

Занятие 8. Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц.

- Ауд.: Л-5: задачи №№ 6.247, 6.250, 6.329, 6.328 или Л-6: задачи № № 5.251, 5.254, 5.323, 5.322.

6.247. Определить возраст древних деревянных предметов, если удельная активность изотопа ^{14}C у них составляет $3/5$ удельной активности этого же изотопа в только что срубленных деревьях. Период полураспада ^{14}C равен 5570 лет.

6.250. В кровь человека ввели небольшое количество раствора, содержащего ^{24}Na с активностью $A = 2,0 \cdot 10^3$ Бк. Активность 1 см^3 крови через $t = 5,0$ ч оказалась $A' = 0,267$ Бк/см 3 . Период полураспада данного радиоизотопа $T = 15$ ч. Найти объем крови человека.

6.329. Позитрон с кинетической энергией $T = 750$ кэВ налетает на покоящийся свободный электрон. В результате аннигиляции возникают два γ -кванта с одинаковыми энергиями. Определить угол между направлениями их разлета.

6.328. Релятивистская частица с массой m в результате столкновения с покоившейся частицей массы M возбуждает реакцию рождения новых частиц: $m + M \rightarrow m_1 + m_2 + \dots$, где справа записаны массы возникших частиц. Воспользовавшись инвариантностью величины $E^2 - p^2 c^2$, показать, что пороговая кинетическая энергия частицы m для этой реакции определяется формулой (6.7а).

● Пороговая (минимальная) кинетическая энергия частицы m , налетающей на покоящуюся частицу M , для возбуждения эндонергетической реакции $m + M \rightarrow m_1 + m_2 + \dots$:

$$T_{\text{пор}} = \frac{(m_1 + m_2 + \dots)^2 - (m + M)^2}{2M} c^2, \quad (6.7a)$$

где m , M , m_1 , m_2 , \dots — массы покоя соответствующих частиц.

- Дома: Л-5: задачи №№ 6.245, 6.332 или Л-6: задачи №№ 5.249, 5.326.

6.245. Найти постоянную распада и среднее время жизни радиоактивного ^{60}Co , если его активность уменьшается на 4,0 % за час.

6.332. Протоны с кинетической энергией T налетают на неподвижную водородную мишень. Найти пороговые значения T для следующих реакций:

- а) $p + p \rightarrow p + p + p + \bar{p}$; б) $p + p \rightarrow p + p + \pi^0$.

ОТВЕТЫ:

6.247. $4,1 \cdot 10^3$ лет.

6.250. $V = (A/A') \exp \left(-t \frac{\ln 2}{T} \right) = 6$ л.

6.329. $\cos (\theta/2) = 1/\sqrt{1+2mc^2/T}$, отсюда $\theta = 99^\circ$.

6.245. $\lambda = (-1/t) \ln (1-\eta) \approx \eta/t = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$; $\tau = 1/\lambda = 1,0$ года.

6.332. а) $T_{\text{пор}} = 6m_p c^2 = 5,6 \text{ ГэВ}$;
б) $T_{\text{пор}} = m_\pi c^2 (4m_p + m_\pi)/2m_p = 0,28 \text{ ГэВ}$.