

### Ядерная физика

1.  $\pi$ -мезон массой  $2,4 \cdot 10^{-28}$  кг распадается на два  $\gamma$ -кванта. Найдите модуль импульса одного из образовавшихся  $\gamma$ -квантов в системе отсчета, где первичный  $\pi^0$ -мезон покоится.

Задание 31 № 3035

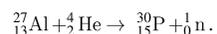
2. Используя таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при синтезе 1 кг гелия из изотопов водорода — дейтерия и трития:  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ .

Массы атомных ядер

Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг	1,00727 а. е. м.
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$ кг	2,01355 а. е. м.
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01550 а. е. м.
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01493 а. е. м.
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$ кг	4,00151 а. е. м.
13	алюминий	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$ кг	26,97441 а. е. м.
15	фосфор	${}^{30}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$ кг	29,97008 а. е. м.
-	нейтрон	${}^1_0\text{n}$	$1,6750 \cdot 10^{-27}$ кг	1,00866 а. е. м.

Задание 31 № 3050

3. Используя таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при осуществлении ядерной реакции:

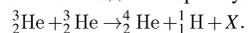


Массы атомных ядер

Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
—	нейтрон	${}^1_0\text{n}$	$1,6750 \cdot 10^{-27}$ кг	1,00866 а. е. м.
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг	1,00727 а. е. м.
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$ кг	2,01355 а. е. м.
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01550 а. е. м.
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01493 а. е. м.
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$ кг	4,00151 а. е. м.
13	алюминий	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$ кг	26,97441 а. е. м.
15	фосфор	${}^{30}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$ кг	29,97008 а. е. м.

Задание 31 № 3051

4. Определите, ядро какого изотопа  $X$  освобождается при осуществлении ядерной реакции:



Используя таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при осуществлении этой ядерной реакции.

Массы атомных ядер

Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг	1,00727 а. е. м.
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$ кг	2,01355 а. е. м.
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01550 а. е. м.
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01493 а. е. м.
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$ кг	4,00151 а. е. м.
13	алюминий	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$ кг	26,97441 а. е. м.
15	фосфор	${}^{30}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$ кг	29,97008 а. е. м.

Задание 31 № 3052

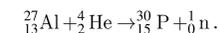
5. Определите, какая частица  $X$  образуется при осуществлении ядерной реакции:  ${}^1_1\text{H} + {}^7_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + X$ . Используя таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при осуществлении этой ядерной реакции.

Массы атомных ядер

Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг	1,00727 а. е. м.
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$ кг	2,01355 а. е. м.
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01550 а. е. м.
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01493 а. е. м.
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$ кг	4,00151 а. е. м.
13	алюминий	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$ кг	26,97441 а. е. м.
15	фосфор	${}^{30}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$ кг	29,97008 а. е. м.

Задание 31 № 3053

6. Используя таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при осуществлении ядерной реакции:



Массы атомных ядер

Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
—	нейтрон	${}^1_0\text{n}$	$1,6750 \cdot 10^{-27}$ кг	1,00866 а. е. м.
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг	1,00727 а. е. м.
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$ кг	2,01355 а. е. м.
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01550 а. е. м.
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01493 а. е. м.
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$ кг	4,00151 а. е. м.
13	алюминий	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$ кг	26,97441 а. е. м.
15	фосфор	${}^{30}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$ кг	29,97008 а. е. м.

Задание 31 № 3054

7. При взрыве атомной бомбы освобождается энергия  $8,3 \cdot 10^{16}$  Дж. Эта энергия получается в основном за счет деления ядер урана 238. При делении одного ядра урана 238 освобождается 200 МэВ, масса ядра равна примерно 238 а. е. м. Вычислите массу ядер урана, испытавших деление при взрыве, и суммарный дефект массы.

Задание 31 № 3056

8. Вычислите массу радиоактивных продуктов деления ядер урана, накапливающихся в ядерном реакторе тепловой мощностью  $3 \cdot 10^9$  Вт за сутки, принимая выделение энергии при делении ядра урана 235 равным 200 МэВ.

Задание 31 № 3057

9. Мировое потребление энергии человечеством составляет примерно  $4 \cdot 10^{20}$  Дж в год. Если будет возможно освобождение собственной энергии вещества, сколько килограмм вещества потребуется расходовать человечеству в сутки для удовлетворения современных потребностей в энергии?

Задание 31 № 3058

10.  $\pi^0$ -мезон массой  $2,4 \cdot 10^{-28}$  кг распадается на два  $\gamma$ -кванта. Найдите модуль импульса одного из образовавшихся  $\gamma$ -квантов в системе отсчета, где первичный  $\pi^0$ -мезон покоится.

Задание 31 № 3060

11. Образец, содержащий радий, за 1 с испускает  $3,7 \cdot 10^{10}$   $\alpha$ -частиц. За 1 ч выделяется энергия 100 Дж. Каков средний импульс  $\alpha$ -частиц? Масса  $\alpha$ -частицы равна  $6,7 \cdot 10^{-27}$  кг. Энергией отдачи ядер,  $\gamma$ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

Задание 31 № 3061

12. Препарат, активность которого равна  $1,7 \cdot 10^{12}$  частиц в секунду, — помещен в калориметр, заполненный водой при 293 К. Сколько времени потребуется, чтобы довести до кипения 10 г воды, если известно, что данный препарат испускает  $\alpha$ -частицы энергией 5,3 МэВ, причем энергия всех  $\alpha$ -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию? Теплоемкостью препарата, калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Задание 31 № 3062

13. При облучении металлической пластинки быстрыми  $\alpha$ -частицами небольшая часть этих частиц в результате упругого взаимодействия с ядрами атомов меняет направление скорости на противоположное (аналог опыта Резерфорда). Найдите заряд ядра, если минимальное расстояние, на которое сблизились ядро и частица, составило  $5 \cdot 10^{-13}$  см. Масса и скорость  $\alpha$ -частиц на большом расстоянии от пластины составляют соответственно  $7 \cdot 10^{-27}$  кг и  $26 \cdot 10^3$  км/с. (Частицу считать точечной, а ядро — точечным и неподвижным. Релятивистским эффектом пренебречь. Потенциальная энергия кулоновского взаимодействия ядра и  $\alpha$ -частицы  $E_{\text{пот}} = k \frac{q_1 q_2}{r}$ , где  $r$  — расстояние между ядром и  $\alpha$ -частицей.)

Задание 31 № 3063

14. Препарат активностью  $1,7 \cdot 10^{11}$   $\alpha$ -частиц в секунду помещен в медный контейнер массой 0,5 кг. На сколько повысилась температура контейнера за 1 ч, если известно, что данное радиоактивное вещество испускает  $\alpha$ -частицы энергией 5,3 МэВ? Считать, что энергия всех  $\alpha$ -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию контейнера. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь. (Удельная теплоемкость меди равна 385 Дж/(кг·К).)

Задание 31 № 3082

15. Одним из типов реакций синтеза, которые можно использовать в будущих термоядерных реакторах, является реакция  ${}^2_1\text{H} + {}^3_2\text{He} = {}^4_2\text{He} + {}^1_1\text{p} + W$ . Какая энергия  $W$  выделяется при этой реакции? Масса атома дейтерия  ${}^2_1\text{H}$  примерно равна 2,014 а.е.м., масса атома  ${}^3_2\text{He}$  — 3,016 а.е.м., масса атома  ${}^4_2\text{He}$  — 4,003 а.е.м. Ответ выразите в МэВ.

Задание 31 № 3667

16. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой  $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$  эВ, где  $n = 1, 2, 3, \dots$

При переходе из состояния  $E_2$  в состояние  $E_1$  атом испускает фотон. Поток таких фотонов падает на поверхность фотокатода. Запирающее напряжение для фотоэлектронов, вылетающих с поверхности фотокатода,  $U_{\text{зап}} = 7,4$ В. Какова работа выхода  $A_{\text{вых}}$  фотоэлектронов с поверхности фотокатода?

Источник: Демонстрационная версия ЕГЭ—2013 по физике. Задание 31 № 3817

17. Наше Солнце теряет за счёт излучения света массу, примерно равную  $1,39 \cdot 10^5$  миллиардов тонн в год. Найдите солнечную постоянную для Марса, то есть среднюю энергию, попадающую за 1 секунду на  $1\text{ м}^2$  поверхности, перпендикулярной направлению солнечных лучей, около Марса вне его атмосферы. Известно, что средний радиус орбиты Марса в 1,52 раза больше среднего радиуса орбиты Земли, который составляет около 150 миллионов километров. Ответ выразите в кВт/м<sup>2</sup>.

Источник: МИОО: Тренировочная работа по физике 05.02.2013 Задание 31 № 4146 вариант 1.

18. Пациенту ввели внутривенно дозу раствора, содержащего изотоп  ${}^{24}_{11}\text{Na}$ . Активность  $1\text{ см}^3$  этого раствора  $a_0 = 2000$  распадов в секунду. Период полураспада изотопа  ${}^{24}_{11}\text{Na}$  равен  $T = 15,3$  ч. Через  $t = 3$  ч 50 мин активность  $1\text{ см}^3$  крови пациента стала  $a = 0,28$  распадов в секунду. Каков объём введённого раствора, если общий объём крови пациента  $V = 6$  л? Переходом ядер изотопа  ${}^{24}_{11}\text{Na}$  из крови в другие ткани организма пренебречь.

Задание 31 № 4152

19. Наше Солнце теряет за счёт излучения света массу, примерно равную  $1,39 \cdot 10^5$  миллиардов тонн в год. Найдите солнечную постоянную для Венеры, то есть среднюю энергию, попадающую за 1 секунду на  $1\text{ м}^2$  поверхности, перпендикулярной направлению солнечных лучей, около Венеры вне ее атмосферы. Известно, что средний радиус орбиты Венеры составляет 0,72 от среднего радиуса орбиты Земли, который примерно равен 150 миллионам километров. Ответ выразите в кВт/м<sup>2</sup>.

Задание 31 № 4169

20. Радиоактивные источники излучения могут использоваться в космосе для обогрева оборудования космических аппаратов. Например, на советских «Луноходах» были установлены тепловыделяющие капсулы на основе полония-210. Реакция распада этого изотопа имеет вид:  ${}^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + \alpha$ , где получающиеся  $\alpha$ -частицы обладают кинетической энергией  $E = 5,3$  МэВ. Сколько атомов полония должно распастись в тепловыделяющей капсуле, чтобы с её помощью можно было вскипятить стакан воды объёмом  $V = 250$  мл? Начальная температура воды 20 °С, теплоёмкостью стакана и капсулы, а также потерями теплоты можно пренебречь.

Источник: МИОО: Тренировочная работа по физике 11.04.2013 Задание 31 № 4371 вариант ФИ1501.

21. Радиоактивные источники излучения могут использоваться в космосе для обогрева оборудования космических аппаратов. Например, на советских «Луноходах» были установлены тепловыделяющие капсулы на основе полония-210. Реакция распада этого изотопа имеет вид:  ${}^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + \alpha$  где получающиеся  $\alpha$ -частицы обладают кинетической энергией  $E = 5,3$  МэВ.

Сколько атомов полония должно распастись в тепловыделяющей капсуле, чтобы с её помощью можно было превратить в воду лёд объёмом  $V = 10\text{ см}^3$ , находящийся при температуре 0 °С? Плотность льда  $\rho = 900\text{ кг/м}^3$ , теплоёмкостью стакана и капсулы, а также потерями теплоты можно пренебречь.

Источник: МИОО: Тренировочная работа по физике 11.04.2013 Задание 31 № 4406 вариант ФИ1502.