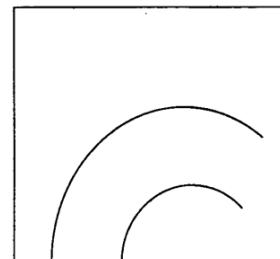


С1.1. На рисунке показаны два трека заряженных частиц в камере Вильсона, помещенной в однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости рисунка. Трек **I** принадлежит протону.



II I

Какой из частиц (протону, электрону или α -частице) принадлежит трек? Известно, что частицы влетели в камеру Вильсона в плоскости рисунка с одинаковыми скоростями. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

С6.1. Пациенту ввели внутривенно дозу раствора, содержащего изотоп ${}_{11}^{24}\text{Na}$. Активность 1 см^3 этого раствора $a_0 = 2000$ распадов в секунду. Период полураспада изотопа ${}_{11}^{24}\text{Na}$ равен $T = 15,3 \text{ ч}$. Через $t = 3 \text{ ч } 50 \text{ мин}$ активность 1 см^3 крови пациента стала $a = 0,28$ распадов в секунду. Каков объём введённого раствора, если общий объём крови пациента $V = 6 \text{ л}$? Переходом ядер изотопа ${}_{11}^{24}\text{Na}$ из крови в другие ткани организма пренебречь.

Ответ: $V_0 \approx 1 \text{ см}^3$.

С6.2. Пациенту ввели внутривенно дозу раствора, содержащего определённый изотоп натрия. Активность 1 см^3 этого раствора $a_0 = 2000$ распадов в секунду. Период полураспада изотопа равен $T = 15,3 \text{ ч}$. Через $t = 3 \text{ ч } 50 \text{ мин}$ активность 1 см^3 крови пациента стала $a = 0,28$ распадов в секунду. Каков объём введённого раствора, если общий объём крови пациента $V = 6 \text{ л}$? Переходом ядер используемого изотопа натрия из крови в другие ткани организма пренебречь.

Ответ: $V_0 \approx 1 \text{ см}^3$.

С6.3. С какой скоростью вылетает α -частица из радиоактивного ядра, если она, попадая в однородное магнитное поле с индукцией 1 Тл перпендикулярно его силовым линиям, движется по дуге окружности радиуса $0,5 \text{ м}$ (α -частица – ядро атома гелия, молярная масса гелия $0,004 \text{ кг/моль}$).

Ответ: $1,9 \cdot 10^7 \text{ м/с}$

С6.4. В массивном образце, содержащем радий, за 1 с испускается $3,7 \cdot 10^{10}$ α -частиц, движущихся со скоростью $1,5 \cdot 10^7 \text{ м/с}$. Найдите энергию, выделяющуюся за 1 ч . Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$. Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

Ответ: $E \approx 100 \text{ Дж}$.

С6.5. Радиоактивный препарат помещен в медный контейнер массой $0,5 \text{ кг}$. За 2 ч температура контейнера повысилась на $5,2 \text{ К}$. Известно, что данный препарат испускает α -частицы с энергией $5,3 \text{ МэВ}$, причем энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию. Найдите активность препарата A , то есть количество α -частиц, рождающихся в нем за 1 с . Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Ответ: $A \approx 1,7 \cdot 10^{11} \text{ с}^{-1}$.

С6.6. Образец, содержащий радий, за 1 с испускает $3,7 \cdot 10^{10}$ α -частиц. За 1 ч выделяется энергия 100 Дж . Каков средний импульс α -частиц? Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$. Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

Ответ: $p \approx 1,0 \cdot 10^{-19} \text{ кг}\cdot\text{м/с}$.

С6.7. Образец, содержащий радий, за 1 с испускает $3,7 \cdot 10^{10}$ α -частиц. За 1 ч выделяется энергия 100 Дж . Каков средний импульс α -частицы? Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}\text{ кг}$. Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

Ответ: $p \approx 1,0 \cdot 10^{-19}\text{ кгм/с}$.

С6.8. 7026В8 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 α -частицы энергией $5,3\text{ МэВ}$, причем энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию? Теплоемкостью препарата, калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Ответ: $\Delta t = 2330\text{ с} = 39\text{ мин}$.

С6.9. 8903DB Препарат активностью $1,7 \cdot 10^{11}$ частиц в секунду помещен в медный контейнер массой $0,5\text{ кг}$. На сколько повысилась температура контейнера за 1 ч , если известно, что данное радиоактивное вещество испускает α -частицы энергией $5,3\text{ МэВ}$? Считать, что энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию контейнера. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Ответ: $2,7^\circ\text{С}$.

С6.10. При облучении металлической пластинки быстрыми α -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 сближались ядро и частица, составило $5 \cdot 10^{-13}\text{ см}$. Масса и скорость α -частиц составляют соответственно $7 \cdot 10^{-27}\text{ кг}$ и $26 \cdot 10^3\text{ км/с}$. (Частицу считать точечной, а ядро — точечным и неподвижным. Релятивистским эффектом пренебречь.

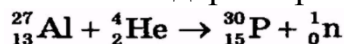
Потенциальная энергия кулоновского взаимодействия ядра и α -частицы $E_{\text{пот}} = k \frac{q_\alpha q_{\text{ядра}}}{r}$, где r — расстояние между ядром и α -частицей.)

Ответ: $q_m = 4 \cdot 10^{-18}\text{ Кл}$.

С6.11. Мировое потребление энергии человечеством составляет примерно $4 \cdot 10^{20}\text{ Дж в год}$. Если будет возможно освобождение собственной энергии вещества, сколько килограмм вещества потребуется расходовать человечеству в сутки для удовлетворения современных потребностей в энергии?

Ответ: 12 кг .

С6.12. Используя таблицы в начале и таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при осуществлении ядерной реакции:

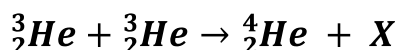


Массы атомных ядер

Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
			кг	а.е.м.
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$	1,00727
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$	2,01355
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$	3,01550
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$	3,01493
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$	4,00151
13	алюминий	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$	26,97441
15	фосфор	${}^{31}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$	29,97008

Ответ: $\Delta E \approx -2,6 \text{ МэВ}$

С6.13. Определите, ядро какого изотопа X освобождается при осуществлении ядерной реакции:



Используя таблицы в начале и таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при осуществлении этой ядерной реакции.

Массы атомных ядер

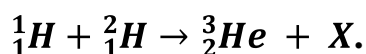
Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
			кг	а.е.м.
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$	1,00727
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$	2,01355
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$	3,01550
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$	3,01493
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$	4,00151
13	алюминий	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$	26,97441
15	фосфор	${}^{31}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$	29,97008

Ответ: $\approx 12,9 \text{ МэВ}$

С6.14. При взрыве термоядерной бомбы освобождается энергия $8,3 \cdot 10^{16} \text{ Дж}$. 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.

Ответ: $\approx 0,9 \text{ кг}$.

С6.15. Определите, какая частица X образуется при осуществлении ядерной реакции



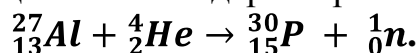
Используя таблицы в начале и таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при осуществлении этой ядерной реакции.

Массы атомных ядер

Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
			кг	а.е.м.
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$	1,00727
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$	2,01355
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$	3,01550
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$	3,01493
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$	4,00151
13	алюминий	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$	26,97441
15	фосфор	${}^{31}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$	29,97008

Ответ: $\approx 5,5 \text{ МэВ}$

С6.16. Используя таблицы в начале и таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при осуществлении ядерной реакции

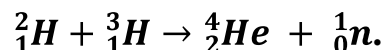


Массы атомных ядер

Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
			кг	а.е.м.
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$	1,00727
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$	2,01355
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$	3,01550
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$	3,01493
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$	4,00151
13	алюминий	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$	26,97441
15	фосфор	${}^{31}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$	29,97008

Ответ: $\approx - 2,64 \text{ МэВ}$

С6.17. Используя таблицы в начале и таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при синтезе 1 кг гелия из изотопов водорода — дейтерия и трития:



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	${}^{31}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$ кг	29,97008 а.е.м.

Ответ: $\approx 4,2 \cdot 10^{14}$ Дж.

С6.18. 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.

Ответ: $\approx 3,2$ кг.

С6.19. При реакции синтеза ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + p$ образуется гелий и протон и выделяется 18,3 МэВ энергии. Какую кинетическую энергию уносит ядро гелия, если суммарный импульс исходных частиц равен нулю, а их кинетическая энергия пренебрежимо мала по сравнению с выделившейся?

Ответ: 3,66 МэВ.