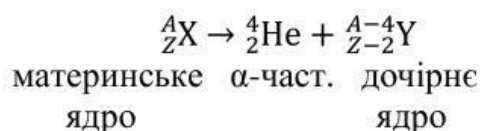


**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА РОБОТА № 8****Тема.** Моделювання радіоактивного розпаду**Мета:** змодельовавши альфа-розпад, перевірити на моделі основний закон радіоактивного розпаду.**Обладнання:** інтерактивна симуляція PhET.**Хід роботи****Теоретичний матеріал****Радіоактивність** – здатність ядер радіонуклідів довільно перетворюватися на ядра інших елементів із випромінюванням мікрочастинок.

Під час  **$\alpha$ -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  $\alpha$ -розпаду материнське ядро спонтанно розпадається на дві частини:  $\alpha$ -частинку і дочірнє (нове) 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*

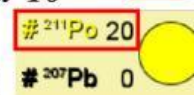
1. Перейдіть за посиланням або QR-кодом:

**(симуляція завантажується близько хвилини)**<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/nuclear-physics/latest/nuclear-physics.html?simulation=alpha-decay&locale=uk>

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

3. Натисніть вкладку **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** ;

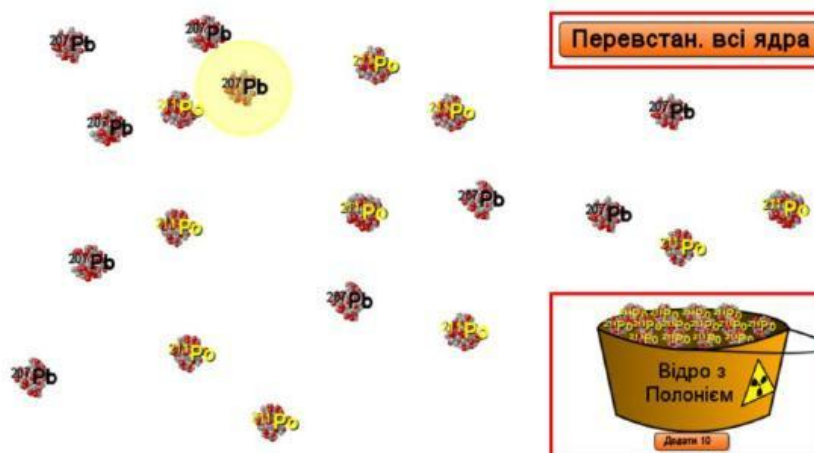
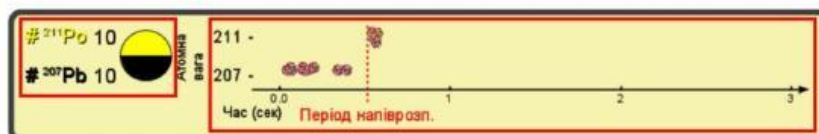
- зупиняйте процес розпаду після одного періоду піврозпаду за допомогою кнопки **пауза**  в той момент, коли ядра досягнуть **вертикальної червоної, пунктирної лінії**. Запишіть

у таблицю число «ядер», що **не розпалися**  **$N$  (жовтий колір)**

**$N$  (жовтий колір)** і число «ядер», що **розпалися**  **$N'$  (чорний колір)**

**$N'$  (чорний колір)** після **одного періоду піврозпаду**

**Період піврозп.**



- 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 піврозпаду, $N$ (жовтий колір) | Число «ядер», що розпалися після одного періоду піврозпаду, $N'$ (чорний колір) |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 20                              |                                                                                   |                                                                                 |
| 40                              |                                                                                   |                                                                                 |
| 60                              |                                                                                   |                                                                                 |
| 80                              |                                                                                   |                                                                                 |
| 100                             |                                                                                   |                                                                                 |

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

5. Період напіврозпаду Po-211 становить 0,52 с. Розрахуйте *кількість ядер, що не розпалися* і *кількість ядер, що розпалися чорним* після певного періоду піврозпаду **без використання симуляції PhET!** Початкова кількість ядер  $N_0 = 100$ .

| Період | Час, с | Кількість ядер, що розпалися | Кількість ядер, що не розпалися |
|--------|--------|------------------------------|---------------------------------|
| 1      | 0,52   |                              |                                 |
| 2      | 1,04   |                              |                                 |
| 3      | 1,56   |                              |                                 |
| 4      | 2,08   |                              |                                 |

6. Тепер **використовуйте симуляцію PhET**, щоб перевірити наведений вище сценарій. Визначте за симуляцією і запишіть в таблицю нижче *кількість ядер, що не розпалися* і *кількість ядер, що розпалися* після певного періоду піврозпаду. Початкова кількість ядер  $N_0 = 100$ .

| Період | Час, с | Кількість ядер, що розпалися | Кількість ядер, що не розпалися |
|--------|--------|------------------------------|---------------------------------|
| 1      | 0,52   |                              |                                 |
| 2      | 1,04   |                              |                                 |
| 3      | 1,56   |                              |                                 |
| 4      | 2,08   |                              |                                 |

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  $N_0 = 100$ .**

| 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.

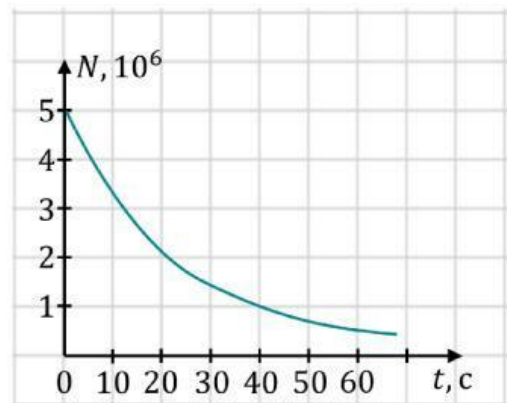
### Аналіз експерименту та його результатів

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

### 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  $\beta$ -розпаду використовуючи симуляцію.

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

