

1645. Медь.

1646. Барий поглощает рентгеновские лучи.

1647. Для защиты от рентгеновского излучения.

1648. $U=30, 40, 50$ кВ. $\lambda_{\text{гр}} - ?$

$$eU = h\nu_{\text{гр}} = h \frac{c}{\lambda_{\text{гр}}}, \quad e - \text{заряд электрона.}$$

$$\lambda_{\text{гр}} = \frac{hc}{eU}.$$

$$\lambda_{\text{гр}(1)} = \frac{hc}{eU_1} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 30 \cdot 10^3} = 0,41 \cdot 10^{-10} \text{ (м)} = 0,41 \text{ \AA}.$$

$$\lambda_{\text{гр}(2)} = 0,31 \text{ \AA};$$

$$\lambda_{\text{гр}(3)} = 0,31 \text{ \AA}.$$

1649. $\Delta U = 23$ кВ; $\lambda_2 = 2\lambda_1$. $\lambda - ?$

$$eU_1 = h \frac{c}{\lambda_1}; \quad eU_2 = h \frac{c}{\lambda_2} = \frac{hc}{2\lambda_1}; \quad e(U_1 - U_2) = hc \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{2\lambda_1} \right) = \frac{h\tilde{\nu}}{2\lambda_1};$$

$$\Delta U = U_1 - U_2; \quad \lambda_1 = \frac{hc}{2e\Delta U}; \quad \lambda_1 = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 23 \cdot 10^3} = 0,27 (\text{\AA}).$$

1650. $\lambda = 1,6$ нм; $U - ?$

$$eU = \frac{hc}{\lambda}; \quad U = \frac{hc}{e\lambda}; \quad U = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,6 \cdot 10^{-12}} = 7,76 \cdot 10^5 \text{ В} = 776 \text{ (кВ)}.$$

1651. $U = 60$ кВ; $\lambda_{\text{min}} = 20,6$ нм. $h - ?$

$$eU = \frac{hc}{\lambda_{\text{min}}}; \quad h = \frac{eU\lambda_{\text{min}}}{c}; \quad h = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 60 \cdot 10^3 \cdot 20,6 \cdot 10^{-12}}{3 \cdot 10^8} = 6,59 \cdot 10^{-34} \text{ (Дж}\cdot\text{с)}.$$

1652. а) Нет; б) период решетки для косоного падения лучей уменьшается.

1653. Такое быть может, т. к. скорость записи осциллографа – это скорость, с которой перемещается точка пересечения электронного луча и экрана, а это не скорость реального физического перемещения, связанного с перемещением энергии.

1654. 1) Максимальной скоростью движения стало бы 50 км/ч.

2) Стали бы заметны эффекты увеличения массы, увеличения длины, замедления времени и т. д.

3) Каждый человек жил бы в собственном времени.

1655. Электрический заряд q не меняется при переходе от одной системы отсчета к другой.

$$\mathbf{1656.} \quad n = \frac{c}{u}; \quad u' = \frac{u+v}{1 + \frac{vu}{c^2}}; \quad u' = \frac{c}{u'} = \frac{c(1 + \frac{vu}{c^2})}{u+v} = \frac{1 + \frac{\beta}{u}}{\frac{1}{n} + \beta} = \frac{u+\beta}{1+\beta u'}.$$

1657. $v=2 \cdot 10^5$ км/с. $\Delta v - ?$.

Примечание: в задачнике $v=2 \cdot 10^5$ м/с, но по ответу видно, что речь идет именно о $2 \cdot 10^5$ км/с. $v_r=2v$;

$$v_p = \frac{2v}{1 + \frac{v^2}{c^2}};$$

$$\Delta v = v_k - v_p = 2v \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{v^2}{c^2}} \right) = \frac{2}{c^2} \frac{v^3}{1 + \frac{v^2}{c^2}} = \frac{2}{3^2 \cdot 10^{10} \text{ км}^2 / \text{с}^2} \frac{2^3 \cdot 10^{15} \text{ км}^3 / \text{с}^3}{1 + \frac{2^2 \cdot 10^{10} \text{ м}^2 / \text{с}^2}{3^2 \cdot 10^{10} \text{ м}^2 / \text{с}^2}} \approx$$

$$\approx 1,23 \cdot 10^5 \text{ км/с.}$$

1658. $v=1,5 \cdot 10^8$ м/с; $u'=2,5 \cdot 10^8$ м /с. $u-?$

$$u = \frac{u' - v}{1 - \frac{u'v}{c^2}} = \frac{2,5 \cdot 10^8 \text{ м / с} - 1,5 \cdot 10^8 \text{ м / с}}{1 - \frac{1,5 \cdot 10^8 \text{ м / с} \cdot 2,5 \cdot 10^8 \text{ м / с}}{3^2 \cdot 10^{16} \text{ м}^2 / \text{с}^2}} \approx 1,7 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$$

1659. $v' = \frac{2 \cdot 0,8\tilde{h}}{1 + \frac{(0,8)^2 c^2}{c^2}} = 0,98 \text{ с.}$

1660. Не будут.

1661. а) Нет, т.к. сигналы приходят в II и III в разное время.

б) Для наблюдателей, находящихся на прямой, перпендикулярной II-III, проходящей через I, перпендикулярной плоскости задачника.

1662. В неподвижной системе отсчета, связанной с Землей, пассажир увидит вспышку раньше, а в системе отсчета, связанной с поездом, позже.

1663. Нет.

1664. а) В; б) В; в) А.

На расстоянии $\frac{l}{2} \frac{v}{c}$, где l – длина перрона.

1665. $l_0=1$ м; $v=0,6$ с. $l-?$

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 1 \text{ м} \sqrt{1 - \frac{(0,6)^2 c^2}{c^2}} \approx 70 \text{ лет.}$$

№ 1666. $t_3 = \frac{t_p}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} = \frac{10}{\sqrt{1 - \frac{0,99^2}{1^2}}} \approx 71 \text{ год.}$

1667. $t=1$ г; а) $m=3000$ км/с; б) $v=10\,000$ км/с; в) $v=250\,000$ км/с. $r-?$

$$r = t \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}; \text{ а) } r = 1 \text{ г} \sqrt{1 - \frac{3000 \text{ км}^2 / \text{с}^2}{300000 \text{ км}^2 / \text{с}^2}} \approx 1 \text{ г;}$$

$$\text{б) } r = 1r \sqrt{1 - \frac{10^{10} \text{ км}^2 / c^2}{3 \cdot 10^{10} \text{ км}^2 / c^2}} \approx 0,94 r; \text{ в) } r = 1r \sqrt{1 - \frac{2,5^2 \cdot 10^{10} \text{ км}^2 / c^2}{3^2 \cdot 10^{10} \text{ км}^2 / c^2}} \approx 0,55 r.$$

$$1668. l = 5 \text{ км}; r = 2,21 \cdot 10^{-6} \text{ с. } v - ?$$

$$\frac{l}{v} = \frac{r}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{5}{\sqrt{2,21^2 c^2 \cdot 10^{-12} c^2 + \frac{5^2 \text{ км}^2}{3^2 \cdot 10^{10} \text{ км}^2 / c^2}}} \approx 2,97 \cdot 10^5 \text{ км/с.}$$

$$1669. r = 2,21 \cdot 10^{-6} \text{ с}; v = 0,99 c;$$

$$l = \frac{vr}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{0,99 \cdot 3 \cdot 10^5 \text{ км} / c \cdot 2,21 \cdot 10^6 c}{\sqrt{1 - \frac{0,99^2 c^2}{c^2}}} \approx 5 \text{ км.}$$

μ -мезоны рождаются в атмосфере Земли.

$$1670. \frac{r}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \geq \frac{R}{c} + t_n + t_c$$

$$t_n = \frac{R}{v} - \frac{r}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \frac{2r}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - R \left(\frac{1}{v} + \frac{1}{c} \right) \geq t_c,$$

где R – расстояние от станции до базы.

$$1671. \frac{cT}{2} = \frac{vr_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; v = \frac{cT}{\sqrt{4r_0^2 + T^2}}.$$

$$1672. v = \frac{4}{5} c. p - ?$$

$$p = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{4}{5} \frac{mc}{\sqrt{1 - \frac{u^2 c^2}{5^2}}} = \frac{4}{3} mc = \frac{4}{3} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} = 3,64 \cdot 10^{-22} \text{ м/с} \cdot \text{кг.}$$

$$1673. m = 1r = 10^{-3} \text{ кг. } E - ?$$

$$E = mc^2 = 10^{-3} \text{ кг} \cdot 3^2 \cdot 10^{16} \text{ м}^2/\text{с}^2 = 9 \cdot 10^{13} \text{ Дж.}$$

$$1674. v = \frac{4}{5} c. E_k - ?$$

1) По классической формуле

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{8mc^2}{25} = \frac{8 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 3^2 \cdot 10^{16} \text{ м}^2 / c^2}{25} = 2,6 \cdot 10^{-14} \text{ Дж.}$$

2) По релятивистской формуле

$$E_k = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - mc^2 =$$

$$= \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 3^2 \cdot 10^{16} \text{ м}^2 / \text{с}^2}{\sqrt{1 - \frac{(\frac{4}{5}c)^2}{c^2}}} - 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 3^2 \cdot 10^{16} \text{ м}^2 / \text{с}^2 = 5,46 \cdot 10^{-14} \text{ Дж}.$$

$$1675. mc^2 = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - mc^2; 2 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; v = \frac{\sqrt{3}}{2} c \approx 0,87 c.$$

1676. $E_{\pi} 0,51 \text{ МэВ } U - ?$

$$eU = 10E_{\pi}; U = \frac{10E_{\pi}}{e} = \frac{0,51 \text{ МэВ}}{1e} = 0,51 \text{ МВ}.$$

1677. $E_k = 7,0 \cdot 10^{10} = 1,12 \cdot 10^{-8} \text{ Дж}.$ $v - ?$

$$E_k = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - mc^2; v = c \sqrt{1 - \left(\frac{mc^2}{E_k + mc^2} \right)^2}$$

По табличным данным находим, что энергия покоя протона

$$E_0 = mc^2 = 1,503 \cdot 10^{-10} \text{ Дж}.$$

$$v = c \sqrt{1 - \left(\frac{E_0}{E_k + E_0} \right)^2} = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$\sqrt{1 - \left(\frac{1,503 \cdot 10^{-10} \text{ Дж}}{1,12 \cdot 10^{-8} \text{ Дж} + 1,503 \cdot 10^{-10} \text{ Дж}} \right)^2} \approx 2,999 \cdot 10^8 \text{ м/с}.$$

1678. $\frac{\Delta m}{m} = 10^{-4}\%$; $t_1 = 0^\circ \text{C}$; $t_2 = 3300^\circ \text{C}$; $C_B = 120 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ \text{C}.$

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{c_B m \Delta t}{mc^2} = \frac{c_B}{c^2} t_2.$$

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{120}{(3 \cdot 10^8)^2} \cdot 3300 = 4,4 \cdot 10^{-12} \text{ или } \frac{\Delta m}{m} = 4,4 \cdot 10^{-10} \% < 10^{-4} \%,$$

поэтому нельзя.

1679. $C = 10^{-10} \emptyset$; $d = 0,01 \text{ м}$; $E = 3 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}.$

$$\Delta m = \frac{E_k}{c^2}, E_k = \frac{qU}{2} - \text{энергия заряженного конденсатора.}$$

$$E_k = \frac{qU}{2} = \frac{ECdU}{2} = \frac{d^2 E^2 C}{2}; \Delta m = \frac{d^2 E^2 C}{2c^2}$$

$$\Delta m = \frac{(0,01)^2 \cdot (3 \cdot 10^6)^2 \cdot 10^{-10}}{2 \cdot (3 \cdot 10^8)^2} = 5 \cdot 10^{-17} \text{ (кг)} - \text{такое изменение массы}$$

измерить обычными методами нельзя.

$$\mathbf{1680.} \text{ Скорость света } c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с; } \lambda = 0,72 \text{ мкм} = 0,72 \cdot 10^{-6} \text{ м. } E - ?$$

$$\text{Решение: } E = h\nu, \text{ где } h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с} - \text{постоянная Планка, } \nu = \frac{c}{\lambda} - \text{частота.}$$

$$E = h \frac{c}{\lambda}. E = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{0,72 \cdot 10^6} = 2,76 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж).}$$

$$\mathbf{1681.} \nu = 5 \cdot 10^{14} \text{ Гц. } p - ? \text{ м} - ?$$

$$\text{Решение: } p = mc. E = mc^2. p = \frac{E}{c}; E = h\nu.$$

$$p = \frac{h\nu}{c}. m = \frac{p}{c} = \frac{h\nu}{c^2}. p = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 5 \cdot 10^{14}}{3 \cdot 10^8} = 1,1 \cdot 10^{-27} \text{ (кг}\cdot\text{м/с)}$$

$$m = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 5 \cdot 10^{14}}{(3 \cdot 10^8)^2} = 3,68 \cdot 10^{-36} \text{ (кг).}$$

$$\mathbf{1682.} \lambda = 600 \text{ нм} = 600 \cdot 10^{-9} \text{ м} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

$$\text{Решение: } p = mc = \frac{E}{c}, \text{ где } E = mc^2 - \text{энергия фотона.}$$

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}. p = \frac{h}{\lambda}. p = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{6 \cdot 10^{-7}} = 1,1 \cdot 10^{-27} \text{ (кг}\cdot\text{м/с)}$$

$$m = \frac{p}{c}; m = \frac{1,1 \cdot 10^{-27}}{3 \cdot 10^8} = 3,7 \cdot 10^{-36} \text{ (кг).}$$

$$\mathbf{1683.} \text{ а) } \lambda = 700 \text{ нм; б) } \lambda = 25 \text{ нм; в) } \lambda = 1,24 \text{ нм. } m - ?$$

$$\text{Решение: } m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c^2} \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{h}{c\lambda}.$$

$$\text{а) } m = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{3 \cdot 10^8 \cdot 700 \cdot 10^{-9}} = 3,2 \cdot 10^{-36} \text{ (кг);}$$

$$\text{б) } m = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{3 \cdot 10^8 \cdot 25 \cdot 10^{-12}} = 8,8 \cdot 10^{-32} \text{ (кг);}$$

$$\text{в) } m = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{3 \cdot 10^8 \cdot 1,24 \cdot 10^{-12}} = 1,8 \cdot 10^{-30} \text{ (кг)}. \quad \mathbf{1684.} \quad \lambda = 6 \cdot 10^{-5} \text{ см} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м};$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}.$$

Решение: $m = \frac{h}{c\lambda}$ (см. задачу 1683).

$$m = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{3 \cdot 10^8 \cdot 6 \cdot 10^{-7}} = 3,7 \cdot 10^{-36} \text{ (кг)}; \quad N \frac{m_e}{m}; \quad N = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{3,7 \cdot 10^{-36}} = 2,5 \cdot 10^5 \text{ (фотонов)}.$$

1685. $\lambda = 1,6 \text{ нм}$. $E = ?$ $m = ?$ $p = ?$

Решение: $E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$; $m = \frac{h}{c\lambda}$; $p = mc = \frac{h}{\lambda}$.

$$E = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{3 \cdot 10^8 \cdot 1,6 \cdot 10^{-12}} = 1,38 \cdot 10^{-30} \text{ (кг)}.$$

$$p = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{1,6 \cdot 10^{-12}} = 4,14 \cdot 10^{-22} \text{ (кг·м/с)}.$$

1686. $\lambda = 520 \text{ нм}$; $p_\phi = p_e$; $E_\phi = E_e$. $v_e = ?$

Решение: а) $p_\phi = p_e$. $p_\phi = \frac{h}{\lambda}$, $p_e = m_e v_e$. $\frac{h}{\lambda} = m_e v_e$.

$$v_e = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{520 \cdot 10^{-9} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}} = 1,4 \cdot 10^{13} \text{ (м/с)};$$

б) $E_\phi = E_e$. $E_\phi = h \frac{c}{\lambda}$; $E_e = \frac{m_e v_e^2}{2}$. $\frac{h}{c\lambda} = \frac{m_e v_e^2}{2}$; $v_e = \sqrt{\frac{2hc}{\lambda m_e}}$;

$$v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{520 \cdot 10^{-9} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}}} = 9,2 \cdot 10^5 \text{ (м/с)}.$$

1687. $t = 20^\circ \text{C}$. $p_\phi = p_B$. $m_\phi = ?$

Решение: $p_B = m_B v_B$, где $m_B = \frac{\mu}{N_A}$ – масса молекулы водорода, $v_B = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ –

скорость (средняя квадратичная) молекулы водорода, $\mu = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ – молекулярная масса водорода, $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ – число Авогадро, $k = 8,31 \text{ Дж/моль·К}$ – газовая постоянная, $T = t + 273$.

Тогда импульс молекулы водорода

$$p_B = \frac{\mu}{N_A} \sqrt{\frac{3R(t+273)}{\mu}} = \sqrt{\frac{3R(t+273)\mu}{N_A}}; \quad p_\phi = m_\phi c = p_B.$$

$$m_\phi = \sqrt{\frac{3R(t+273)\mu}{cN_A}}. \quad m_\phi = \frac{\sqrt{3 \cdot 8,31 \cdot 293 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}}{3 \cdot 10^8 \cdot 6 \cdot 10^{23}} = 2,1 \cdot 10^{-32} \text{ (кг)}.$$

1688. $N=50$, $t=1\text{ с}$, $\lambda=500\text{ нм}$. $P=?$

Решение: $E=h\frac{c}{\lambda}$ – энергия одного фотона.

$P_{\phi}=\frac{E}{t}$ – мощность одного фотона, $P_{\phi}=\frac{hc}{\lambda t}$.

$$P=P_{\phi}N=\frac{hcN}{\lambda t}. P=\frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 50}{500 \cdot 10^{-9} \cdot 1}=2 \cdot 10^{-17} \text{ (Вт)}.$$

1689. $P=125\text{ Вт}$, $\lambda_1=612,3\text{ нм}$ $E_1=0,02E_{\text{изл}}$

$\lambda_2=579,1\text{ нм}$ $E_2=0,04E_{\text{изл}}$; $\lambda_3=546,1\text{ нм}$ $E_3=0,04E_{\text{изл}}$

$\lambda_4=404,7\text{ нм}$ $E_4=0,029E_{\text{изл}}$; $\lambda_5=365,5\text{ нм}$ $E_5=0,025E_{\text{изл}}$

$\lambda_6=253,7\text{ нм}$ $E_6=0,04E_{\text{изл}}$

$N=?$

Решение: $E=P \cdot t$ – энергия дуги.

$E_{\text{изл}}=\eta E=\eta Pt$ – энергия, излучаемая дугой.

$N_1=\frac{E_1}{E_{\phi}}$ – число фотонов в единицу времени, где $E_{\phi}=h\frac{c}{\lambda_1}$ – энергия

фотона на данной длине волны λ_1 . $N_1=\frac{0,02 \cdot \eta Pt}{hc} \lambda_1$.

$$N_1=\frac{0,02 \cdot 0,8 \cdot 125 \cdot 1}{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} \cdot 612,3 \cdot 10^{-9}=6,17 \cdot 10^{18} \text{ (фотонов/с)}.$$

Аналогично:

$$N_2=\frac{0,04 \cdot 0,8 \cdot 125}{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} \cdot 529,1 \cdot 10^{-9}=1,17 \cdot 10^{19} \text{ (фотонов/с)}.$$

$$N_3=\frac{0,04 \cdot 0,8 \cdot 125}{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} \cdot 546,1 \cdot 10^{-9}=1,1 \cdot 10^{19} \text{ (фотонов/с)}.$$

$$N_4=\frac{0,029 \cdot 0,8 \cdot 125}{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} \cdot 404,7 \cdot 10^{-9}=5,9 \cdot 10^{18} \text{ (фотонов/с)}.$$

$$N_5=\frac{0,025 \cdot 0,8 \cdot 125}{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} \cdot 365,5 \cdot 10^{-9}=4,6 \cdot 10^{18} \text{ (фотонов/с)}.$$

$$N_6=\frac{0,04 \cdot 0,8 \cdot 125}{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} \cdot 253,7 \cdot 10^{-9}=5,11 \cdot 10^{18} \text{ (фотонов/с)}.$$

1690. $U=50\text{ кВ}$, $J=2\text{ мА}$, $N=5 \cdot 10^{13}\text{ с}^{-1}$, $\lambda=0,1\text{ нм}$. $\eta=?$

Решение: $\eta=\frac{P_{\text{полезн}}}{P_{\text{затр}}}$. $P_{\text{затр}}=JU$.

$P_{\text{полезн}}=P_{\phi} \cdot N$, $P_{\phi}=\frac{E_{\phi}}{t}=\frac{hc}{\lambda t}$ – мощность одного фотона.

$$\eta = \frac{hcN}{\lambda tU} ; \eta = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 5 \cdot 10^{13}}{0,1 \cdot 10^{-9} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^3} = 9,93 \cdot 10^{-4} = 0,99 \cdot 10^{-3} \text{ или}$$

$$\eta = 0,99 \cdot 10^{-3} \cdot 100\% \approx 0,1\%.$$

1691. $m=1460 \text{ кг}$, $P=10^4 \text{ Вт}$, $t=24 \text{ г}$. $v=?$

Решение: По закону сохранения импульса $P_k=P_\phi$, где

$P_k=mv$ – импульс корабля.

$$P_\phi = \frac{E}{c} = \frac{P \cdot t}{c} - \text{импульс всех фотонов, испускаемых прожектором.}$$

$$\frac{P \cdot t}{c} = mv, v = \frac{P \cdot t}{c \cdot m} ; v = \frac{10^4 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}{3 \cdot 10^8 \cdot 1460} = 1,98 \cdot 10^{-3} \text{ (м/с).}$$

1692. С точки зрения волновой теории, энергия поглощается электронами непрерывно, и при любой сколь угодно малой частоте существует время, за которое электрон накопит энергию, необходимую для вырывания из вещества. Поэтому с точки зрения волновой теории не существует минимальной частоты ν_{\min} , т. е. красной границы (противоречие).

С точки зрения корпускулярной теории электроны поглощают энергию отдельными порциями – квантами с определенной частотой. Если частота будет меньше некоторой ν_{\min} , то электрон не будет получать ту минимальную энергию, необходимую для его вырывания. Таким образом, только свет с частотой $\nu > \nu_{\min}$ может выбить электрон.

1693. Так как при освещении металла возникает внешний фотоэффект – электроны вырываются из металла, то металлическая пластинка зарядится положительно. При освещении полупроводника имеет место внутренний фотоэффект – электроны не вырываются, а остаются в веществе. Следовательно, пластинка из полупроводника останется электрически нейтральной.

1694. а) Если лучи падают на пластину под углом, то поток света, падающий на пластину, уменьшается. Следовательно, для вырывания электронов с пластины требуется больше времени, поэтому время разрядки электрометра увеличится.

б) Если электрометр приблизить к источнику света, то фотоны будут достигать пластины за меньшее время, следовательно, время разрядки электрометра уменьшится.

в) При закрытии непрозрачным экраном части пластины ее освещаемая площадь уменьшается, а для разрядки электрометра (вырывания с пластины электронов с поверхностного слоя пластины) требуется большее время.

г) Так как освещенность увеличилась, то скорость вырывания электронов из пластины увеличивается. Значит, время разрядки уменьшается.

Так как при падении света, излучаемого электрической дугой, на цинковую пластину внешний фотоэффект создает только ультрафиолетовая часть спектра дуги, то имеем: д) не изменится; е) увеличится.

1695. $A_{\text{вых}}=2\text{эВ}$. $E_e=2\text{эВ}$. $E=?$

Решение: $E = E_e + A_{\text{вых}}$ – энергия фотона. $E = 2 + 2 = 4$ (эВ).

1696. $\lambda_1 = 530$ нм. $A_{\text{вых}}$ – ?; Решение: $A_{\text{вых}} = h\nu_0 = h \frac{c}{\lambda_0}$.

$$A_{\text{вых}} = 6,62 \cdot 10^{-34} \frac{3 \cdot 10^8}{530 \cdot 10^{-9}} = 3,75 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}.$$

1697. $A_{\text{вых}} = 4,76$ эВ. λ_0 – ?

$$A_{\text{вых}} = h \frac{c}{\lambda_0}; \lambda_0 = \frac{hc}{A_{\text{вых}}}, \lambda_0 = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{4,76 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,6 \cdot 10^{-7} \text{ (м)} = 260 \text{ (нм)}.$$

1698. а) $A_{\text{вых(Li)}} = 2,38$ эВ; б) $A_{\text{вых(Na)}} = 2,35$ эВ; в) $A_{\text{вых(K)}} = 2,2$ эВ;

г) $A_{\text{вых(Cs)}} = 1,81$ эВ. λ_0 – ?

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A_{\text{вых}}}.$$

$$\text{а) } \lambda_{0(\text{Li})} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,38 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 5,22 \cdot 10^{-7} \text{ (м)} = 522 \text{ (нм)};$$

$$\text{б) } \lambda_{0(\text{Na})} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,35 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 5,28 \cdot 10^{-7} \text{ (м)} = 528 \text{ (нм)};$$

$$\text{в) } \lambda_{0(\text{K})} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 5,64 \cdot 10^{-7} \text{ (м)} = 564 \text{ (нм)};$$

$$\text{г) } \lambda_{0(\text{Cs})} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,81 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 6,86 \cdot 10^{-7} \text{ (м)} = 686 \text{ (нм)}.$$

1699. $A_{\text{вых(Ag)}} = 4,53$ эВ. Возникнет ли фотоэффект, если на поверхность ртути направить видимый свет?

Решение: Видимый свет лежит в диапазоне от $\lambda_1 = 400$ нм до $\lambda_2 = 700$ нм.

$$A_{\text{вых(1)}} = \frac{hc}{\lambda_1}$$

$$A_{\text{вых(1)}} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{400 \cdot 10^{-9}} \cdot \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 3,1 \text{ (эВ)} < A_{\text{вых(Hg)}} = 4,53 \text{ (эВ)};$$

$$A_{\text{вых(2)}} = \frac{hc}{\lambda_2} < \frac{hc}{\lambda_1} = A_{\text{вых(1)}} = 3,1 \text{ (эВ)}, \text{ т.к. } \lambda_2 > \lambda_1.$$

$A_{\text{вых(2)}} < A_{\text{вых(1)}} < A_{\text{вых(Hg)}}$, поэтому фотоэффект не возникнет.

1700. $A_{\text{вых(Cd)}} = 4,08$ эВ. $v_{\text{max}} = 7,2 \cdot 10^5$ м/с.

v – ?

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}, \text{ где } m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг – масса электрона.}$$

$$v = \frac{1}{h} (A_{\text{вых}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2})$$

$$v = \frac{1}{6,62 \cdot 10^{-34}} (4,08 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} + \frac{1}{2} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (7,2 \cdot 10^5)^2) = 1,34 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)}$$

$$1701. \lambda = 345 \text{ нм. } A_{\text{вых}} = 2,26 \text{ эВ. } E_{\text{кин(макс)}} - ?$$

$$h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин(макс)}};$$

$$E_{\text{кин(макс)}} = A_{\text{вых}} - h \frac{c}{\lambda}.$$

$$E_{\text{кин(макс)}} = 2,26 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} - \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{345 \cdot 10^{-9}} = 2,14 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}.$$

$$1702. \lambda = 317 \text{ нм; } E_{\text{макс}} = 2,84 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}.$$

$$A_{\text{вых(Rb)}} - ? \lambda_{\text{(Rb)}} - ?$$

$$h\nu = A_{\text{вых(Rb)}} + E_{\text{макс}}; A_{\text{вых(Rb)}} = h \frac{c}{\lambda_{\text{Rb}}}; \lambda_{\text{Rb}} = \frac{hc}{A_{\text{вых(Rb)}}}.$$

$$A_{\text{вых(Rb)}} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{317 \cdot 10^{-9}} - 2,84 \cdot 10^{-19} = 3,42 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}.$$

$$\lambda_{\text{Rb}} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3,42 \cdot 10^{-19}} = 5,81 \cdot 10^{-7} \text{ (м)} = 581 \text{ (нм)}.$$

$$1703. \lambda_{\text{макс(K)}} = 450 \text{ нм; } \lambda = 300 \text{ нм. } v - ?$$

$$h\nu = A_{\text{вых(K)}} + \frac{mv^2}{2}; A_{\text{вых(K)}} = h \frac{c}{\lambda_{\text{макс(K)}}}.$$

$$\frac{mv^2}{2} = hc \cdot (\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{\text{макс(K)}}}). \quad v = \sqrt{\frac{2hc}{m}} \sqrt{\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{\text{макс(K)}}}};$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \sqrt{\frac{1}{300 \cdot 10^{-9}} - \frac{1}{450 \cdot 10^{-9}}} = 6,96 \cdot 10^5 \text{ (м/с)}.$$

$$1704. \lambda_0 = 275 \text{ нм; } \lambda = 180 \text{ нм. } A_{\text{вых}} - ? E_{\text{макс}} - ? v_{\text{макс}} - ?$$

$$\text{Решение: } A_{\text{вых}} = h \frac{c}{\lambda_0}; h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{макс}} = h \frac{c}{\lambda_0} + E_{\text{макс}};$$

$$E_{\text{макс}} = h \frac{c}{\lambda} - h \frac{c}{\lambda_0} = hc (\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}).$$

$$\frac{mv_{\text{макс}}^2}{2} = E_{\text{макс}}; v_{\text{макс}} = \sqrt{\frac{2E_{\text{макс}}}{m}} = \sqrt{\frac{2hc}{m} (\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0})}.$$

$$A_{\text{вых}} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{275 \cdot 10^{-19}} = 7,22 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}.$$

$$E_{\text{max}} = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \left(\frac{1}{180 \cdot 10^{-9}} - \frac{1}{275 \cdot 10^{-9}} \right) = 3,81 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}.$$

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{9,1 \cdot 10^{-31}} \left(\frac{1}{180 \cdot 10^{-9}} - \frac{1}{275 \cdot 10^{-9}} \right)} = 9,15 \cdot 10^5 \text{ (м/с)}.$$

1705. $E_{\phi} = 4,9 \text{ эВ}$; $A_{\text{вых}} = 4,5 \text{ эВ}$. $p_{\text{max}} - ?$

Решение:

$$p_{\text{max}} = mv_{\text{max}} \quad E_{\phi} = A_{\text{вых}} + \frac{mv_{\text{max}}^2}{2};$$

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2(E_{\phi} - A_{\text{вых}})}{m}}; \quad p_{\text{max}} = \sqrt{2m(E_{\phi} - A_{\text{вых}})}.$$

$$p_{\text{max}} = \sqrt{\lambda \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} (4,9 - 4,5) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 3,41 \cdot 10^{-25} \text{ (нм/с)}.$$

1706. $\lambda = 200 \text{ нм}$; $A_{\text{вых}} = 4,5 \text{ эВ}$. $U - ?$

Решение: $eU = \frac{mv^2}{2} = E_{\text{кин}}$ – условие того, чтобы в цели пластины фототока

$$\text{не возникало, } E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2} = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}.$$

$$E_{\text{кин}} = h \frac{c}{\lambda} - A_{\text{вых}}; \quad U = \frac{E_{\text{кин}}}{e} = \frac{1}{e} \left(h \frac{c}{\lambda} - A_{\text{вых}} \right).$$

$$U = \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-19}} \cdot \left(\frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{200 \cdot 10^{-9}} - 4,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \right) = 1,7 \text{ (В)}.$$

1707. $\lambda_0 = 275 \text{ нм}$; $\lambda = 175 \text{ нм}$. $U - ?$

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}; \quad \frac{mv^2}{2} = eU;$$

$$U = \frac{1}{e} \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{e} (h\nu - A_{\text{вых}}) = \frac{1}{e} hc \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right).$$

$$U = \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-19}} \cdot 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \left(\frac{1}{17 \cdot 10^{-9}} - \frac{1}{275 \cdot 10^{-9}} \right) = 2,58 \text{ (В)}.$$

1708. $\lambda = 210 \text{ нм}$; $U = 2,7 \text{ В}$. $A_{\text{вых}} - ?$

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}; \quad \frac{mv^2}{2} = eU = h\nu - A_{\text{вых}};$$

$$A_{\text{вых}} = h\nu - eU = h \frac{c}{\lambda} - eU.$$

$$A_{\text{вых}} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{210 \cdot 10^{-9}} - 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2,7 = 5,14 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}.$$

1709. $v_0 = 6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$; $U = 3 \text{ В}$. $v - ?$ $A - ?$

$$h\nu = h\nu_0 + E_{\text{кин}}; E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2} = eU; h\nu = h\nu_0 + eU; A_{\text{вых}} = h\nu_0. v = v_0 + \frac{eU}{h};$$

$$A_{\text{вых}} = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 6 \cdot 10^{14} = 3,97 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}$$

$$v = 6 \cdot 10^{14} + \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3}{6,62 \cdot 10^{-39}} = 1,33 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)}.$$

1710. $U = 0,8 \text{ В}$, $A_{\text{вых(РГ)}} = 5,3 \text{ эВ}$. $\lambda_{\text{max}} - ?$ $\lambda - ?$

$$h\nu = A_{\text{вых(РГ)}} + E_{\text{кин}}; E_{\text{кин}} = eU.$$

$$h \frac{c}{\lambda} = A_{\text{вых(РГ)}} + eU; \lambda = \frac{hc}{A_{\text{вых(РГ)}} + eU}; \lambda_{\text{max}} = \frac{hc}{A_{\text{вых}}};$$

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{5,3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,34 \cdot 10^{-7} \text{ (м)} = 234 \text{ (нм)};$$

$$\lambda = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{5,3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} + 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,8} = 2,03 \cdot 10^{-7} \text{ (м)} = 203 \text{ (нм)}.$$

1711. $U_{\text{min}} = 1,7 \text{ В}$.

1712. $A_{\text{вых(Ли)}} = 2,48 \text{ эВ}$. $U_3(v) - ?$ $h - ?$

$\lambda, \text{ (нм)}$	253,6	313,2	366,3	435,8	577,0
$\nu, \text{ (Гц} \cdot 10^{14} \text{)}$	11,8	9,6	8,2	6,9	5,2
$U, \text{ (В)}$	2,4	1,5	0,9	0,35	0

$$v = \frac{c}{\lambda}. h\nu = A_{\text{вых}} + eU; h = \frac{1}{\lambda} (A_{\text{вых}} + eU).$$

При $v = 11,8 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ ($U = 2,4 \text{ В}$)

$$h = \frac{1}{11,8 \cdot 10^{14}} (2,48 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} + 2,4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}) = 6,617 \cdot 10^{-34} \text{ (Дж} \cdot \text{с)}.$$

1713. $\nu_1 = 1,2 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$; $U_1 = 3,1 \text{ В}$; $\lambda_2 = 125 \text{ нм}$; $U_2 = 8,1 \text{ В}$. $h - ?$

$$\begin{cases} h\nu_1 = A_{\text{вых}} + eU_1, \\ h \frac{c}{\lambda_2} = A_{\text{вых}} + eU_2. \end{cases}$$

$$\Rightarrow h(v_1 - \frac{c}{\lambda_2}) = e(U_1 - U_2).$$

$$h = \frac{e(U_1 - U_2)}{v_1 - \frac{c}{\lambda_2}}; h = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} (3,1 - 8,1)}{1,2 \cdot 10^{15} - \frac{3 \cdot 10^8}{1,25 \cdot 10^{-7}}} = 6,67 \text{ (Дж} \cdot \text{с)}.$$

1714. Нет, нельзя. Фотоны, попадающие на черную сторону лепестков, поглощаются ею, и по закону сохранения импульса на черную сторону лепестков действует импульс $\frac{h}{\lambda}$, λ – длина волны падающего света.

Фотоны, падающие на зеркальную сторону лепестков, практически полностью (если коэффициент отражения зеркала близок к 1) отражаются от нее, придавая ей импульс $\frac{h}{\lambda} - (-\frac{h}{\lambda}) = \frac{2h}{\lambda}$.

Видно, что на зеркальную поверхность действует импульс в два раза больше, чем на черную, т. е. давление света на зеркальную поверхность больше. Значит, зеркальная поверхность двигалась по направлению лучей, т. е. в направлении, обратном наблюдаемому в опыте.

1715. $S=1 \text{ м}^2$; $N=10^5$; $t=1 \text{ с}$, $\lambda=500 \text{ нм}$; $R=0$ – коэффициент отражения.

$$P = \frac{J}{C} (1+R) = \frac{J}{C}.$$

$J = \frac{h\nu \cdot N}{S \cdot t}$ – интенсивность падающего света.

$$P = \frac{hN}{\lambda St}; P = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 10^5}{5 \cdot 10^{-7}} = 1,324 \cdot 10^{-22} \text{ (н/м}^2\text{)}.$$

1716. $S=1 \text{ м}^2$; $t=1 \text{ с}$; $N=10^5$; $\lambda=500 \text{ нм}$; $R=1$.

$$P = \frac{J}{C} (1+R) = \frac{h\nu N}{cSt} (1+R) = \frac{hN}{\lambda St} (1+R).$$

$$P = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 10^5}{5 \cdot 10^{-7}} \cdot 2 = 2,648 \cdot 10^{-22} \text{ (н/м}^2\text{)}.$$

1717. $m=1460 \text{ кг}$; $F_{\text{дав}}=F_T$, $R=1$.

Солнечная постоянная $J=1,4 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2$.

$S = ?$

$F_{\text{дав}} = p \cdot S$ – сила давления света.

$$S = \frac{F_{\text{дав}}}{p} = \frac{F_T}{p}; p = \frac{J}{C} (1+R).$$

$$F_T = G \frac{mM_{\odot}}{(R_{\odot} + h)^2} \cdot \frac{C}{J(1+R)}$$

$$S = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1460 \cdot 1,98 \cdot 10^{30} \cdot 3 \cdot 10^8}{(6,95 \cdot 10^8 + 1,49 \cdot 10^{11})^2 \cdot 1,4 \cdot 10^3 \cdot 2} = 0,92 \text{ (км}^2\text{)}.$$

1718. Нет.

Для первой орбиты $n=1$: $v=6 \cdot 10^{15}$ Гц; $T=1,7 \cdot 10^{-16}$ с.

Для второй орбиты $n=2$: $v=7,5 \cdot 10^{14}$ Гц; $T=1,3 \cdot 10^{-15}$ с.

1719. По теории Бора, атомы поглощают и излучают свет одинаковой частоты.

1720. Да, зависит.

1721. Может.

1722. $v_2=1,9 \cdot 10^7$ м/с; $m_\alpha=6,6 \cdot 10^{-27}$ кг; $q_\alpha=3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл; $q_{Au}=1,3 \cdot 10^{-17}$ Кл.

$r_{\min} - ?$

В начальный момент времени кинетическая энергия α -частицы

$E_{\text{кин}} = \frac{m_\alpha v_\alpha^2}{2}$. Когда α -частица приблизится к ядру золота на минимальное

расстояние, то ее кинетическая энергия будет равна нулю, а потенциальная энергия электростатического взаимодействия в этот момент будет равна

$U = k \frac{q_\alpha q_{Au}}{r_{\min}}$. По закону сохранения энергии $E_{\text{кин}} = U_1 \Rightarrow \frac{m_2 v_2^2}{2} = k \frac{q_\alpha q_{Au}}{r_{\min}}$.

$$r_{\min} = \frac{2q_\alpha q_{Au} k}{m_\alpha v_\alpha^2}. \quad r_{\min} = \frac{2 \cdot 3,2 \cdot 10^{-19} \cdot 1,3 \cdot 10^{-17} \cdot 9 \cdot 10^9}{6,6 \cdot 10^{-27} \cdot (1,9 \cdot 10^7)^2} = 3,1 \cdot 10^{-14} \text{ (м)}.$$

1723. Находясь на третьем возбужденном уровне, электроны могут перейти на 2-й уровень, излучив одну порцию. Со 2-го уровня могут перейти на 1-й уровень, излучив другую порцию энергии. Также возможен переход с 3-го на 1-й энергетический уровень, при этом излучается третья порция энергии. Таким образом, атомы водорода в данной задаче могут испускать кванты с тремя различными энергиями.

1724. $n_1=1$, $n_2=2$. $v - ?$

При переходе электронов с одной орбиты на другую длина волны излучения атома

$$\lambda = \frac{1}{R(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2})}, \quad R = 1,1 \cdot 10^{17} \text{ м}^{-1} - \text{постоянная Ридберга.}$$

n_1 – номер орбиты, на которую переходит электрон, n_2 – номер орбиты, на которой находится электрон.

$$v = \frac{c}{\lambda}. \quad v = cR \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right). \quad v = 3 \cdot 10^8 \cdot 1,1 \cdot 10^7 \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4} \right) = 2,475 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)}.$$

1725. $\varphi=13,56$ В.

1726. $E_{\text{кин}}=1,892$ эВ. $\lambda - ?$

$$E_{\text{кин}} = h \frac{c}{\lambda}. \quad \lambda = \frac{hc}{E_{\text{кин}}}$$

$$\lambda = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,892 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 6,56 \cdot 10^{-7} \text{ (м)} = 656 \text{ (нм)} - \text{соответствует длине волны}$$

красного цвета, т.е. получим в спектре красную линию.

$$\mathbf{1727.} \quad n_1=2; n_2=4, R=1,1 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}. \lambda - ?$$

$$\lambda = \frac{1}{R(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2})}; \lambda = \frac{1}{1,1 \cdot 10^7 (\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2})} = 4,85 \cdot 10^{-7} \text{ (м)} = 485 \text{ (нм)}.$$

Эта длина волны соответствует зелено-голубоватому цвету.

$$\mathbf{1728.} \quad E_2 - E_1 = 3,278 \cdot 10^{-19} \text{ Дж. } \lambda - ?$$

$$E_2 - E_1 = h \frac{c}{\lambda}. \lambda = \frac{hc}{E_2 - E_1}.$$

$$\lambda = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3,278 \cdot 10^{-19}} = 6,06 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 606 \text{ (нм)} - \text{оранжевый цвет}.$$

$$\mathbf{1729.} \quad \Delta E = 4,9 \text{ эВ. } \lambda - ?$$

$$\Delta E = h \frac{c}{\lambda}. \lambda = \frac{hc}{\Delta E}. \lambda = \frac{14 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{6,62 \cdot 10^{-34}} = 3,38 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)}.$$

$$\mathbf{\text{№ 1730.}} \quad E = h\nu; \nu = \frac{E}{h} = \frac{E_{эв} \cdot e}{h} = \frac{14 \text{ эВ} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}}{6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}} = 3,4 \cdot 10^{15} \text{ Гц}.$$

$$\mathbf{1731.} \quad E_1 = 21,6 \text{ эВ; } E_2 = 41 \text{ эВ; } E_3 = 64 \text{ эВ.}$$

$$\lambda_{\min} = 25 \text{ нм.}$$

$$E = h \frac{c}{\lambda}. E = 6,62 \cdot 10^{-34} \frac{3 \cdot 10^8}{25 \cdot 10^{-9}} \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 49,7 \text{ (эВ)}.$$

$$E > E_1, E > E_2, E < E_3.$$

Таким образом, возможны однократная и двукратная ионизации.

$$\mathbf{1732.} \quad \lambda = 10^{-10} \text{ м; } E_{\text{ион}} = 24,5 \text{ эВ; } E_{0(\text{кин})} = 0. \nu_e - ?$$

Изменение кинетической энергии электрона

$$\Delta E = \frac{mv_e^2}{2} - E_{0(\text{кин})} = \frac{mv_e^2}{2}.$$

По закону сохранения энергии

$$\Delta E = E - E_{\text{ион}}, \text{ где } E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}.$$

$$\frac{mv_e^2}{2} = h \frac{c}{\lambda} - E_{\text{ион}}; \nu_e = \sqrt{\frac{2}{m} (h \frac{c}{\lambda} - E_{\text{ион}})}.$$

$$\nu_e = \sqrt{\frac{2}{9,1 \cdot 10^{-31}} (6,62 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{10^{-10}} - 24,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19})} = 6,6 \cdot 10^7 \text{ (м/с)}.$$

1733. Потому что свинец поглощает радиоактивное излучение.

1734. Преимущество кобальтовой пушки перед рентгеновской установкой состоит в том, что проникающая способность γ -излучения, излучаемого кобальтовой пушкой, больше, чем у рентгеновского излучения.

1735. Нет.

1736. Потеря энергии обусловлена ионизацией воздуха.

1737. Произошел α -распад атомных ядер 2-х типов.

1738. ${}_{12}^{24}\text{Mg}$, ${}_{12}^{25}\text{Mg}$, ${}_{12}^{26}\text{Mg}$.

$N_p - ?$ $N_n - ?$

${}_{12}^{24}\text{Mg}$: $N_p = 12$; $N_n = 24$. $N_p = 24 - 12 = 12$;

${}_{12}^{25}\text{Mg}$: $N_p = 12$; $N_n = 24$. $N_p = 25 - 12 = 13$;

${}_{12}^{26}\text{Mg}$: $N_p = 12$; $N_n = 24$. $N_p = 26 - 12 = 14$.

1739. ${}_3^8\text{Li}$.

β -распад: ${}_3^8\text{Li} \rightarrow {}_{-1}^0e + {}_4^8\text{Be}$;

α -распад: ${}_4^8\text{Be} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_2^4\text{He}$.

1740. ${}_{92}^{239}\text{U}$.

β -распад: ${}_{92}^{239}\text{U} \rightarrow {}_{-1}^0e + {}_{92}^{239}\text{Np}$;

β -распад: ${}_{92}^{239}\text{Np} \rightarrow {}_{-1}^0e + {}_{94}^{234}\text{Pu}$;

α -распад: ${}_{94}^{234}\text{Pu} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{92}^{235}\text{U}$.

1741. ${}_{90}^{234}\text{Th}$.

3 последовательных α -распада:

1) ${}_{90}^{234}\text{Th} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{88}^{230}\text{Ra}$;

2) ${}_{88}^{230}\text{Ra} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{86}^{226}\text{Po}$.

1742. ${}_{81}^{210}\text{Tl}$.

3 последовательных β -распада:

1) ${}_{81}^{210}\text{Tl} \rightarrow {}_{-1}^0e + {}_{82}^{210}\text{Pb}$;

2) ${}_{82}^{210}\text{Pb} \rightarrow {}_{-1}^0e + {}_{83}^{210}\text{Bi}$;

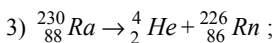
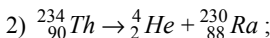
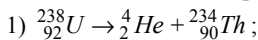
3) ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_{-1}^0e + {}_{84}^{210}\text{Po}$;

α -распад:

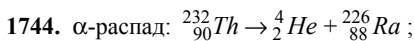
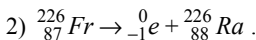
${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{82}^{206}\text{Pb}$.

1743. ${}_{92}^{238}\text{U}$.

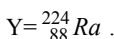
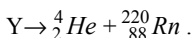
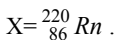
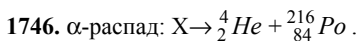
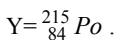
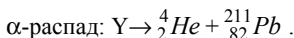
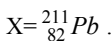
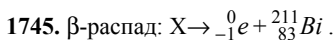
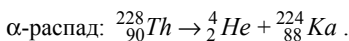
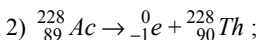
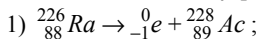
3 последовательных α -распада:



2 последовательных β -распада: 1) ${}_{86}^{226}\text{Rn} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_{87}^{226}\text{Fr};$



2 последовательных β -распада:



1747. $t = \frac{T}{2} \cdot \frac{N_{(p)}}{N_0} - ?$

Закон радиоактивного распада $N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}.$

$$\frac{N}{N_0} = 2^{-\frac{T}{2T}} = 2^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}; N = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot N_0.$$

$$N_{(p)} = 1 - \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,29.$$

1748. $t - 1$ месяц, $T = 71$ день. $\frac{N}{N_0} - ?$

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}. \quad t=30 \text{ дней.}$$

$$N = N_0 2^{-\frac{30}{71}}. \quad \frac{N}{N_0} = 2^{-\frac{30}{71}} = 0,746 \text{ или } \frac{N}{N_0} = 74,6\%.$$

$$\mathbf{1749.} \quad t=8 \text{ дней. } N_1 = \frac{N_0}{4}.$$

$$N_1 = N_0 2^{-\frac{t}{T}}. \quad \frac{N_0}{4} = N_0 2^{-\frac{t}{T}}. \quad \frac{1}{4} = 2^{-\frac{8}{T}}. \quad \frac{8}{T} = 2.$$

$$T=4 \text{ дня.}$$

$$\mathbf{1750.} \quad {}_{27}^{58}\text{Co} : t_1=20 \text{ суток, } T_1=72 \text{ суток.}$$

$$\frac{N_{1(p)}}{N_{1(0)}} - ?$$

$${}_{27}^{60}\text{Co} : T_2=5,3 \text{ года; } \frac{N_{2(p)}}{N_{2(0)}} = \frac{N_{1(p)}}{N_{1(0)}}.$$

$$t_2 - ?$$

$$1) \quad N_1 = N_{0(1)} 2^{-\frac{t_1}{T_1}}. \quad N_{1(p)} = N_{1(0)} - N_1 = N_{1(0)} \left(1 - 2^{-\frac{t_1}{T_1}}\right).$$

$$\frac{N_{1(p)}}{N_{1(0)}} = 1 - 2^{-\frac{t_1}{T_1}}.$$

$$2) \quad \frac{N_{2(p)}}{N_{2(0)}} = \frac{N_{1(p)}}{N_{1(0)}}; \quad 1 - 2^{-\frac{t_2}{T_2}} = 1 - 2^{-\frac{t_1}{T_1}}.$$

$$\frac{t_2}{T_2} = \frac{t_1}{T_1}. \quad t_2 = t_1 \frac{T_2}{T_1}.$$

Расчеты:

$$\frac{N_{1(p)}}{N_{1(0)}} = 1 - 2^{-\frac{20}{72}} = 0,175 \text{ или } 17,5\%$$

$$t_2 = 20 \frac{5,3}{72} = 1,5 \text{ (года).}$$

$$\mathbf{1751.} \quad t=1 \text{ сутки, } N_0=10^6; \quad T_{Rn}=3,3 \cdot 10^5 \text{ с.}$$

$$N_{(p)} = N_0 - N_0 2^{-\frac{t_1}{T_{Rn}}}$$

$$N_{(p)} = 10^6 \left(1 - 2^{-\frac{24 \cdot 60 \cdot 60}{3,3 \cdot 10^5}}\right) = 1,67 \cdot 10^5 \text{ атомов.}$$

$$\mathbf{1752.} \quad {}_{53}^{131}\text{J}, \quad {}_{53}^{133}\text{J}, \quad {}_{53}^{135}\text{J}. \quad T_1=8 \text{ суток, } T_2=20 \text{ ч., } T_3=7 \text{ ч. } t=1 \text{ месяц.}$$

$$\frac{N_{1(p)}}{N_{1(0)}} - ? \quad \frac{N_{2(p)}}{N_{2(0)}} - ? \quad \frac{N_{3(p)}}{N_{3(0)}} - ?$$

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}} \cdot N_{(p)} = N_0 - N_0 2^{-\frac{t}{T}}$$

$$\frac{N_{1(p)}}{N_{1(0)}} = 1 - 2^{-\frac{30}{8}} = 0,93 \text{ или } 93\%;$$

$$\frac{N_{2(p)}}{N_{2(0)}} = 1 - 2^{-\frac{30 \cdot 24}{20}} \approx 1; \quad \frac{N_{3(p)}}{N_{3(0)}} = 1 - 2^{-\frac{30 \cdot 24}{7}} \approx 1.$$

$$\mathbf{1753.} \quad T(^{90}_{38}\text{Sr}) = T_1 = 28 \text{ лет}, \quad T(^{137}_{55}\text{Cs}) = T_2 = 30 \text{ лет}, \quad \frac{N}{N_0} = \frac{1}{10}$$

$$t_1 - ? \quad t_2 - ?$$

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}, \quad \frac{N}{N_0} = 2^{-\frac{t}{T}}$$

$$2^{-\frac{t_1}{T_1}} = 10^{-1}; \quad 2^{\frac{t_1}{T_1}} = 10$$

$$\frac{t_1}{T_1} = \log_2 10.$$

$$t_1 = T_1 \log_2 10 = 28 \cdot 3,33 = 93,3 \text{ (года)}$$

$$t_2 = T_2 \cdot 3,33 = 30 \cdot 3,33 = 100 \text{ (лет)}.$$

1754. Т.к. в верхних слоях атмосферы ее плотность ниже, чем у поверхности Земли, то длина пробега α -частицы больше в верхних слоях атмосферы.

1755. β -излучение и γ -излучение.

1756. $C = 24 \text{ мФ}$, $\Delta U = 20 \text{ В}$. $N = ?$

Количество пар ионов, образовавшихся в счетчике Гейгера, определяется количеством электронов N , движущихся в цепи (рис. 245). Количество электронов есть отношение заряда, протекшего в цепи, к заряду одного электрона:

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{C \Delta U}{e} \cdot N = \frac{24 \cdot 10^{-12} \cdot 20}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 3 \cdot 10^9 \text{ (пар ионов)}.$$

1757. Если уменьшить сопротивление R в цепи (рис. 245), то счетчику будет требоваться меньшее время для того, чтобы принять новый сигнал.

1758. Индукция магнитного поля должна быть направлена за плоскость чертежа перпендикулярно ей.

1759. Из рисунка видно, что сила Лоренца действовала в направлении, показанном на рисунке. По правилу левой руки, учитывая, что заряд электрона отрицательный, делаем вывод, что электрон двигался снизу вверх.

1760. (Начало решения – см. 1759).

Правый трек – отрицательно заряженная частица, соответственно левый трек принадлежит положительно заряженной частице. Массы частиц разные, так как толщина треков разная.

1761. Так как масса α -частицы во много раз больше массы β -частицы, то траектория α -частицы короткая вследствие ее трения при движении в парах воды. β -частица не успевает затормозить, поэтому ее треки полностью не умещаются в камере. Под действием силы Лоренца, действующей на α -частицу, траектория последней искривляется.

1762. Так как свинец поглощает радиоактивное излучение, то треки частиц будут больше закреплены. Следовательно, можно определить знак заряда частицы и направление ее движения.

1763. Из рисунка видно (по толщине треков), что частица, пройдя через слой АВ, потеряла скорость (трек в нижней части от АВ толще). Треки частиц быстро исчезают, потому что сконденсировавшиеся капли насыщенного пара воды при возвращении начальных условий вновь превращаются в молекулы пара, и туман рассеивается.

1765. Нейтрон будет испытывать больше столкновений с ядрами элементов, атомная масса которых меньше, т. е. с ядрами углерода, т. е. $m_c = 12$ а.е.м. $< m_0 =$ а.е.м.

1766. Так как нейтрон электрически нейтрален, то при проникновении в ядра атомов между ними и ядрами не возникает сил электрического взаимодействия, нежели с другими частицами, имеющими заряд. Поэтому нейтроны легче проникают в ядра атомов, чем другие частицы.

1767. ${}^4_2\text{He}$; ${}^7_3\text{Li}$; ${}^{27}_{13}\text{Al}$. $E_{\text{св}} - ?$

Дефект масс $\Delta M = Z \cdot m_p + (A - Z)m_n - \mu_{\text{ядра}}$, где Z – заряд ядра, A – атомная масса элемента, $\mu_{\text{ядра}}$ – масса ядра.

$m_n = 1,00866$ а.е.м. – масса нейтрона

$m_p = 1,00783$ а.е.м. – масса протона.

1) ${}^4_2\text{He}$. $\mu_{\text{He}} = 4,0026$ а.е.м.

$\Delta M = 2 \cdot 1,00783 + (4 - 2) \cdot 1,00866 - 4,0026 = 0,03038$ (а.е.м.)

$E_{\text{св}} = E_0 \Delta M$, $E_0 = 931 \text{ МэВ}$ – энергия связи одной атомной единицы массы.

$\Delta E_{\text{св}} = E_0 \Delta M$.

$\Delta E_{\text{св}} = 931 \cdot 0,03038 = 28,28$ (МэВ).

2) ${}^7_3\text{Li}$: $Z = 3$ $A = 7$.

$\mu_{\text{Li}} = 7,01601$ а.е.м.

$\Delta M = 3 \cdot 1,00783 + (7 - 3) \cdot 1,00866 - 7,01601 = 0,04212$ (а.е.м.).

$E_{\text{св}} = 931 \cdot 0,04212 = 39,2$ (МэВ).

3) ${}^{27}_{13}\text{Al}$; $Z = 13$; $A = 27$, $\mu_{\text{Al}} = 26,98146$.

$\Delta M = 13 \cdot 1,00783 + (27 - 13) \cdot 1,00866 - 26,98146 = 0,24157$.

$E_{\text{св}} = 0,24157 \cdot 931 = 224,9$ (МэВ).

1768. ${}^3_1H : {}^3_2He$. $E_{св}$ – ?

$${}^3_1H : Z=1, A=3. \mu_H=3,01605$$

$$\Delta M_H = Z \cdot m_p + (A-Z)m_n - \mu_H.$$

$$\Delta M_H = 1,00783 \cdot (3-1) \cdot 1,01605 = 0,0091 \text{ (а.е.м.)}$$

$$E_{св(H)} = 931 \cdot 0,0091 = 8,47 \text{ (МэВ)}.$$

$${}^3_2He : Z=2; A=3; \mu_{{}^3_2He} = 3,01602 \text{ (а.е.м.)}$$

$$\Delta M_{(He)} = 21,00783 + 1,00866 - 3,01602 = 0,0083 \text{ (а.е.м.)}$$

$$E_{св\, {}^3_2He} = 931 \cdot 0,0083 = 7,72 \text{ (МэВ)}$$

$$\text{т.к. } \frac{E_{св({}^3_1H)}}{A({}_1^3H)} = \frac{8,47}{3} > \frac{7,72}{3} = \frac{E_{св({}^3_2He)}}{A({}_2^3He)} \text{ [МэВ/нуклон]},$$

то ядро 3_1H более устойчиво. (Удельная энергия связи $\frac{E_{св}}{A}$ у 3_1H больше,

чем у 3_2He).

1769. 2_1H . $E_{св}$ – ?

$$Z=1, A=2, \mu_{{}_1^2H} = 2,0141$$

$$\Delta M_{{}_1^2H} = (1,00783 + 1,00866 - 2,0141) = 0,00239 \text{ (а. е. м.)}$$

$$\text{Удельная энергия связи: } \frac{E_{св}}{A} = \frac{931 \cdot 0,00239}{2} = 1,11 \text{ (МэВ/нуклон)}.$$

1770. 7_3Li , ${}^{14}_7N$, ${}^{16}_8O$, ${}^{27}_{13}Al$, ${}^{40}_{20}Ca$, ${}^{63}_{29}Cu$, ${}^{113}_{48}Cd$, ${}^{200}_{80}Hg$, ${}^{238}_{92}U$.

$$\frac{E_{св}}{A} (A) - ?$$

$$E_{св} = E_0 \Delta M; \Delta M = Z \cdot m_p + (A-Z)m_n - \mu_{\text{ядра}}.$$

$$\text{Для ядра } {}^7_3Li : E_{св} = E_0 \Delta M.$$

$$E_{св} = 931(3 \cdot 1,00783 + (7-3)1,00866 - 7,01601) = 39,2 \text{ (МэВ)}.$$

$$\frac{E_{св}}{A} = \frac{39,2}{7} = 5,6 \text{ (МэВ/нуклон)}.$$

Аналогично для других ядер:

Ядро	${}^{14}_7N$	${}^{16}_8O$	${}^{27}_{13}Al$	${}^{40}_{20}Ca$	${}^{63}_{29}Cu$	${}^{113}_{48}Cd$	${}^{200}_{80}Hg$	${}^{238}_{92}U$
$\frac{E_{св}}{A}$ (МэВ/нуклон)	7,23	7,71	8,33	5,8	0,36	12,6	5,0	7,65

$$1771. {}^4_5B + {}^4_2He \rightarrow {}^{14}_7N + {}^1_0n.$$

$$1772. {}^{27}_{13}Al + {}^4_2He \rightarrow {}^{30}_{15}P + {}^1_0n;$$

распад с выделением позитрона: ${}^{30}_{15}P \rightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^0_1e.$

$$1773. 1) {}^{36}_{26}Fe + {}^1_0n = {}^{56}_{25}Mn + {}^1_1H;$$

$$2) {}^{56}_{25}Mn \rightarrow {}^{36}_{26}Fe + {}^0_{-1}e.$$

$$1774. 1) {}^{10}_5B + {}^4_2He = {}^{13}_7N + {}^1_0n;$$

$$2) {}^{13}_7N \rightarrow {}^{13}_8O + {}^0_1e.$$

$$1775. {}^{11}_5B + {}^1_1H \rightarrow 3 {}^4_2He.$$

$$1776. 1) {}^{14}_7N + ? \rightarrow {}^{17}_8O + {}^1_1H; {}^A_ZX : A=(17+1)-14=4, Z=(8+1)-7=2.$$

$${}^A_ZX = {}^4_2He;$$

$$2) {}^{14}_7N + ? \rightarrow {}^{15}_8O + \gamma; {}^A_ZX : A=15-14=1, Z=8-7=1.$$

$${}^A_ZX = {}^1_1H;$$

$$3) {}^{14}_7N + ? \rightarrow {}^4_5B + {}^4_2He; {}^A_ZX : A=(11+4)-14=1, Z=(3+2)-7=0.$$

$${}^A_ZX = {}^1_0n.$$

$$1777. 1) {}^{27}_{13}Al (n, 2) X: {}^{27}_{13}Al + {}^1_0n = {}^4_2He + {}^{24}_{11}Na. X = {}^{24}_{11}Na.$$

$$2) {}^{55}_{25}Mn (x, n) {}^{55}_{26}Fe: {}^{55}_{25}Mn + {}^1_1H = {}^1_0n + {}^{55}_{26}Fe; x = {}^1_1H.$$

$$3) {}^{14}_7N + {}^1_0n = {}^1_1H + {}^{14}_6C, x = {}^1_1H; {}^{14}_7N (n, x) {}^{14}_6C;$$

$$4) {}^{19}_9Fe (p, x) {}^{16}_8O: {}^{19}_9Fe + {}^1_1p = {}^4_2He + {}^{16}_8O; x = {}^4_2He;$$

$$5) {}^{27}_{13}Ac (\alpha, p) X: {}^{27}_{13}Al + {}^4_2He = {}^1_1p + {}^{30}_{14}Si; X = {}^{30}_{14}Si;$$

$$6) X (p, \alpha) {}^{24}_{11}Na: {}^{25}_{12}Mg + {}^1_1p = {}^4_2He + {}^{24}_{11}Na; X = {}^{25}_{12}Mg.$$

$$1778. 1) {}^{14}_7N + {}^4_2He = {}^1_1H + {}^{17}_8O.$$

$$E=|\Delta\mu|E_0=931|\Delta\mu| \text{ (МэВ)}.$$

$$\Delta\mu=\mu_1+\mu_2-(\mu_3+\mu_4).$$

$$\mu_{{}^{14}_7N}=14,0037 \text{ (a. e. m.)}, \mu_{{}^4_2He}=4,0026 \text{ (a. e. m.)};$$

$$\mu_{({}^1_1H)}=1,00783+4,0026-(1,00783+16,99913)=-0,00129 \text{ (a. e. m.)};$$

$$E=0,00129 \cdot 931=1,2 \text{ (МэВ)};$$

$$2) {}^9_4Be + {}^2_1H = {}^{10}_5B + {}^1_0n.$$

$$\mu_{{}^9_4Be}=9,01219 \text{ (a. e. m.)}, \mu_{{}^2_1H}=2,0141 \text{ (a. e. m.)},$$

$$\mu_{^{10}_5B} = 10,01294 \text{ (а. е. м.)}, \mu_{^1_0n} = 1,00866 \text{ (а. е. м.)}.$$

Аналогично пункту 1), $E=4,35$ (МэВ)

3) $E=15$ МэВ; 4) $E=17,3$ МэВ.

1779. $^{10}_5B + ^1_1H = ^8_4Be + ^4_2He$ – ядра 4_2He получаются, кроме ядер 8_4Be .

$E=931$ (Дж) (МэВ).

$$\mu_{^{11}_5B} = 11,0093 \text{ (а. е. м.)} \quad \mu_{^1_1H} = 1,00783 \text{ (а. е. м.)}$$

$$\mu_{^8_4He} = 8,02168 \text{ (а. е. м.)} \quad \mu_{(^4_2He)} = 4,0026 \text{ (а. е. м.)}.$$

$$\Delta\mu = 11,0093 + 1,00783 - (8,02168 + 4,0026) = -0,00715 \text{ (а. е. м.)}.$$

$$E = 0,00715 \cdot 931 = 6,66 \text{ (МэВ)}.$$

$$\mathbf{1780.} \quad ^7_3Li + ^1_1H = ^4_2He + ^4_2He$$

$$\mu_{^7_3Li} = 7,016 \text{ (а. е. м.)}; \mu_{(^1_1H)} = 1,00783 \text{ (а. е. м.)}$$

$$\mu_{(^4_2He)} = 4,0026 \text{ (а. е. м.)}.$$

$$\Delta\mu = 7,016 + 1,00783 - 2 \cdot 4,0026 = 0,01863 \text{ (а. е. м.)}.$$

$$E = 931 |\Delta\mu|; E = 931 \cdot 0,01863 = 17,34 \text{ (МэВ)}$$

$$E = 17,34 \cdot 10^6 \text{ эВ} = 2,78 \cdot 10^{-12} \text{ (Дж)}.$$

$$E = 2 \cdot \frac{m_2 v^2}{2}, v = \sqrt{\frac{E}{m_\alpha}}.$$

$$v = \sqrt{\frac{2,78 \cdot 10^{-12}}{4,0026 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}}} = 2,05 \cdot 10^7 \text{ (м/с)}.$$

$$\mathbf{1781.} \quad r = 10^{-12} \text{ см. } U - ?$$

$$U = k \frac{q^2}{r}; U = 9 \cdot 10^9 \frac{(1,6 \cdot 10^{-19})^2}{10^{-12} \cdot 10^{-2}} = 2,3 \cdot 10^{-14} \text{ (Дж)} = 0,84 \text{ (МэВ)}.$$

$$\mathbf{1782.} \quad ^1_1H : \overline{W}_{\text{кин}} = 0,14 \text{ МэВ. } T - ?$$

$$\overline{W}_{\text{кин}} = \frac{3}{2} kT; T = \frac{2\overline{W}_{\text{кин}}}{3k}.$$

$$T = \frac{2 \cdot 0,14 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23}} = 1,1 \cdot 10^9 \text{ (К)}.$$

$$\mathbf{1783.} \quad 1) \quad ^2_1H + ^2_1H \rightarrow ^1_1H + ^3_1H$$

$$\mu_{(^1_1H)} = 1,00783 \text{ (а. е. м.)};$$

$$\mu_{(^2_1H)} = 2,01410 \text{ (а. е. м.)};$$

$$\mu_{(^3_1H)} = 3,01543 \text{ (а. е. м.)}$$

$$E=931 \cdot \Delta\mu=931 \cdot (2 \cdot 2,01410 - 1,00783 - 3,01543) = 4,6 \text{ (МэВ)};$$

$$2) {}^2_1H + {}^2_1H = {}^3_2He + {}^1_0n;$$

$$\mu({}^3_2He) = 3,01605 \text{ (а. е. м.)};$$

$$\mu({}^1_0n) = 1,00866 \text{ (а. е. м.)};$$

аналогично пункту 1), $E=3,25 \text{ (МэВ)}$.

$$\mu({}^3_1H) = 3,01543 \text{ (а. е. м.)}$$

$$E=931 \cdot \Delta\mu=931 \cdot (2 \cdot 2,01410 - 1,00783 - 3,01543) = 4,6 \text{ (МэВ)}.$$

$$\mathbf{1784.} \quad {}^7_3Li + {}^1_1H \rightarrow 2 {}^4_2He, E_{\alpha}=9,15 \text{ МэВ}.$$

$$E_{{}^1_1H} - ?$$

По закону сохранения энергии

$$E + E_{{}^1_1H} = 2E_{\alpha}, \text{ где } E - \text{ выделившаяся энергия,}$$

$$E=931 \cdot (-2 \cdot 4,0026 + 1,00783 + 7,016) = 17,3 \text{ (МэВ)}.$$

$$E_{{}^1_1H} = 2E_{\alpha} - E,$$

$$E_{{}^1_1H} = 2 \cdot 9,15 - 17,3 = 1 \text{ (МэВ)}.$$

$$\mathbf{1785.} \quad {}^{24}_{12}Mg (\gamma; n): {}^{24}_{12}Mg + \gamma = {}^1_0n + {}^{23}_{12}Mg.$$

$$\mu({}^{24}_{12}Mg) = 24,305 \text{ (а. е. м.)}$$

$$\mu({}^{23}_{12}Mg) = 23,3142 \text{ (а. е. м.)}$$

$$E = |\mu({}^{24}_{12}Mg) - \mu({}^1_0n) - \mu({}^{23}_{12}Mg)| \cdot 931;$$

$$E = |24,305 - 1,00866 - 23,3142| \cdot 931 = 16,6 \text{ (МэВ)}.$$

$$\mathbf{1786.} \quad {}^2_1H + \gamma = {}^1_0n + {}^1_1H.$$

$$E_{\gamma} - ?$$

По закону сохранения энергии $E_{\gamma} = 931 \cdot x$

$$x(1,00783 + 1,00866 - 2,0141) = 2,2 \text{ (МэВ)}.$$

$$\mathbf{1787.} \quad t_1=0^{\circ}\text{C}, t_2=100^{\circ}\text{C}; {}^7_3Li (p, {}^4_2He) m_{Li}=12.$$

$$m_{H_2O} - ?$$

$${}^7_3Li + {}^1_1H = {}^4_2He + {}^4_2He,$$

$$Q=E;$$

$$Q = C_{H_2O} m_{H_2O} (t_2 - t_1); E = 931 \left| \frac{m_{Li}}{M_{Li}} \right| N_A \text{ (МэВ)},$$

где $\Delta\mu$ – дефект масс, $M_{Li}=7 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ – молярная масса лития,
 $N_A=6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль}$.

$$m_{H_2O} = \frac{Q}{C_{H_2O}(t_2 - t_1)} = \frac{931 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} |\Delta\mu| m_{Li} N_A}{C_{H_2O}(t_2 - t_1) M_{Li}},$$

$$m_{H_2O} = \frac{931 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (7,016 + 1,007832 - 2 \cdot 4,0026) \cdot 10^{-3} \cdot 6,12 \cdot 10^{23}}{4200 \cdot 100 \cdot 7 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= 5,68 \cdot 10^5 \text{ (кг)}.$$

1788. ${}_{13}^{27}Al + {}_2^4He = {}_{14}^{30}Si + {}_1^1H$. $m_{Al}=1$ г. $E_\alpha=8$ МэВ.

$E - ?$ $E_{затр} - ?$

$$E = 931 \cdot [\mu({}_{13}^{27}Al) + \mu({}_2^4He) - \mu({}_{14}^{30}Si) - \mu({}_1^1H)] \cdot \frac{m_{Al}}{M_{Al}} \cdot N_A$$

$$E = 931 \cdot 10^6 \cdot (26,9815 + 4,0026 -$$

$$- 29,97365 - 1,00783) \cdot \frac{10^{-3}}{27 \cdot 10^{-3}} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 5,35 \cdot 10^{22} \text{ (МэВ)}.$$

Количество α -частиц, необходимое для осуществления данной реакции,

определяется количеством атомов алюминия: $N_{\alpha(0)} = N_{Al} = \frac{m_{Al}}{M_{Al}} \cdot N_A$ - если

бы каждая α -частица вызывала превращение. Но так как только одна α -частица из $2 \cdot 10^6$ частиц вызывает превращение, то общее количество α -частиц $N = 2 \cdot 10^6 \cdot N_{\alpha(0)}$.

Тогда энергия, требуемая для осуществления превращения, равна

$$E_{затр} = E_\alpha \cdot N = 2 \cdot 10^6 \cdot E_\alpha \cdot \frac{m_{AC}}{M_{AC}} \cdot N_A.$$

$$E_{затр} = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{27 \cdot 10^{-3}} = 3,6 \cdot 10^{29} \text{ (МэВ)}.$$

$$\frac{E_{затр}}{A} = \frac{3,6 \cdot 10^{29}}{5,35 \cdot 10^{22}} = 6,73 \cdot 10^6.$$

1789. $t=24$ часа, $m_{235U}=220$ г, $\eta=25\%$. $P - ?$

$E_U=200$ МэВ.

$$\eta = \frac{A_{\text{полезн}}}{A_{\text{затр}}}, \text{ где } A_{\text{полезн}} = P \cdot t - \text{полезная работа,}$$

$A_{\text{затр}} = Q - \text{затраченная работа.}$

$$Q = E_U \cdot N = E_U \cdot \frac{m_U}{M_U} N_A.$$

$$\eta = \frac{P t M_U}{E_U m_U N_A},$$

$$P = \frac{\eta E_U m_U N_A}{t \cdot M_U};$$

$$P = \frac{0,25 \cdot 200 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,22 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 0,235} = 53 \cdot 10^6 \text{ (Вт)}.$$