ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА РОБОТА № 8

Тема. Моделювання радіоактивного розпаду

Мета: змоделювавши альфа-розпад, перевірити на моделі основний закон радіоактивного розпаду.

Обладнання: інтерактивна симуляція PhET.

Хід роботи

Теоретичний матеріал

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

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.

$$^{A}_{Z}\mathrm{X} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{A-4}_{Z-2}\mathrm{Y}$$

материнське ядро — α-част. — дочірнє ядро

Закон радіоактивного розпаду описує розпад великої кількості ядер будь-якого радіоактивного ізотопу:

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

N – кількість ядер радіонукліда, що залишились у зразку через час t;
N_0 – початкова кількість ядер;
$T_{1/2}$ – період піврозпаду;
t – час розпаду.

Експеримент

Результати вимірювань і обчислень відразу заносьте до таблиці

1. Перейдіть за посиланням або QR-кодом:
(симуляція завантажується близько хвилини)
https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/nuclear-physics/latest/nuclear-physics.html?simulation=alpha-decay&locale=uk

2. Натисніть на вкладку ***Один атом*** Один атом. Спостерігайте за розпадом Полонію-211. Щоб знову спостерігати за процесом, після кожного розпаду натискайте кнопку ***Відновити ядра*** Відновити ядра. ***Напишіть рівняння α-розпаду*** **Po-211**.

LIVEWORKSHEETS

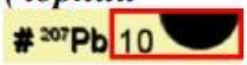
3. Натисніть вкладку ***Кілька атомів*** Кілька атомів. Виконайте наведені нижче 5 експериментів, щоб визначити число «ядер», що ***не розпалися N (жовтий колір)*** і число «ядер», що ***розпалися N′ (чорний колір) після 1 періоду напіврозпаду*** та заповніть таблицю нижче. Для цього:

- натисніть під відром з Полонієм два рази кнопку ***Додати 10*** додавши цим в робочу область ***початкову кількість ядер*** $N_0 = 20$

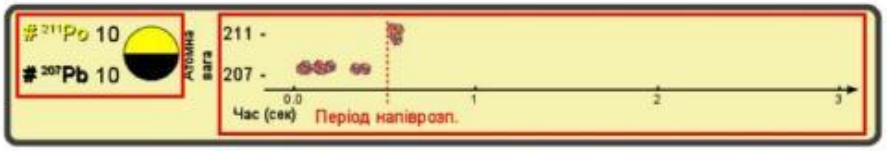
;

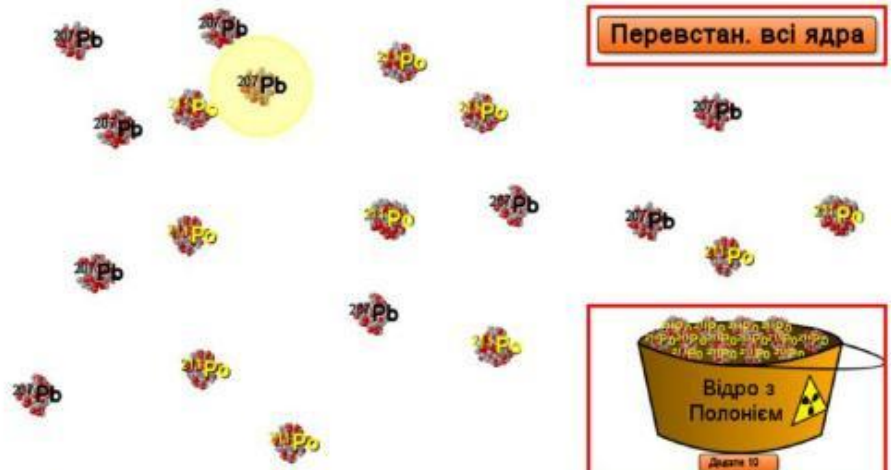
- спостерігайте за розпадом Полонію-211; щоб оновити процес, після кожного розпаду натискайте кнопку ***Перевстановити всі ядра*** Перевстан. всі ядра;

- зупиняйте процес розпаду після одного періоду піврозпаду за допомогою кнопки ***пауза*** в той момент, коли ядра досягнуть ***вертикальної червоної, пунктирної лінії.*** Запишіть у таблицю число «ядер», що ***не розпалися N (жовтий колір)***

і число «ядер», що ***розпалися N′ (чорний колір)*** 

після одного періоду напіврозпаду Період напіврозп.





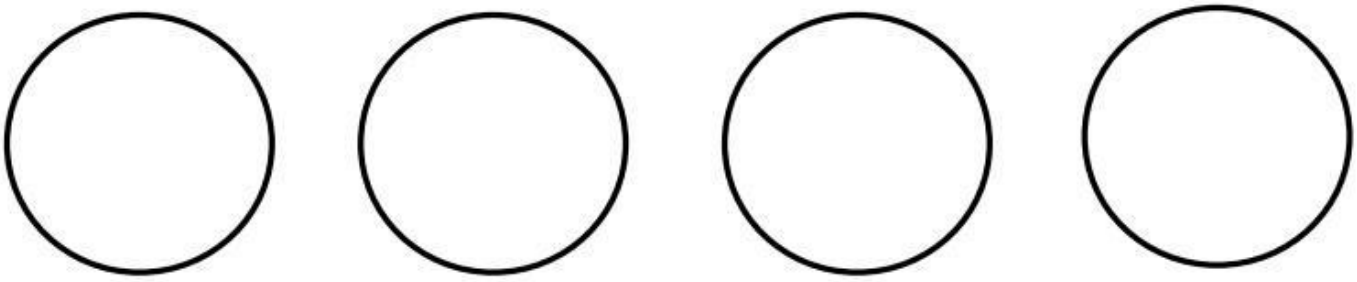
- повторіть дослід для початкової кількості ядер N_0: **40, 60, 80, 100.**

Початкова кількість ядер, N_0	Число «ядер», що не розпалися після одного періоду напіврозпаду, N (жовтий колір)	Число «ядер», що розпалися після одного періоду напіврозпаду, N' (чорний колір)
20		
40		
60		
80		
100		

4. На основі виконаних дослідів, напишіть ***як ви зрозуміли, що таке період піврозпаду.***

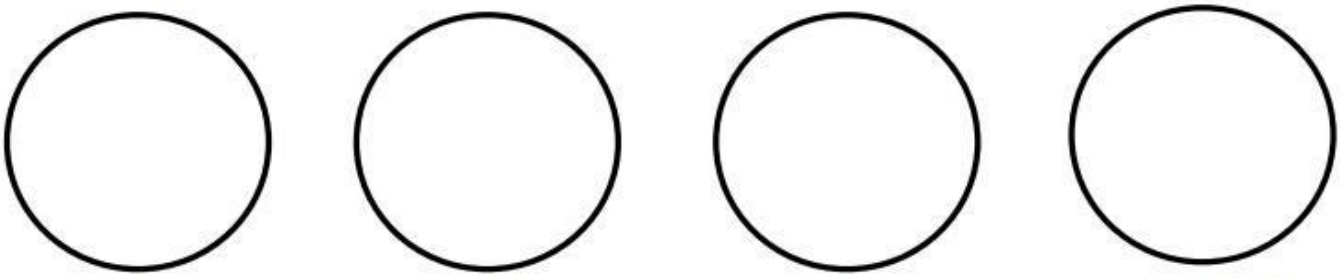
LIVEWORKSHEETS

5. Період напіврозпаду Po-211 становить 0,52 с. Зобразіть на кругових діаграмах нижче ***кількість ядер, що не розпалися жовтим кольором*** і ***кількість ядер, що розпалися чорним кольором*** після певного періоду піврозпаду ***без використання симуляції*** **PhET*!*** (можете використовувати інші кольори)



$t = 0.52\ s$ $t = 1.04\ s$ $t = 1.56\ s$ $t = 2.08\ s$

6. Тепер ***використовуйте симуляцію*** **PhET**, щоб перевірити наведений вище сценарій. Зобразіть на кругових діаграмах нижче ***кількість ядер, що не розпалися жовтим кольором*** і ***кількість ядер, що розпалися чорним кольором*** після певного періоду піврозпаду. ***Початкова кількість ядер*** $\boldsymbol{N_0 = 100}$. (можете використовувати інші кольори)



$t = 0.52\ s$ $t = 1.04\ s$ $t = 1.56\ s$ $t = 2.08\ s$

7. ***Порівняйте результати пунктів 5 і 6***. Чи співпали результати теоретичного передбачення з експериментальним моделюванням за допомогою симуляції?

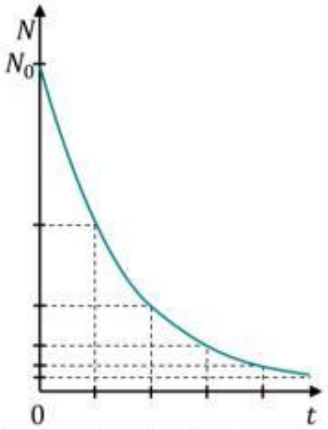
8. Виконайте ***дослід тричі*** та заповніть таблицю нижче. ***Початкова кількість ядер*** $\boldsymbol{N_0 = 100}$.

Час t, с	Число «ядер», що не розпалися, N (жовтий колір)			
	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Середнє
0,00	100	100	100	100
0,52				
1.04				
1.56				
2.08				

9. Визначте ***середнє значення числа «ядер», що не розпалися*** N і запишіть це значення у таблицю.

LIVEWORKSHEETS

10. ***Побудуйте графік залежності*** $\boldsymbol{N(t)}$ – залежності числа N ядер, які не розпалися (середнє значення), від часу за результатами експерименту, який наочно виражає закон радіоактивного розпаду. Порівняйте побудований графік із теоретичним (див. рис.).



Аналіз експерименту та його результатів

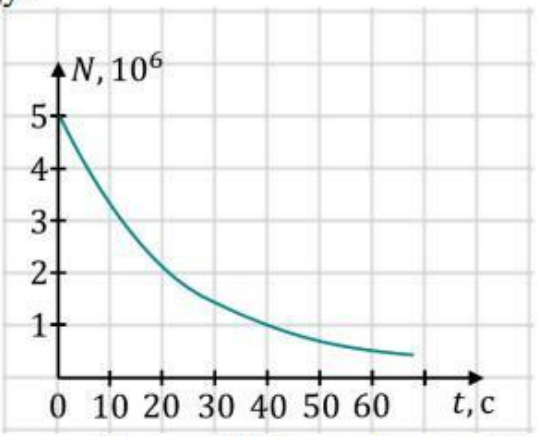
Порівняйте результати теоретичного передбачення закону радіоактивного розпаду із результатами моделювання за допомогою симуляції. Поясніть, чому присутні розбіжності і чи можливо їх уникнути?

LIVEWORKSHEETS

Контрольні запитання

1. В результаті якого розпаду торій $^{230}_{90}\text{Th}$ може перетворюватися у радій $^{226}_{88}\text{Ra}$. Напишіть рівняння відповідної реакції.

2. За графіком залежності кількості ядер ізотопу радію, що не розпались, від часу визначте період піврозпаду.



3. Період піврозпаду ізотопу Цезію $^{137}_{55}\text{Cs}$ дорівнює 30 років. Визначте, скільки відсотків атомів цього ізотопу розпадеться за 150 років?

Творче завдання

Проведіть аналогічні досліди для β-розпаду використовуючи симуляцію.

https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/nuclear-physics/latest/nuclear-physics.html?simulation=beta-decay&locale=uk

LIVEWORKSHEETS