

## Модуль № 4

### Коливання та хвилі. Оптика. Квантова та ядерна фізика

#### Практичне заняття № 10

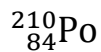
##### *Радіоактивність. Ядерні реакції. Енергія зв'язку ядер*

#### Задача 21.5

Знайти масу  $^{210}_{84}\text{Po}$ , активність якого  $a = 3,7 \cdot 10^{10}$  Бк

##### Розв'язання

Дано:



$$a = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$$

m-?

Маса радіоактивної речовини

$$m = \frac{a \mu T_{1/2}}{N_A \ln 2}$$

#### Задача 21.24

Із якої найменшої маси руди, у якій 42% чистого урану можна отримати 1 г Радію?

##### Розв'язання

Дано:

$$m_0 = 1 \text{ г}$$

m-?

В природній урановій руді відношення атомів Радію і Урану

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{T_{1/2(1)}}{T_{1/2(2)}} \quad (1) \text{ Кількість атомів Радію і Урану відповідно}$$

$$\text{дорівнюють } N_1 = \frac{m_0}{\mu_1} N_A \quad (2) \quad N_2 = \frac{0,42m}{\mu_2} N_A \quad (3)$$

Оскільки, за умовою руда містить 42% чистого урану, розділивши (2) на (3)

$$\text{отримаємо } \frac{N_1}{N_2} = \frac{m_0 \mu_2}{0,42m \mu_1} \quad (4)$$

Прирівнюючи праві частини (4) і (1)

$$\frac{m_0 \mu_2}{0,42m \mu_1} = \frac{T_{1/2(1)}}{T_{1/2(2)}}$$

Знаходимо масу

#### Задача 21.26

Яка частина первісної маси радіоактивного ізотопу розпадається за час життя цього ізотопу?

### Розв'язання

Число атомів радіоактивного ізотопу, яке розпадається за час  $t$

$$N = N_0(1 - e^{(-\lambda T)}) \quad N_0 - \text{початкове число атомів,}$$

$\lambda$  - стала розпаду

Звідси, частина первісної маси радіоактивного ізотопу, який розпадається за

$$\text{час } t \quad \frac{N}{N_0} = 1 - e^{(-\lambda T)} \quad (1)$$

Середній час життя радіоактивного атома  $\tau = \frac{1}{\lambda}$  (2) за умовою  $t = \tau$  (3)

Підставляючи (2) з врахуванням (3) в (1) отримаємо:

$$\frac{N}{N_0} = 1 - e^{-1} = 0,632 = 63,2\%$$

### Задача 20.40

У скільки разів зменшиться інтенсивність рентгенівських променів з довжиною хвилі 20 пм при проходженні шару заліза товщиною 0,15 мм?

Масовий коефіцієнт поглинання заліза для цієї довжини хвилі 1,1 м<sup>2</sup>/кг

### Розв'язання

Дано:

$$\lambda = 20 \text{ пм}$$

$$d = 0,15 \text{ мм}$$

$$\mu_m = 1,1 \text{ м}^2/\text{кг}$$

$$\frac{I_0}{I} = ?$$

Інтенсивність пучка рентгенівських променів, які пройшли крізь пластину товщиною  $d$  рівна:

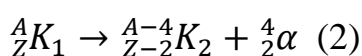
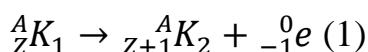
$$I = I_0 \exp(-\mu_m \rho d), \text{ звідки } \frac{I_0}{I} = \exp(\mu_m \rho d)$$

### Задача 21.34

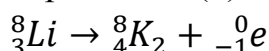
Який ізотоп утвориться із  ${}^8_3\text{Li}$  після одного  $\beta$  розпаду і одного  $\alpha$  розпаду?

### Розв'язання

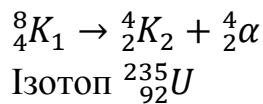
Для одного  $\beta$  розпаду і одного  $\alpha$  розпаду рівняння відповідно мають вигляд



Із рівняння (1) для радіоактивного ізотопу  ${}^8_3\text{Li}$  маємо:



Із рівняння (2) для радіоактивного ізотопу  ${}^8_4 K_1$  маємо:



Ізотоп  ${}^{235}_{92}U$

### Задача 22.3

Знайти енергію зв'язку ядра атома  ${}^4_2He$

#### Розв'язання

Енергія зв'язку ядра атома будь-якого ізотопу визначається відношенням

$W = c^2 \Delta m$  (1), де  $\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{я}}$  (2) – різниця між масою частин, складових ядра, і масою самого ядра,  $Z$  – порядковий номер ізотопа,  $A$  – масове число,  $m_p$  – маса протона,  $m_n$  – маса нейтрона,  $m_{\text{я}}$  – маса ядра ізотопа. Оскільки  $m_{\text{я}} = m_a - Zm_e$  (3),  $m_a$  – маса ізотопа,  $m_e$  – маса електрона.

Підставляючи (3) в (2) отримаємо:

$$\Delta m = Zm_{1H} + (A - Z)m_n - m_a \quad (4)$$

Підставляючи (4) в (1) отримаємо

$$W = c^2 [Zm_{1H} + (A - Z)m_n - m_a]$$

Для  ${}^4_2He$   $A=4$ ,  $Z=2$ ,  $m_a=4,0026$  а.о.м.

Крім того,  $m_{1H}=1,0078$  а.о.м

$m_n=1,0087$  а.о.м.

$W=28,6$  МеВ

### Задача 22.9

Знайти енергію, яка виділяється при реакції  ${}^7_3Li + {}^1_1H \rightarrow {}^4_2He + {}^2_2He$

#### Розв'язання

Зміна енергії при ядерній реакції  $Q = c^2(\sum m_1 - \sum m_2)$  (1)

Сума мас вихідних частин  $\sum m_1 = (7,01600 + 1,00783) = 8,02383$  а. о. м.

Сума мас частин, які утворилися

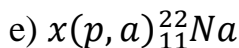
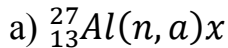
$$\sum m_2 = (4,00260 + 4,00260) = 8,00520 \text{ а. о. м.}$$

Таким чином дефект мас  $\Delta m = 0,01863 \text{ а. о. м.}$

$$Q = 17,3 * 10^6 \text{ еВ}$$

### Задача 22.14 (а,е)

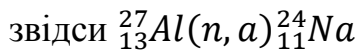
Напишіть відсутні значення в реакціях



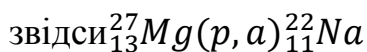
**Розв'язання**



Знаючи заряд ядра, за таблицею Менделєєва знайдемо, що  $x - \text{Na}$  – Натрій,

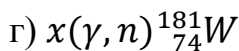
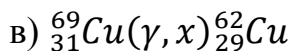
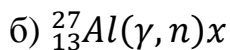
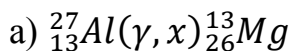


Знаючи заряд ядра, за таблицею Менделєєва знайдемо, що  $x - \text{Mg}$  – Магній

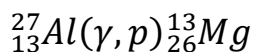


### Задача 22.24

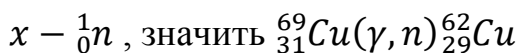
Напишіть відсутні значення в реакціях



**Розв'язання**



в) Так, як порядковий номер не змінився, то і не змінився заряд ядра, тому



г) При випромінюванні нейтрона заряд ядра не змінюється, тому )

