

Домашнее задание 39. Ядерные реакции

1. В физике элементарных частиц принято массы измерять в энергетических единицах, в соответствии с соотношением Эйнштейна для связи энергии покоя частицы с её массой. Так масса протона равна 938,3 МэВ, масса нейтрона 939,6 МэВ, масса электрона 0,5 МэВ. Вычислите массу атома ${}^4\text{He}$ в энергетических единицах и в атомных единицах масса, если известно что энергия связи протонов и нейтронов в ядре ${}^4\text{He}$ равна 7,1 МэВ/нуклон.
2. Вычислить энергию, выделяющуюся при образовании 1 грамма ${}^4\text{He}$ из протонов и нейтронов. Оцените какую массу нефти нужно сжечь, чтобы выделилась такая же энергия. Удельная теплота сгорания нефти 44 МДж/кг.
3. Используя таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при синтезе 1 кг гелия из изотопов водорода – дейтерия и трития в реакции ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$.

Атомный номер	Элемент	Изотоп	Масса атомного ядра изотопа	
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг	1,00727 а.е.м.
1	дейтерий	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$ кг	2,01355 а.е.м.
1	тритий	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01550 а.е.м.
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$ кг	4,00151 а.е.м.
	нейтрон	${}^1_0\text{n}$	$1,6750 \cdot 10^{-27}$ кг	1,00866 а.е.м.

4. Период полураспада ${}^{238}\text{U}$ равен $4,5 \cdot 10^9$ лет. В урановой руде отношение числа атомов ${}^{238}\text{U}$ к числу атомов ${}^{206}\text{Pb}$ равно 2,8. Считая, что весь свинец образовался в результате распада урана, определите возраст руды.
5. Удельное содержание изотопа ${}^{14}\text{C}$, 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 ${}^{14}\text{C}$ составляет 0,1 от удельной активности свежесрубленного дерева.