

**Поглощенная доза
излучения.
Основы дозиметрии**

№ 131. Считая КПД преобразования энергии ядерного топлива в электроэнергию $\eta = 30\%$, рассчитайте сколько тонн урана необходимо для производства электроэнергии мощностью $P = 1000$ МВт в течение года? суток?

1. Находим полученную электроэнергию в течение W .

$$W = P \cdot t;$$

$$W = 10^9 \text{ Вт} \cdot (365 \cdot 24 \cdot 3600) \text{ с} = 3,15 \cdot 10^{16} \text{ Дж.}$$

2. Энергию, выделившуюся при распаде N ядер урана можно рассчитать, зная энергетический выход при распаде одного ядра урана $E_1 = 200$ МэВ.
Молярная масса:
 $M = 235 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

$$E = NE_1.$$

Выражаем число ядер через массу:

$$N = \frac{m}{m_0} = \frac{mN_A}{M} \iff \boxed{m_0 = \frac{M}{N_A}}$$

m – масса урана;

m_0 – масса молекулы урана;

$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ число Авогадро.

Полученная электроэнергия:

$$W = \eta E \implies E = \frac{W}{\eta}.$$

Определяем массу урана, необходимую для выработки электроэнергии заданной мощности

$$E = \frac{mN_A E_1}{M} \implies m = \frac{EM}{N_A E_1};$$

$$m = \frac{WM}{\eta N_A E_1}.$$

$$m = \frac{3,15 \cdot 10^{16} \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 200 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = \underline{\underline{1300 \text{ (кг)}}}.$$

Задача . Мощность дозы гамма-излучения радиоактивных изотопов в зоне заражения равна $200 \frac{\text{мкГр}}{\text{ч}}$. В течение скольких часов человек может работать в этой зоне без вреда для здоровья, если в аварийной обстановке в качестве допустимой принята доза 25 мЗв ?

Дано $200 \frac{\text{мкГр}}{\text{ч}}$
 $H = 25 \text{ мЗв}$
 $k = 1$
 $t = ?$

$5,6 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Гр}}{\text{с}}$
 $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ Зв}$

Решение

Мощность поглощенной дозы излучения:

Эквивалентная доза излучения:

Поглощенная доза излучения: $\frac{2,5 \cdot 10^{-2} \text{ Зв}}{5,6 \cdot 10^{-8} \text{ Гр/с}} \approx 4,5 \cdot 10^5 \text{ с} = 125 \text{ ч.}$

Безопасное время работы:

$$P = \frac{D}{t} = \frac{H}{kt}$$

$$H = Dk.$$

$$D = \frac{H}{k}.$$

$$t = \frac{H}{Pk}.$$

Ответ: в зоне заражения человек может работать в течение 125 часов.

Задача. Воздух при нормальных условиях облучается γ -излучением.

Определить энергию, поглощаемую воздухом массой 5 г при экспозиционной дозе излучения 258 мкКл/кг.

$m = 5 \text{ г}$
Дано

$D_0 = 258 \frac{\text{мкКл}}{\text{кг}}$

$W = ?$

$5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$
СИ

$2,58 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$

Решение

:
Энергия, поглощаемая воздухом:

Энергия ионизации воздуха:

$W = 5,4 \cdot 10^{-18} \text{ Дж} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \frac{2,58 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} \approx 43,5 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}.$

$$W = W_i m N_e \frac{D_0}{e}$$

$$W_i = 5,4 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}.$$

$$N = \frac{D_0}{e}$$

$$\frac{2,58 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}}$$

Ответ: энергия, поглощенная воздухом массой 5 г, равна 43,5 мкДж.

Задача . Карманный дозиметр радиоактивного облучения, представляющий собой миниатюрную ионизационную камеру емкостью 3 пФ, заряжен до потенциала 180 В. Под влиянием облучения потенциал снизился до 160 В. Сколько рентген покажет дозиметр, если до этого он был поставлен на ноль, а объем воздуха в камере 1,8 см³?

$$C = 3 \text{ пФ} \quad 3 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$$

Дано
 $\varphi_1 = 180 \text{ В}$

$$\varphi_2 = 160 \text{ В}$$

$$V = 1,8 \text{ см}^3$$

$$D = ?$$

СИ

$$1,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Решение

Величина нейтрализованного заряда:

$$N = \frac{\Delta q}{e} = \frac{C(\varphi_1 - \varphi_2)}{e}$$

Количество образовавшихся пар ионов:

$$q_1 = |e|$$

$$D = \frac{N}{2 \cdot 10^{15} \text{ заряд одновалентного иона}} = \frac{C(\varphi_1 - \varphi_2)}{2 \cdot 10^{15} V |e|}$$

иона.

Зарегистрированная дозиметром доза облучения:

$$\Delta q = C(\varphi_1 - \varphi_2)$$

Реши сам:

Задача 2. Человек массой 60 кг подвергался облучению в течение 12 ч. Какова мощность поглощенной дозы и энергия, поглощенная человеком за это время, если поглощенная доза излучения 35 мГр?

Задача 5. Карманный дозиметр радиоактивного облучения, представляющий собой миниатюрную ионизационную камеру емкостью 3 пФ, заряжен до потенциала 180 В. Под влиянием облучения потенциал снизился до 160 В. Сколько рентген покажет дозиметр, если до этого он был поставлен на ноль, а объем воздуха в камере 1,8 см³?