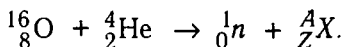


$$\lambda = \frac{8hc}{3m_1v^2(1 - 3m_1/m_2)} \quad (5)$$

Масса протона $m_1 = 1$ а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг, масса атома гелия $m_2 = 4$ а.е.м. = $6,64 \cdot 10^{-27}$, постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж · с, скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. Подставив эти значения и значение скорости v в формулу (5), найдем $\lambda = 6 \cdot 10^{-7}$ м.

954. В ядро кислорода ${}^{16}_8\text{O}$ ударяет α -частица (${}^4_2\text{He}$) и застревает в нем, выбивая нейтрон (${}_0^1n$). Написать реакцию.

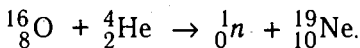
Решение. Пусть ${}_Z^AX$ — ядро, образовавшееся в результате реакции. Тогда ядерную реакцию запишем так:



Учитывая, что в ядерной реакции сохраняется электрический заряд, т. е. сумма зарядов частиц и ядер, вступающих в реакцию, равна сумме зарядов образующихся частиц и ядер, составим равенство $8 + 2 = 0 + Z$, откуда $Z = 10$.

В ядерной реакции сохраняется полное число нуклонов, т. е. суммы массовых чисел частиц и ядер до и после реакции должны равняться друг другу. Поэтому $16 + 4 = 1 + A$, откуда $A = 19$.

По таблице Менделеева находим, что элемент, у которого ядро атома содержит 10 протонов, — это неон. Таким образом, ядерную реакцию можно окончательно записать так:



Задачи для самостоятельного решения

955. Определить плотность ядерного вещества, считая радиус ядра атома $R = R_0\sqrt[3]{A}$, где $R_0 = 1,3 \cdot 10^{-15}$ м, A — массовое число. Масса нуклона $m_0 = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг. Какова была бы масса тела объемом $V = 1,0$ см³, если бы оно состояло из одних ядер?

956. В опытах Резерфорда α -частицы в момент попадания на тонкую золотую фольгу имели скорость $v = 2 \cdot 10^7$ м/с. Полагая вектор скорости α -частицы совпадающим с прямой, соединяющей частицу и ядро атома золота (лобовое

соударение), найти расстояние максимального приближения α -частицы к ядру атома золота. Молярная масса гелия $M = 4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, постоянная Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$, элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, заряд ядра золота $q = 79e$, электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

957. Резерфорд наблюдал, что при лобовом соударении с неподвижными ядрами атомов меди α -частицы с энергией $E_0 = 5,0$ МэВ последние отлетают назад с энергией $E = 3,9$ МэВ. Вычислить по этим данным отношение масс ядра атома меди и α -частицы. Взаимным отталкиванием зарядов пренебречь.

958. Какова скорость α -частицы с кинетической энергией $E_k = 7,68$ МэВ? Масса α -частицы $m = 6,64 \cdot 10^{-27}$ кг.

959. Пучок однократно ионизированных изотопов магния ^{24}Mg и ^{25}Mg влетает в однородное магнитное поле. Определить радиус R_1 окружности, по которой движутся легкие изотопы, если для тяжелых изотопов он равен R_2 . Скорость всех ионов в пучке считать одинаковой.

960. Атом водорода состоит из ядра, вокруг которого вращается единственный электрон. С какой частотой вращается электрон вокруг ядра, если его орбита – окружность радиуса $r = 5,3 \cdot 10^{-11}$ м? Масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

961. Атом водорода при переходе из одного стационарного состояния в другое испускает последовательно два кванта, длины волн которых $\lambda_1 = 4051$ нм и $\lambda_2 = 97,25$ нм. Определить изменение энергии атома водорода. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8$ м/с.

962. На каком расстоянии от центра ядра находится электрон в атоме водорода, если скорость его движения по орбите $v = 2,2 \cdot 10^6$ м/с? Какова напряженность поля, создаваемого ядром в точках орбиты? Заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м, масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

963. Радиус первой орбиты электрона в атоме водорода $r_1 = 5,3 \cdot 10^{-11}$ м. Найти напряженность электрического поля ядра на этом расстоянии и кинетическую энергию электрона на первой орбите. Заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

964. Во сколько раз линейная скорость электрона на первой орбите в атоме водорода больше скорости v пассажирского самолета Ту-134, равной 850 км/ч? Постоянная Планка $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}$ Дж · с, заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

965. Цинковую пластину освещают монохроматическим светом, длина волны которого соответствует переходу электрона в атоме водорода с уровня с энергией $W_1 = -0,38$ эВ на уровень с энергией $W_2 = -13,6$ эВ. Определить, на какое максимальное расстояние от пластинки может удалиться фотоэлектрон, если вне ее имеется задерживающее однородное электрическое поле напряженностью $E = 10$ В/см. Заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, работа выхода электрона из цинка $A = 6,4 \cdot 10^{-19}$ Дж.

966. На основании теории Бора найти отношение потенциальной энергии E_p электрона к его кинетической энергии E_k в атоме водорода.

967. Найти число протонов и нейтронов, входящих в состав ядер: а) ${}_{13}^{27}\text{Al}$; б) ${}_{82}^{207}\text{Pb}$; в) ${}_{92}^{235}\text{U}$.

968. Определить энергию связи ядра урана ${}_{92}^{235}\text{U}$. Масса ядра ${}_{92}^{235}\text{U}$ $m_{\text{я}} = 234,99331$ а.е.м., масса протона $m_p = 1,00728$ а.е.м., масса нейтрона $m_n = 1,00867$ а.е.м., 1 а.е.м. = $1,66053 \cdot 10^{-27}$ кг. Скорость света в вакууме $c = 2,998 \cdot 10^8$ м/с.

969. Масса m_1 ядра ${}^8_8\text{O}$ равна 16,00 а.е.м. Определить его дефект массы и энергию связи, если известно, что масса m_2 ядра ${}^4_2\text{He}$ равна 4,00 а.е.м., а его дефект массы $\Delta m_2 = 0,03$ а.е.м. Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8$ м/с.

970. Найти энергию связи, приходящуюся на один нуклон в ядре атома кислорода ${}^{16}_8\text{O}$. Масса атома кислорода $m_a = 15,99491$ а.е.м., масса атома водорода $m_{\text{H}} = 1,00783$ а.е.м., масса нейтрона $m_n = 1,00867$ а.е.м.

971. Определить энергию, которая выделяется при делении одного ядра урана ${}_{92}^{235}\text{U}$, если при делении всех ядер, содержащихся в уране массой $m = 1,0$ г, выделяется энергия $E = 8,2 \cdot 10^{10}$ Дж. Постоянная Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$.

972. Определить электрическую мощность атомной электростанции, расходующей в сутки ($t = 24$ ч) $m = 220$ г урана

${}_{92}^{235}\text{U}$ и имеющей КПД $\eta = 25\%$, если известно, что при делении одного ядра урана выделяется энергия $E_0 = 3,2 \cdot 10^{-11}$ Дж. Постоянная Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$.

973. При делении одного ядра урана ${}_{92}^{235}\text{U}$ выделяется энергия $E_0 = 200$ МэВ. За какой промежуток времени масса урана в реакторе уменьшится на $\alpha = 0,02$ первоначальной массы $m = 10$ кг? Мощность P реактора постоянна и равна $1,0$ МВт, постоянная Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$.

974. В периодической системе элементов Менделеева рядом расположены три элемента. Условно назовем их a , b и c . Радиоактивный изотоп элемента a превращается в элемент b , а тот в свою очередь — в элемент c . Последний превращается в изотоп исходного элемента. Какими процессами обусловлены переходы $a \rightarrow b$, $b \rightarrow c$, $c \rightarrow a$?

975. Период полураспада одного из радиоактивных изотопов йода $T = 8,1$ сут. Через какое время число атомов этого вещества окажется в $n = 100$ раз меньшим по сравнению с их начальным числом?

976. Определить период полураспада радона, если за время $t = 1$ сут из $N_0 = 1 \cdot 10^6$ атомов распадается $N = 175 \cdot 10^3$ атомов.

977. Азот облучается в течение $\tau = 1,0$ ч пучком α -частиц (${}^4_2\text{He}$), ускоренных в циклотроне. Найти количество атомов образовавшегося изотопа ${}^{17}_8\text{O}$, если сила тока в пучке $I = 200$ мкА и ядерную реакцию ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} = {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$ вызывает одна α -частица из каждых $n = 1,0 \cdot 10^5$ частиц в пучке. Заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

978. В реакции взаимодействия алюминия ${}^{27}_{13}\text{Al}$ с углеродом ${}^{12}_6\text{C}$ образуются α -частица, нейтрон и ядро некоторого изотопа. Определить количество нейтронов в этом ядре.

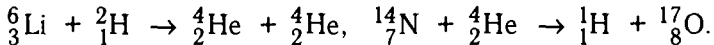
979. При взаимодействии ядра изотопа лития ${}^7_3\text{Li}$ и протона образуются две одинаковые частицы и выделяется энергия $E_0 = 17,3$ МэВ. Определить частицу и энергию, которая выделится, если с протонами прореагируют ядра, содержащиеся в $m = 1,0$ г изотопа лития. Постоянная Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$.

980. При взаимодействии ядер алюминия ${}^{27}_{13}\text{Al}$ с X -частицами образуются ядра изотопа магния ${}^{27}_{12}\text{Mg}$ и Y -части-

ца. При взаимодействии же ${}_1\text{Y}$ -частиц с ядрами алюминия ${}_{13}^{27}\text{Al}$ образуются ядра изотопа магния ${}_{12}^{24}\text{Mg}$ и Z -частицы. Какие широко известные частицы X , Y и Z участвуют в этих ядерных реакциях?

981. Записать следующие ядерные реакции: а) захват нейтрона протоном с испусканием γ -кванта; б) расщепление γ -квантом ядра ${}^9_4\text{Be}$ с образованием двух α -частиц.

982. Вычислить энергию ядерных реакций:



Массы ядер ${}^6_3\text{Li}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^4_2\text{He}$, ${}^{14}_7\text{N}$, ${}^1_1\text{H}$, ${}^{17}_8\text{O}$ равны соответственно 6,01513; 2,01410; 4,00260; 14,00324; 1,00782 и 16,99913 а.е.м.