

Решения задач домашнего задания к лекции №12

Задача 1.

Определите среднюю плотность ядерного вещества, полагая что радиус ядра связан с числом нуклонов по эмпирической формуле $R=1.3\sqrt[3]{A}\text{фм}$, где A -массовое число ядра (число нуклонов).

Для оценки принять удельную энергию связи равной 8.5 МэВ/нуклон. Средняя масса нуклона $m c^2=940\text{ МэВ}$.

Решение.

Масса ядра считается как сумма масс входящих в него нуклонов и дефекта масс, вызванного наличием энергии связи между нуклонами. То есть: $M c^2=A(B+m c^2)$, где B — удельная энергия связи. Видно, что с точностью нашей задачи энергию связи нуклонов можно не учитывать (но уже в нуклоне примерно половина его массы создаётся энергией связи кварков)

Объём ядра: $V=\frac{4}{3}\pi R^3=(1.3)^3\pi A$.

Таким образом, средняя плотность ядра не зависит от числа нуклонов, и равняется:

$$\rho=\frac{m c^2}{(1.3)^3\pi c^2}=1.9\cdot 10^{14}\frac{\text{г}}{\text{см}^3}=1.9\cdot 10^{17}\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Сжатая до такой плотности Земля имела бы размер порядка 100 метров.

Задача 2.

Удельное содержание изотопа ^{14}C , усвоенного деревом при его жизни, затем уменьшается вследствие β -распада с периодом полураспада $T_{1/2}=5700$ лет. Определите возраст t деревянного предмета, обнаруженного при раскопках, если удельная активность, содержащегося в этом предмете изотопа ^{14}C составляет 0,1 от удельной активности свежесрубленного дерева.

Решение.

Из условия следует, что концентрация углерода составляет 0,1 от начальной. Запишем закон

радиоактивного распада: $n=n_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$.

Преобразовав уравнение и подставив данные получим:

$$t=T_{1/2}\log_2 10=T_{1/2}\frac{\ln 10}{\ln 2}=3.3 T_{1/2}=1.9\cdot 10^4\text{ лет}.$$