

Фізика 11**Урок 89 Розв'язування задач****Мета уроку:**

Навчальна. Закріпити знання за темою «Ланцюгова ядерна реакція поділу ядер Урану. Термоядерні реакції», продовжити формувати навички та вміння розв'язувати фізичні задачі, застосовуючи отримані знання.

Розвивальна. Розвивати уміння правильно розподіляти час; самостійність у навчанні; вміння самостійно застосовувати правила, закони.

Виховна. Виховання дисципліни, чесності, відповідальності.

Тип уроку: урок застосування знань, умінь, навичок.

Наочність і обладнання: навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку**I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП**

1. Провести бесіду за матеріалом § 42

Бесіда за питаннями

1. Які процеси відбуваються внаслідок поглинення нейтрона ядром Урану?

2. Опишіть механізм ланцюгової ядерної реакції.

3. Чи може ланцюгова ядерна реакція відбуватися в природному урані? Відповідь обґрунтуйте.

4. Як побудований ядерний реактор? Для чого призначені його основні елементи?

5. Як працює атомна електростанція?

6. Звідки «беруть» енергію зорі?

2. Перевірити виконання вправи № 42: завдання 2, 3.

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ**III. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ**

1. Визначте ККД атомної електростанції, потужність якої дорівнює 5 МВт. Станція використовувала 30 г Урану-235 за добу. Уважайте, що внаслідок кожного поділу ядра виділяється енергія 200 МеВ.

Дано:

$$t = 1 \text{ доба} = 1 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с}$$

$$= 8,64 \cdot 10^4 \text{ с}$$

$$P_{\text{кор}} = 5 \text{ МВт} = 5 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

$$m = 30 \text{ г} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$$

$$E_0 = 200 \text{ МеВ}$$

$$= 200 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$= 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$$

$$M = 235 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

— ?

Розв'язання

$$= \frac{E_{\text{кор}}}{E_{\text{повна}}}$$

$$E_{\text{кор}} = P_{\text{кор}} t$$

$$E_{\text{повна}} = N E_0 \quad N = \frac{m}{M} N_A \quad E_{\text{повна}} = \frac{m}{M} N_A E_0$$

$$= \frac{P_{\text{кор}} t}{\frac{m}{M} N_A E_0} = \frac{P_{\text{кор}} t M}{m N_A E_0}$$

$$= \frac{5 \cdot 10^6 \cdot 8,64 \cdot 10^4 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-2} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 3,2 \cdot 10^{-11}} \approx 0,18$$

Відповідь: $\approx 18 \%$.

2. Яку потужність має атомна електростанція, ККД якої становить 26 %, а щодоби витрачається 150 г ізоотопу Урану-235? Уважайте, що внаслідок кожного поділу ядра виділяється енергія 200 МеВ.

Дано:

$$= 26 \% = 0,26$$

$$m = 150 \text{ г} = 0,15 \text{ кг}$$

$$t = 1 \text{ доба} = 1 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с}$$

$$E_0 = 200 \text{ МеВ}$$

$$= 200 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$= 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$$

$$M = 235 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$P_{\text{кор}} - ?$$

Розв'язання

$$= \frac{E_{\text{кор}}}{E_{\text{повна}}}$$

$$E_{\text{кор}} = P_{\text{кор}} t$$

$$E_{\text{повна}} = N E_0 \quad N = \frac{m}{M} N_A \quad E_{\text{повна}} = \frac{m}{M} N_A E_0$$

$$= \frac{P_{\text{кор}} t}{\frac{m}{M} N_A E_0} = \frac{P_{\text{кор}} t M}{m N_A E_0} \Rightarrow P_{\text{кор}} = \frac{m N_A E_0}{t M}$$

$$P_{\text{кор}} = \frac{0,26 \cdot 0,15 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 3,2 \cdot 10^{-11}}{24 \cdot 3600 \cdot 235 \cdot 10^{-3}} \approx 37 \cdot 10^6 \text{ (Вт)}$$

Відповідь: $P_{\text{кор}} \approx 37 \text{ МВт}$.

3. Атомний підводний човен розвиває потужність 60 МВт. Скільки Урану-235 витрачається у реакторі човна за добу, якщо його ККД дорівнює 16,9 %? Уважайте, що внаслідок кожного поділу ядра виділяється енергія 200 МеВ.

Дано:

$$P_{\text{кор}} = 60 \text{ МВт} = 60 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

$$t = 1 \text{ доба} = 1 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с}$$

$$= 16,9 \% = 0,169$$

$$E_0 = 200 \text{ МеВ}$$

$$= 200 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$= 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$$

$$M = 235 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$m - ?$$

Розв'язання

$$= \frac{E_{\text{кор}}}{E_{\text{повна}}}$$

$$E_{\text{кор}} = P_{\text{кор}} t$$

$$E_{\text{повна}} = N E_0 \quad N = \frac{m}{M} N_A \quad E_{\text{повна}} = \frac{m}{M} N_A E_0$$

$$= \frac{P_{\text{кор}} t}{\frac{m}{M} N_A E_0} = \frac{P_{\text{кор}} t M}{m N_A E_0} \Rightarrow m = \frac{P_{\text{кор}} t M}{N_A E_0}$$

$$m = \frac{60 \cdot 10^6 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{0,169 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 3,2 \cdot 10^{-11}} \approx 374 \cdot 10^{-3} \text{ (кг)}$$

Відповідь: $m \approx 374 \text{ г}$.

4. На двох блоках Рівненської АЕС встановлено реактори типу ВВЕР-440 (електрична потужність – 440 МВт), а ще на двох блоках – реактори типу ВВЕР-1000 (електрична потужність – 1000 МВт). Скільки енергії (у кВт·год) може виробити Рівненська АЕС за добу, працюючи на повну потужність?

Дано:

$$P_1 = 440 \text{ МВт} = 44 \cdot 10^7 \text{ Вт}$$

$$N_1 = 2$$

$$P_2 = 1000 \text{ МВт} = 100 \cdot 10^7 \text{ Вт}$$

$$N_2 = 2$$

$$t = 1 \text{ доба} = 24 \text{ год}$$

$$E - ?$$

Розв'язання

$$E = E_1 + E_2 \quad P = \frac{A}{t} \quad \Rightarrow \quad A = E = Pt$$

$$E_1 = P_1 N_1 t \quad E_2 = P_2 N_2 t$$

$$E = P_1 N_1 t + P_2 N_2 t = (P_1 N_1 + P_2 N_2) \cdot t$$

$$E = (44 \cdot 10^7 \cdot 2 + 100 \cdot 10^7 \cdot 2) \cdot 24 = 6912 \cdot 10^7 = 69,12 \cdot 10^6 \text{ (кВт·год)}$$

$$\text{Відповідь: } E = 69,12 \cdot 10^6 \text{ кВт·год.}$$

5. Скільки енергії за добу виробляє Запорізька АЕС, якщо один із її блоків перебуває на плановому ремонті, а решта працюють на повну потужність? Теплова потужність кожного реактора на АЕС дорівнює 3000 МВт, ККД – 33,3 %.

Дано:

$$P_{\text{повна}} = 3000 \text{ МВт}$$

$$= 3 \cdot 10^9 \text{ Вт}$$

$$N = 5$$

$$= 33,3\% = 0,333$$

$$t = 1 \text{ доба}$$

$$= 1 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с} = 8,64 \cdot 10^4 \text{ с}$$

$$E_{\text{кор}} - ?$$

Розв'язання

$$= \frac{E_{\text{кор}}}{E_{\text{повна}}} \quad E_{\text{повна}} = NP_{\text{повна}} t$$

$$= \frac{E_{\text{кор}}}{NP_{\text{повна}} t} \quad \Rightarrow \quad E_{\text{кор}} = NP_{\text{повна}} t$$

$$E_{\text{кор}} = 0,333 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 10^9 \cdot 8,64 \cdot 10^4 \approx 43,2 \cdot 10^{13} \text{ (Дж)}$$

$$\text{Відповідь: } E_{\text{кор}} \approx 432 \text{ ТДж.}$$

IV. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

V. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Повторити § 42, Вправа № 42 (4, 5)

Додаткові задачі

1. Знайдіть ККД атомної електростанції потужністю 500 МВт, якщо щодоби вона витрачає 2,35 кг урану-235. Уважайте, що під час кожного ділення ядра Урану виділяється енергія 200 МеВ.

Дано:

$$t = 1 \text{ доба} = 1 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с}$$

$$= 8,64 \cdot 10^4 \text{ с}$$

$$P_{\text{кор}} = 500 \text{ МВт} = 5 \cdot 10^8 \text{ Вт}$$

$$m = 2,35 \text{ кг}$$

$$E_0 = 200 \text{ МеВ}$$

$$= 200 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$= 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$$

$$M = 235 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

— ?

Розв'язання

$$= \frac{E_{\text{кор}}}{E_{\text{повна}}}$$

$$E_{\text{кор}} = P_{\text{кор}} t$$

$$E_{\text{повна}} = N E_0 \quad N = \frac{m}{M} N_A \quad E_{\text{повна}} = \frac{m}{M} N_A E_0$$

$$= \frac{P_{\text{кор}} t}{\frac{m}{M} N_A E_0} = \frac{P_{\text{кор}} t M}{m N_A E_0}$$

$$= \frac{5 \cdot 10^8 \cdot 8,64 \cdot 10^4 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{2,35 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 3,2 \cdot 10^{-11}} \approx 0,224$$

Відповідь: $\approx 22,4 \%$.

2. Маса початкового завантаження Урану-235 у реакторі 10 кг. За який проміжок часу початкове завантаження зменшиться на 2%? Потужність реактора постійна й дорівнює 1 МВт. Уважайте, що внаслідок кожного поділу ядра виділяється енергія 200 МеВ.

Дано:

$$m = 10 \text{ кг}$$

$$= 2 \% = 0,02$$

$$P_{\text{кор}} = 1 \text{ МВт} = 1 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

$$E_0 = 200 \text{ МеВ}$$

$$= 200 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$= 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$$

$$M = 235 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

t — ?

Розв'язання

$$= \frac{E_{\text{кор}}}{E_{\text{повна}}}$$

$$E_{\text{кор}} = P_{\text{кор}} t$$

$$E_{\text{повна}} = N E_0 \quad N = \frac{m}{M} N_A \quad E_{\text{повна}} = \frac{m}{M} N_A E_0$$

$$= \frac{P_{\text{кор}} t}{\frac{m}{M} N_A E_0} = \frac{P_{\text{кор}} t M}{m N_A E_0} \Rightarrow t = \frac{m N_A E_0}{P_{\text{кор}} M}$$

$$t = \frac{0,02 \cdot 10 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 3,2 \cdot 10^{-11}}{1 \cdot 10^6 \cdot 235 \cdot 10^{-3}} \approx 16,4 \cdot 10^6 \text{ (с)}$$

Відповідь: $t \approx 16,4 \cdot 10^6 \approx 190 \text{ діб}$.

3. Скільки Урану-235 щодоби витрачається на атомній електростанції потужністю 15 МВт, якщо ККД дорівнює 22 %? Уважайте, що внаслідок кожного поділу ядра виділяється енергія 200 МеВ.

Дано:

$$t = 1 \text{ доба}$$

$$= 1 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с}$$

$$P_{\text{кор}} = 15 \text{ МВт} = 15 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

$$= 22 \% = 0,22$$

$$E_0 = 200 \text{ МеВ}$$

$$= 200 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$= 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$$

$$M = 235 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$m = ?$$

Розв'язання

$$= \frac{E_{\text{кор}}}{E_{\text{повна}}}$$

$$E_{\text{кор}} = P_{\text{кор}} t$$

$$E_{\text{повна}} = NE_0 \quad N = \frac{m}{M} N_A \quad E_{\text{повна}} = \frac{m}{M} N_A E_0$$

$$= \frac{P_{\text{кор}} t}{\frac{m}{M} N_A E_0} = \frac{P_{\text{кор}} t M}{m N_A E_0} \Rightarrow m = \frac{P_{\text{кор}} t M}{N_A E_0}$$

$$m = \frac{15 \cdot 10^6 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{0,22 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 3,2 \cdot 10^{-11}} \approx 72 \cdot 10^{-3} \text{ (кг)}$$

Відповідь: $m \approx 72 \text{ г}$.

4. Визначте масу Урану-235, яку витрачає за добу реактор атомної електростанції, якщо вихідна електрична потужність відповідного блока електростанції становить 1000 МВт, а його ККД – 30 %. Уважайте, що внаслідок кожного поділу ядра виділяється енергія 200 МеВ.

Дано:

$$t = 1 \text{ доба} = 1 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с}$$

$$P_{\text{кор}} = 1000 \text{ МВт} = 10^9 \text{ Вт}$$

$$= 30 \% = 0,3$$

$$E_0 = 200 \text{ МеВ}$$

$$= 200 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$= 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$$

$$M = 235 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$m = ?$$

Розв'язання

$$= \frac{E_{\text{кор}}}{E_{\text{повна}}}$$

$$E_{\text{кор}} = P_{\text{кор}} t$$

$$E_{\text{повна}} = NE_0 \quad N = \frac{m}{M} N_A \quad E_{\text{повна}} = \frac{m}{M} N_A E_0$$

$$= \frac{P_{\text{кор}} t}{\frac{m}{M} N_A E_0} = \frac{P_{\text{кор}} t M}{m N_A E_0} \Rightarrow m = \frac{P_{\text{кор}} t M}{N_A E_0}$$

$$m = \frac{10^9 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 3,2 \cdot 10^{-11}} \approx 3,5 \text{ (кг)}$$

Відповідь: $m \approx 3,5 \text{ кг}$.

5. ККД атомної електростанції потужністю 600 МВт дорівнює 28 %. Визначте масу витраченого за добу ядерного пального (Урану-235). Уважайте, що внаслідок кожного поділу ядра виділяється енергія 200 МеВ.

Дано:

$$P_{\text{кор}} = 600 \text{ МВт} = 6 \cdot 10^8 \text{ Вт}$$

$$t = 1 \text{ доба} = 1 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с}$$

$$= 28 \% = 0,28$$

$$E_0 = 200 \text{ МеВ}$$

$$= 200 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$= 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$$

$$M = 235 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$m = ?$$

Розв'язання

$$= \frac{E_{\text{кор}}}{E_{\text{повна}}}$$

$$E_{\text{кор}} = P_{\text{кор}} t$$

$$E_{\text{повна}} = N E_0 \quad N = \frac{m}{M} N_A \quad E_{\text{повна}} = \frac{m}{M} N_A E_0$$

$$= \frac{P_{\text{кор}} t}{\frac{m}{M} N_A E_0} = \frac{P_{\text{кор}} t M}{m N_A E_0} \Rightarrow m = \frac{P_{\text{кор}} t M}{N_A E_0}$$

$$m = \frac{6 \cdot 10^8 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{0,28 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 3,2 \cdot 10^{-11}} \approx 2,26 \text{ (кг)}$$

Відповідь: $m \approx 2,26 \text{ кг}$.

6. Визначте електричну потужність атомної електростанції, що витрачає за добу 440 г ізоотопу Урану-235 і має ККД 20 %. Під час ділення одного ядра Урану виділяється 200 МеВ енергії.

Дано:

$$t = 1 \text{ доба} = 1 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с}$$

$$m = 440 \text{ г} = 0,44 \text{ кг}$$

$$= 20 \% = 0,2$$

$$E_0 = 200 \text{ МеВ}$$

$$= 200 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$= 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$$

$$M = 235 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$P_{\text{кор}} = ?$$

Розв'язання

$$= \frac{E_{\text{кор}}}{E_{\text{повна}}}$$

$$E_{\text{кор}} = P_{\text{кор}} t$$

$$E_{\text{повна}} = N E_0 \quad N = \frac{m}{M} N_A \quad E_{\text{повна}} = \frac{m}{M} N_A E_0$$

$$= \frac{P_{\text{кор}} t}{\frac{m}{M} N_A E_0} = \frac{P_{\text{кор}} t M}{m N_A E_0} \Rightarrow P_{\text{кор}} = \frac{m N_A E_0}{t M}$$

$$[P_{\text{кор}}] = \frac{\text{кг} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{Дж}}{\text{с} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{моль}}} = \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = \text{Вт}$$

$$P_{\text{кор}} = \frac{0,2 \cdot 0,44 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 3,2 \cdot 10^{-11}}{24 \cdot 3600 \cdot 235 \cdot 10^{-3}} \approx 83,5 \cdot 10^6 \text{ (Вт)}$$

Відповідь: $P_{\text{кор}} \approx 83,5 \text{ МВт}$.