

02.11.2023

Група 31

Фізика і астрономія

Урок 46-47

Тема: Практична робота №6 «Дози випромінювання». Практична робота №7 «Ядерна енергетика»

Мета:

- Повторити теоретичний матеріал; узагальнити, систематизувати та поглибити знання учнів із теми; застосувати знання з фізики під час розв'язування прикладних задач; формувати уяву про процеси у природі;
- розвивати в учнів пізнавальний інтерес, уміння використовувати набуті знання, навички й уміння в нових ситуаціях; підвищити інтерес до вивчення фізики та астрономії; розвивати абстрактне та логічне мислення;
- виховувати у учнів повагу та зацікавленість до вивчення фізики та астрономії, старанність у навчанні; сприяти розширенню кругозору учнів.

Матеріали до уроку:

Практична робота №6 «Дози випромінювання»

в. розв'язування задач

1. У результаті внутрішнього опромінення кожен грам живої тканини поглинув 10^8 α -частинок. Визначте еквівалентну дозу йонізуючого випромінювання, якщо енергія кожної α -частинки дорівнює $8,3 \cdot 10^{-13}$ Дж.

Дано:

$$N = 10^8$$

$$m = 1 \text{ г} = 10^{-3} \text{ кг}$$

$$E_\alpha = 8,3 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$$

$$K = 20$$

$$H = ?$$

Розв'язання

$$H = KD; \quad D = \frac{W}{m}; \quad W = NE_\alpha \Rightarrow H = \frac{KNE_\alpha}{m}$$

$$[H] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = \text{Зв}$$

$$H = \frac{20 \cdot 10^8 \cdot 8,3 \cdot 10^{-13}}{10^{-3}} = 1,66 \text{ (Зв)}$$

Відповідь: $H = 1,66 \text{ Зв}$.

2. Після Чорнобильської аварії окремі ділянки електростанції мали радіоактивне забруднення з потужністю поглиненої дози 7,5 Гр/год. За який час перебування людина могла отримати на цих ділянках смертельну експозиційну дозу в 5 Зв? Уважайте, що коефіцієнт якості радіоактивного випромінювання дорівнює 1.

Дано:

$$7,5 \frac{\text{Гр}}{\text{год}} = 7,5 \cdot \frac{\text{Гр}}{3600 \text{ с}} \approx 0,002 \frac{\text{Гр}}{\text{с}}$$

$$P_D = 7,5 \frac{\text{Гр}}{\text{год}}$$

$$= 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Гр}}{\text{с}}$$

$$H = 5 \text{ ЗВ}$$

$$K = 1$$

$$t = ?$$

$$P_D = \frac{D}{t} \Rightarrow t = \frac{D}{P_D}$$

$$H = KD \Rightarrow D = \frac{H}{K}$$

$$t = \frac{H}{KP_D}; \quad [t] = \frac{\text{ЗВ}}{1 \cdot \frac{\text{Гр}}{\text{с}}} = \text{с}$$

$$t = \frac{5}{1 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ (с)}$$

Відповідь: $t = 2,5 \cdot 10^3 \text{ с}$.

3. Яку дозу випромінювання поглинула льодова брила масою 10 кг, якщо внаслідок опромінення вона нагрілася на $0,03 \text{ }^\circ\text{C}$?

Дано:

$$m = 10 \text{ кг}$$

$$\Delta t = 0,03 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$D = ?$$

Розв'язання

$$D = \frac{W}{m}; \quad W = Q = cm\Delta t; \quad D = \frac{cm\Delta t}{m} = c\Delta t$$

$$[D] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}} \cdot \text{ }^\circ\text{C} = \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = \text{Гр}$$

$$D = 2100 \cdot 0,03 = 63 \text{ (Гр)}$$

Відповідь: $D = 63 \text{ Гр}$.

4. Алюмінієвий лист був опромінений радіоактивним випромінюванням і поглинув дозу $0,5 \text{ Гр}$. На скільки нагрівся лист?

Дано:

$$D = 0,5 \text{ Гр}$$

$$c = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$\Delta t = ?$$

Розв'язання

$$W = Q$$

$$D = \frac{W}{m}; \quad W = Dm$$

$$Q = cm\Delta t$$

$$Dm = cm\Delta t$$

$$D = c\Delta t$$

$$\Delta t = \frac{D}{c}; \quad [\Delta t] = \frac{\text{Гр}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}} = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}} = \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = \frac{0,5}{920} = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Відповідь: $\Delta t = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}$.

Практична робота №7 «Ядерна енергетика»

Задача 1

Яка маса дейтерій-тритієвого палива потрібна для виробництва 1 мегават-години (МВт-год) електроенергії, якщо середня ефективність ядерного реактора становить 30%?

Розв'язання

Запишемо рівняння термоядерної реакції синтезу дейтерій-тритію:



Звідси видно, що для виробництва 17,6 МДж енергії потрібно 1 грам дейтерій-тритієвого палива.

Щоб отримати 1 МВт-год енергії, потрібно $1 \text{ МВт-год} / 30\% = 3,33 \text{ МДж енергії}$.

Отже, для виробництва 1 МВт-год електроенергії потрібно $3,33 \text{ МДж} / 17,6 \text{ МДж/г} = 0,20 \text{ г}$ дейтерій-тритієвого палива.

Відповідь: 0,20 г

Задача 2

Який тиск потрібно створити в термоядерному реакторі, щоб підтримувати термоядерну реакцію синтезу дейтерій-тритію?

Розв'язання

Для підтримки термоядерної реакції температура в реакторі повинна бути не нижче 100 млн °С. При такій температурі атоми дейтерій і тритію мають достатньо енергії для того, щоб подолати кулонівське відштовхування і зіткнутися.

Під час зіткнення атомів відбувається термоядерна реакція синтезу, яка виділяє енергію. Ця енергія нагріває атоми, утримуючи їх у плазмі.

Тиск плазми в термоядерному реакторі визначається за формулою:

$$P = 2T / 3\mu$$

де:

- P - тиск плазми
- T - температура плазми
- μ - молярна маса плазми

Для дейтерій-тритієвої плазми молярна маса становить 2,9 г/моль.

При температурі 100 млн °С тиск плазми буде таким:

$$P = 2 \cdot 100 \text{ млн } ^\circ\text{C} / 3 \cdot 2,9 \text{ г/моль}$$

$$P = 2,5 \cdot 10^9 \text{ Па}$$

Відповідь: $2,5 \cdot 10^9 \text{ Па}$

Задача 3

Який розмір має бути термоядерний реактор, щоб виробляти 1 мегават електроенергії?

Розв'язання

Питома потужність термоядерного реактора визначається за формулою:

$$P/V = Q / T$$

де:

- P - потужність реактора
- V - об'єм реактора
- Q - теплопровідність плазми
- T - температура плазми

Для дейтерій-тритієвої плазми теплопровідність становить 0,05 Вт/(м·К).

При температурі 100 млн °С питома потужність реактора буде такою:

$$P/V = 0,05 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К}) \cdot 100 \text{ млн } ^\circ\text{C}$$

$$P/V = 500 \text{ Вт}/\text{м}^3$$

Отже, об'єм реактора, який виробляє 1 мегават електроенергії, буде таким:

$$V = P / (P/V)$$

$$V = 1 \text{ МВт} / 500 \text{ Вт}/\text{м}^3$$

$$V = 2 \text{ м}^3$$

Відповідь: 2 м³

Домашнє завдання: дати відповіді на запитання (у зошиті):

- 1) Відновіть рівняння ядерних реакцій.
- 2) 1) ${}^{19}_9\text{F} + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^{16}_8\text{O} + ?$; 2) ${}^{27}_{13}\text{Al} + \alpha \rightarrow {}^1_1\text{p} + ?$; 3) ${}^{55}_{25}\text{Mn} + ? \rightarrow {}^{55}_{26}\text{Fe} + {}^1_0\text{n}$.

Якій енергії відповідає спалення в ядерному реакторі 15 г урану (${}^{235}_{92}\text{U}$), якщо в результаті поділу одного його ядра виділяється 200 MeV енергії?

Зворотній зв'язок:

E-mail t.anastasia.igorivna@gmail.com