (кобальтова гамматерапія).

**Радіоактивні ізотопи в промисловості.** Радіоактивні ізотопи дають можливість судити про дифузію металів, процеси в доменних печах і т.д. Потужне  $\gamma$  – випромінювання радіоактивних препаратів використовують для дослідження внутрішньої структури металевих відливок, щоб перевірити чи немає в них дефектів.

### **Радіоактивні ізотопи в сільському господарстві.**

Опромінювання насіння рослин невеликими дозами  $\gamma$  – випромінювання від радіоактивних препаратів сприяє підвищенню врожайності. Також радіоактивні ізотопи використовують для виведення нових сортів рослин, корисних мікроорганізмів, для боротьби з шкідливими комахами та консервування харчових продуктів.

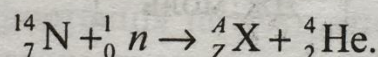
**Радіоактивні ізотопи в археології.** Для визначення віку давніх предметів органічного походження застосовують метод радіоактивного вуглецю. Загиблий організм вже не поповнюється радіоактивним вуглецем. А кількість цього ізотопу, що був в організмі, внаслідок радіоактивності зменшується. Визначаючи процентний вміст радіоактивного вуглецю в органічних рештках, можна дізнатись про їх вік. Цим методом дізнаються про вік єгипетських мумій, решток доісторичних вогнищ тощо.

## **Закріплення нових знань і вмінь**

**Задача 1.** Ядро ізотопу  ${}^{14}_7\text{N}$  захоплює нейтрон, унаслідок чого із ядра вилітає  $\alpha$ - частинка й утворюється невідомий елемент  ${}^A_Z\text{X}$ . Записати ядерну реакцію і визначити невідомий елемент.

### **Розв'язання**

Запишемо ядерну реакцію:



За законами збереження масових і зарядових чисел можна визначити  $Z$  і  $A$ :

$$14 + 1 = A + 4, \text{ тоді } A = 11;$$

$$7 + 0 = Z + 2, \text{ тоді } Z = 5.$$

**Відповідь.** Невідомий елемент — це ізотоп бору  ${}^{11}_5\text{B}$ .

**Домашнє завдання:**

**Опрацювати конспект. Виконати задачі № 1,2,3,5,10,15 на с.200-201.**