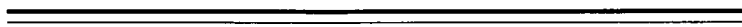

ФИЗИКА

Решение упражнений к задачнику

В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой



V. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

34. Колебания

850. Механические колебания: качания маятника часов, движение стрелки часов, колебания струны, вибрация крыльев самолёта, движение Земли вокруг Солнца.

851. Да, будут возможны.

852. Постоянными являются период (частота) и амплитуда. Переменными — смещение, скорость и ускорение.

853. Амплитуда, очевидно равна $A = \frac{d}{2}$; частота колебаний шарика равна частоте обращения.

$$854. T = \frac{1}{\nu}; T = \frac{1}{50 \text{ Гц}} = 0,02 \text{ с.}$$

$$855. T = \frac{t}{N}; T = \frac{60 \text{ с}}{75} = 0,8 \text{ с.}$$

$$856. T = \frac{1}{\nu}; \nu = \frac{1200 \text{ об.}}{60 \text{ с}} = 20 \text{ Гц, откуда } T = \frac{1}{20 \text{ Гц}} = 0,05 \text{ с.}$$

$$857. \nu = \nu_{\phi} \cdot N; \nu = \frac{600 \text{ об.}}{60 \text{ с}} \cdot 40 = 400 \text{ Гц.}$$

$$T = \frac{1}{\nu}; T = \frac{1}{400 \text{ Гц}} = 0,0025 \text{ с.}$$

$$858. \nu = \frac{N}{t}; \nu = \frac{600}{30 \text{ с}} = 20 \text{ Гц.}$$

$$859. \text{Время полёта } t = \frac{S}{v} = \frac{650 \text{ м}}{13 \text{ м/с}} = 50 \text{ с. Число взмахов: } N = \frac{t}{T} = t \cdot \nu; \\ N = 50 \text{ с} \cdot 3 \text{ Гц} = 150.$$

$$860. T = 12 \text{ с}; A = 0,2 \text{ м}; \nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{12 \text{ с}} = 0,083 \text{ Гц.}$$

$$861. A = 70; \text{смещение } x_1 = 70 \cdot \sin 0,5 \cdot \frac{\pi}{2} = 70 \cdot \sin \frac{\pi}{4} \approx 50 \text{ (для } t_1 = \frac{\pi}{2});$$

$$\text{смещение } x_2 = 70 \cdot \sin 0,5 \cdot \frac{\pi}{3} = 70 \cdot \sin \frac{\pi}{6} = 35 \text{ (для } t_2 = \frac{\pi}{3}).$$

$$x = \frac{1}{2} A \text{ при } \varphi = \frac{\pi}{6} \text{ и } \frac{5}{6} \pi + \frac{\pi}{3} N, \text{ где } N \in \mathbb{Z}.$$

862. Равна π .

863. Исходя из стандартной формы записи уравнения колебаний:

$$x(t) = A \cdot \sin(\omega t + \varphi_0), \text{ получаем } \omega = \frac{\pi}{2} \text{ рад/с}; \nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\frac{\pi}{2} \text{ рад}}{2\pi \text{ рад}} = \frac{1}{4} \text{ с} = 0,25 \text{ Гц};$$

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{4} \text{ рад.}$$

864. Да, можно.

865. Исходя из уравнения координаты $x(t) = 4 \sin \frac{\pi}{2} t$ уравнение скорости

$$v(t) = 2\pi \cos \frac{\pi}{2} t, \text{ тогда } v(t) = 2\pi \cos \frac{\pi}{2} t = 0, \text{ когда } \cos \frac{\pi}{2} t = 0, \text{ откуда}$$

$$\frac{\pi}{2} t = \frac{\pi}{2} + \pi n \text{ (} n \in \mathbb{Z}), t = (2n + 1) \text{ (с), } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

866. Максимально.

867. Оно равно нулю, а скорость – максимальна.

868. Нет, нельзя. $A = l \cdot \sin \alpha$.

869. В крайних положениях груза равнодействующая направлена по касательной к дуге, описываемой грузом, взятой в этих точках.

Направление – к положению равновесия. В положении равновесия равнодействующая сил (и, соответственно, ускорение) равна нулю.

870. Скорость в этот момент максимальна, и максимальна в этот же момент и сила инерции (поскольку человек находится в неинерциальной системе отсчёта), которая препятствует попытке встать в полный рост.

$$871. T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}, \quad T = 2 \cdot 3,14 \sqrt{\frac{9,8 \text{ м}}{9,8 \text{ м/с}^2}} = 6,28 \text{ с.}$$

$$872. T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}, \text{ откуда } T^2 = 4\pi^2 \frac{l}{g} \text{ и } \frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2; \quad \frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{3 \text{ с}}{6 \text{ с}}\right)^2 = \frac{1}{4}.$$

$$873. \text{ Из } T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}, \text{ получаем } \frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{l}{g}, \text{ и } g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}; \quad T = \frac{t}{N} = \frac{100 \text{ с}}{50} = 2 \text{ с;}$$

$$g = \frac{4 \cdot 9,87 \cdot 0,99 \text{ м}}{(2 \text{ с})^2} \approx 9,77 \text{ м/с}^2 \quad (\text{если принять } \pi^2 \approx 9,87, \text{ как рекомендуется в задачнике}).$$

$$874. \text{ Т.к. } \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}}, \text{ то длину необходимо изменить в 4 раза.}$$

$$875. \text{ Находим } \frac{T_1}{T_2} = \frac{\frac{t}{N_1}}{\frac{t}{N_2}} = \frac{N_2}{N_1}; \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{20}{40} = \frac{1}{2}. \text{ Отсюда (см. предыдущую}$$

задачу), $\frac{l_1}{l_2} = \frac{1}{4}$, т.е. $l_2 = 4l_1$. По условию $l_2 - l_1 = 0,9 \text{ м}$, т.е. $4l_1 - l_1 = 0,9 \text{ м}$, откуда $l_1 = 0,3 \text{ м}$, $l_2 = 4l_1 = 1,2 \text{ м}$.

$$876. 2 = \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{g+a}{g}} \quad (\text{поскольку } T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}, \quad T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}}), \text{ откуда}$$

$$4 = \frac{g+a}{g}, \text{ и } \frac{a}{g} = 3, \text{ т.е. ускорение ракеты в три раза больше } g.$$

$$877. T_1 = T_2, \text{ откуда } 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}; \quad \frac{l}{g} = \frac{m}{k}, \quad l = \frac{mg}{k},$$

$$l = \frac{0,05 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ н/кг}}{0,49 \text{ н/м}} = 1 \text{ м.}$$

878. Период уменьшится (за счёт уменьшения амплитуды), частота, естественно, увеличится (т.к. $\nu = \frac{1}{T}$).

$$879. T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}. \text{ Условие равновесия } mg = kx, \text{ откуда } \frac{m}{k} = \frac{x}{g}, \text{ поэтому}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{x}{g}}; \quad T = 2 \cdot 3,14 \sqrt{\frac{0,05 \text{ м}}{9,8 \text{ м/с}^2}} \approx 0,45 \text{ с.}$$

880. В положении равновесия равнодействующая сил равна нулю,

поэтому и ускорение $a = 0$. Для крайних точек $a = A\omega^2$; $\omega = \frac{2\pi}{T}$;

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}, \text{ откуда } \omega^2 = (2\pi)^2 \cdot \frac{1}{T^2} = (2\pi)^2 \cdot \frac{1}{(2\pi)^2} \cdot \frac{k}{m} = \frac{k}{m}. \quad \text{Итого } a = \frac{Ak}{m};$$

$$a = \frac{0,04 \text{ м} \cdot 250 \text{ Н/м}}{0,05 \text{ кг}} = 200 \text{ Н/кг} = 200 \text{ м/с}^2.$$

881. В крайних точках потенциальная энергия сжатой (или растянутой) пружины максимальна, кинетическая энергия груза равна нулю. В точке равновесия, наоборот, потенциальная энергия пружины равна нулю, кинетическая энергия груза максимальна. При условии свободных незатухающих колебаний полная механическая энергия сохраняется.

$$882. E_{\text{кол.}} = \frac{kA^2}{2} = \frac{250 \text{ Н/м} \cdot (0,15 \text{ м})^2}{2} \approx 2,8 \text{ Дж.}$$

$$\text{Одновременно } E_{\text{кол.}} = \frac{mv_{\text{max.}}^2}{2},$$

$$\text{откуда } v_{\text{max.}} = \sqrt{\frac{2E_{\text{кол.}}}{m}}; \quad v_{\text{max.}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,8 \text{ Дж}}{0,4 \text{ кг}}} \approx 3,75 \text{ м/с.}$$

$$883. E_{\text{полн.}} = E_k + E_n; \quad E_{\text{полн.}} = E_n^{\text{max}} = \frac{kA^2}{2} = \frac{250 \text{ Н/м} \cdot (0,04 \text{ м})^2}{2} = 0,2 \text{ Дж.}$$

$$E_n = \frac{kx^2}{2}; \quad E_n = \frac{250 \text{ Н/м} \cdot (0,02)^2}{2} = 0,05 \text{ Дж};$$

$$\text{поэтому } E_k = E_{\text{полн.}} - E_n = 0,2 \text{ Дж} - 0,05 \text{ Дж} = 0,15 \text{ Дж.}$$

$$884. E_{\text{полн.}} = \frac{kA^2}{2}; \quad E_{\text{полн.}} = \frac{1000 \text{ Н/м} \cdot (0,02 \text{ м})^2}{2} = 0,2 \text{ Дж, для фазы } \varphi = \frac{\pi}{3}$$

$$\text{имеем } \frac{E_n}{E_k} = \frac{1}{3}, \text{ откуда } E_k = 3E_n, E_{\text{полн.}} = E_n + 3E_n = 4E_n, \text{ и } E_n = \frac{1}{4} E_{\text{полн.}},$$

$$E_n = 0,05 \text{ Дж, соответственно } E_k = 3 \cdot 0,05 \text{ Дж} = 0,15 \text{ Дж.}$$

885. При определённой частоте шагов (как частоте вынуждающей силы) происходит приближение её к собственной частоте колебаний системы (человек в упругой обуви) и возникает явление резонанса.

886. Во всех случаях уменьшается и амплитуда, и энергия колебаний вследствие диссипации (равновесия) энергии из-за действия сил трения или сопротивления движению (колебаниям).

887. Частота ходьбы приближается к собственной частоте колебаний системы, и приближается резонансный случай. Необходимо срочно изменить частоту ходьбы (вынуждающей силы), чтобы избежать резонанса и погасить колебания.

888. Из формулы $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ имеем $k = \frac{4\pi^2 \cdot m}{T^2}$, где $T = \frac{t}{N}$, т.е.

$$k = \frac{4\pi \cdot m}{t^2} \cdot N^2; \quad k = \frac{4 \cdot (3,14)^2 \cdot 0,06 \text{ кг}}{(60 \text{ с})^2} \cdot (48)^2 \approx 1,5 \text{ Н/м.}$$

* Решения и ответы приводятся к учебникам указанных годов.

35. Волны

889. Скорость движения частиц среды.
890. Между Солнцем и земной атмосферой отсутствует упругая среда, посредством которой могли бы передаваться звуковые волны.
891. Волны поперечные.
892. Точка a – вниз (на рисунке направлен вектор скорости), точка b – вверх, тока c – нуль, точка d – вниз.
893. В первом – в основном поперечные, во втором – продольные.
894. Длина волны $\lambda \approx 24$ см = 0,24 м; амплитуда $A = 0,2$ м. Если это фотография, то волна, скорее всего, поперечная.
895. Нельзя, поскольку волна может быть и продольной. Также невозможно по рисунку определить частоту колебаний; а длина волны $\lambda = 0,24$ м.
896. Скорость волны v_A в три раза больше скорости волны v_B , т.е. $\frac{E_A}{E_B} = 3$.
897. Соответственно $\pm 2\pi$; $\pm \pi$ радиан.

Дополнительные задачи

- Д. 106. Продольные.
- Д. 107. Дело в форме лопастей вентилятора, позволяющей ему сообщать скорость молекулам газов, из которых состоит воздух, именно в горизонтальном направлении (в основном).
- Д. 108. Продольные волны, которые идут от движущихся предметов или же отражаются от препятствий. Аналогичной является эхолокация у летучих мышей.
- Д. 109. Здесь наблюдаются специфические волны – поверхностные, которые по своей природе не сводятся к продольным или поперечным волнам.
- Д. 110. Во фронте океанской волны частицы воды, сменяя друг друга, движутся вверх, создавая силу, удерживающую серфингиста от движения вниз под действием силы тяжести. Задача серфингиста состоит только в удержании равновесия.
- Д. 111. Они способны улавливать сейсмические волны.
- Д. 112. Сейсмические волны распространяются во всех направлениях в земной коре. Расположив несколько датчиков, можно установить точку проведения подземного ядерного взрыва.
- Д. 113. Соответственно $2\frac{1}{2}$ и $3\frac{3}{4}$.
- Д. 114. Амплитудные значения наблюдаются в восьми точках данного графика: в точках соответствующих 6, 18, 30, 42, 54, 66, 78 и 90 см.
- Д. 115. 1) 2π ; 2) $7,5\pi$.
- Д. 116. Перепишем уравнение плоской волны $y = A \cos \left(\omega t - \left(\frac{2\pi}{\lambda} \right) x + \phi_0 \right)$ в виде $y = A \cos (\omega t - kx + \phi_0) = A \cos (\omega t + \phi_0 - kx) = A \cos (2 - kx)$, где $k = \frac{2\pi}{\lambda}$, а через α мы обозначили $\omega t + \phi_0$. Теперь воспользуемся правилами тригонометрических преобразований: $y = A \cos (\alpha - kx)$

$= A [\cos\alpha \cdot \cos kx + \sin\alpha \sin kx]$. Сравнивая с графиком зависимости, представленным на рисунке 251 (стр. 116 учебника), получим, что в нашем случае $\cos\alpha = 0$ (соответственно $\sin\alpha = 1$), и уравнение преобразуется к виду $y = A \sin kx$ или же, учитывая $k = \frac{2\pi}{\lambda}$:

$$y = A \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)x.$$

Д. 117. λ – длина волны; очевидно, что $\lambda = vT$, где v – скорость распространения волны, T – период. Поскольку $T = \frac{1}{\nu}$, то $v = \frac{\lambda}{T}$.

Умножив последнее равенство на 2π , имеем $2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$. Величина $2\pi\nu$ носит название круговой частоты и обозначается буквой ω : $\omega = 2\pi\nu$. Тогда $\omega = \frac{2\pi}{T}$ и $T = \frac{2\pi}{\omega}$. Подставляя выражение для T в самую первую формулу, получаем $\lambda = v \frac{2\pi}{\omega}$, или же $\frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{v}$. Величину $\frac{2\pi}{\lambda}$ обозначают через k и называют волновым числом $k = \frac{2\pi}{\lambda}$.

Д. 118. Используя соотношения из предыдущей задачи и данные графика на рис. 251, находим, что $v = 240$ м/с.

Д. 119. 40 см; 20 см.

Д. 120. Соответственно $v_A = 300$ м/с, $v_B = 100$ м/с.

Д. 121. Соответственно: $\lambda_A = 12$ м; $\lambda_B = 4$ м; 3 : 1; 1 : 3.

Д. 122. Согласно принципу суперпозиции колебания складываются с учётом их знака и амплитуды.

Д. 123. Увеличение массы приводит к уменьшению частоты колебаний моста, а с учётом того, что в небольшой группе у каждого человека своя частота передвижения, уменьшается и вероятность приближения резонанса, т.е. совпадения частоты вынуждающей силы и собственной частоты колебаний моста.

36. Звуковые волны

898. С изменением натяжения струны меняется частота её колебаний, что соответствует изменению высоты тона.

899. Это делают для увеличения толщины струны, что приводит к уменьшению частоты колебаний струны, т.е. к понижению тона.

900. Громкость звука обусловлена амплитудой колебаний стекла. Крупные капли дождя вызывают колебания стекла (или крыши) с большей амплитудой.

901. При одинаковой силе воздействия амплитуда колебаний двери оказывается большей, и, соответственно, стук более громким.

902. Так как $\lambda = \frac{c}{\nu}$, то $\lambda_1 = \frac{c}{\nu_1} = \frac{340 \text{ м/с}}{16 \text{ Гц}} \approx 21 \text{ м}$,

и $\lambda_2 = \frac{c}{\nu_2} = \frac{340 \text{ м/с}}{20000 \text{ Гц}} \approx 0,017 \text{ м}$, т.е. $\lambda_2 \leq \lambda \leq \lambda_1$.

903. $\nu = \frac{c}{\lambda}$; $\nu = \frac{340 \text{ м/с}}{0,34 \text{ м}} = 1000 \text{ Гц} = 1 \text{ кГц}$.

904. Для запаздывания имеем по условию задачи $t = \frac{S}{v_{\text{возд.}}} - \frac{S}{v_{\text{вод.}}}$, откуда

$$\frac{S}{v_{\text{вод.}}} = \frac{S}{v_{\text{возд.}}} - t = \frac{S - v_{\text{возд.}} \cdot t}{v_{\text{возд.}}}, \quad v_{\text{вод.}} = \frac{S \cdot v_{\text{возд.}}}{S - v_{\text{возд.}} \cdot t}.$$

$$v_{\text{вод.}} = \frac{2150 \text{ м} \cdot 345 \text{ м/с}}{2150 \text{ м} - 345 \text{ м/с} \cdot 4,8 \text{ с}} \approx 1500 \text{ м/с}.$$

905. Учитывая, что $c \gg v_{\text{зв.}}$, $S = v_{\text{зв.}} \cdot t$; $S = 340 \text{ м/с} \cdot 15 \text{ с} = 5100 \text{ м} = 5,1 \text{ км}$.

906. Реактивный самолёт движется со скоростью порядка скорости звука.

907. На открытом воздухе звуковые волны рассеиваются. В закрытом помещении они отражаются от поверхности помещения и усиливаются.

908. На площади благодаря отражениям от стен зданий возможно эхо. Поэтому приходится делать паузы между словами.

909. Для отражения и последующего усиления таким образом звука.

910. Происходит колебание люстр под действием звуковой волны, и люстры становятся самостоятельным источником звука.

911. Наименьшая длина волны (соответственно наибольшая частота колебаний) – у ультразвука, далее следует слышимый звук, и наибольшей длиной волны обладает инфразвук.

913. Шум отражается от стекол и усиливается.

914. Через 1 с, если считать скорость звука 340 м/с.

Дополнительные задачи

Д. 124. Поскольку плотность воздуха на уровне моря больше, чем плотность воздуха высоко в горах.

Д. 125. Нет. Увеличится только амплитуда звуковой волны, т.е. громкость звука.

Д. 126. Таким образом регулируют и громкость звука, и направленность звуковых волн.

Д. 127. Разность фаз звуковых волн не меняется. А амплитуда волн, т.е. громкость, уменьшается.

Д. 128. Поскольку звуковые волны включают инфразвуки и ультразвуки, то ~ 2%.

Д. 129. Скорость взрывной волны превышает скорость звука.

Д. 130. Рупор усиливает звуки (отражением от поверхности), а форма рупора придаёт направленность распространению звуков.

Д. 131. Для определения местоположения источника звуков, в первую очередь – направления (звук, идущий слева, приходит в левое ухо чуть раньше, чем в правое).

Д. 132. Для того, чтобы данные кувшины выступали в роли резонаторов, усиливая волны различных частот (т.к. кувшины-голосники имели различные размеры).

Д. 133. Печная труба играет роль резонатора. Различные турбулентные потоки воздуха в трубе усиливаются, и мы слышим вой ветра.

Д. 134. Один из бокалов оставить без воды как эталонный, во второй налить воду. После чего провести исследование.

Д. 135. Выделение пузырьков ослабляет звуковую волну в жидкости (она рассеивается на неоднородностях среды). Поэтому небольшое количество шампанского наливают, чтобы сохранить приятный звон бокалов.

47. Сведения о строении атома

1211. Ядро несёт положительный заряд, электроны – отрицательный.
1212. В 12 раз.
1213. Столько же, сколько и электронов, т.е. 8 протонов.
1214. Число протонов не изменилось. А вот часть электронов ушла с шара, за счёт чего он и приобрёл дополнительный положительный заряд.
1215. Нет. Элементарный заряд равен заряду электрона.
1216. Нет. Они оказались скомпенсированными друг другом.
1217. Заряды в шарах не исчезли, произошло их перераспределение. Избыточные электроны, образовавшие отрицательный заряд одного шара, перешли на другой шар и скомпенсировали имеющийся там дефицит электронов.
1218. На первом. Изображён атом водорода, лишённый электрона и, тем самым, превращённый в ион водорода H^+ , имеющий положительный заряд, по модулю равный заряду электрона $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл.
1219. Атом водорода, поскольку его состав это положительный ион водорода и электрон (т.е. частица, обладающая массой).
1220. Положительный ион лития – это ион, ядро которого содержит три протона, а электронная оболочка – два, один или ноль электронов. Отрицательный ион лития – три протона и четыре электрона. Аналогично для иона гелия. Положительный – двухпротонное ядро и один электрон или ноль электронов (α -частица), отрицательный – двухпротонное ядро и три электрона.
1221. Ион гелия. Положительный – двухпротонное ядро и один электрон или ноль электронов (α -частица), отрицательный – двухпротонное ядро и три электрона.
1222. Они потеряли часть своих электронов и превратились в положительные ионы.
1223. Если к палочке АВ (к её концу А) поднести положительный заряд, то в металлической палочке возникнет разделение зарядов. На конце А возникнет отрицательный заряд, а на конце В – соответственно положительный.
1224. Сверху вниз:
а) слева « \rightarrow », справа « \leftarrow »;
б) слева « \rightarrow », посередине « \leftarrow », справа « \rightarrow »;
в) слева « \leftarrow », посередине « \rightarrow », справа « \leftarrow »;
г) слева « \leftarrow », справа « \rightarrow ».
1225. Когда к палочке поднесли заряд, на металлической палочке произошло разделение зарядов. На противоположном конце палочки образовался заряд, одноимённый с поднесённым, и его часть перешла на гильзу. В результате гильза оттолкнулась от противоположного (относительно поднесённого заряда) конца палочки, поскольку её заряд и заряд конца палочки являются одноимёнными.

1226. Исходя из трёх протонов, очевидно, что электронов будет столько же, т.е. тоже три. То есть всего в атоме лития шесть заряженных частиц.

Открыв таблицу 22 на стр. 215 задачника, можно дополнительно установить что ядро лития может содержать либо три, либо четыре нейтрона.

Таким образом, атом лития может включать $6 + 3 = 9$ или $6 + 4 = 10$ частиц.

1227. Атом кислорода утратил один или несколько электронов из своих электронных оболочек.

1228. Поскольку потерявшая один или несколько электронов молекула (атом) газа превращается в ион, т.е. из нейтральной в заряженную частицу, то в отличие от молекулы ион способен активно притягивать к себе разноимённо заряженные частицы и отталкивать одноимённо заряженные частицы.

IX. СТРОЕНИЕ АТОМА И АТОМНОГО ЯДРА

64. Строение атома. Состав ядра атома. Изотопы

1640. Известно, что размеры атомов $R_A \sim 10^{-10}$ м, размеры ядер

$R_{\text{я}} \sim 10^{-15}$ м, отсюда $\frac{R_A}{R_{\text{я}}} = \frac{10^{-10} \text{ м}}{10^{-15} \text{ м}} = 10^5 = 100000$, т.е. размер атома

больше размера ядра примерно в 100000 раз.

1641. Число электронов атома химического элемента равно заряду ядра. Заряд атомного ядра соответствует номеру элемента a в таблице Менделеева (если быть более точным, то наоборот, но здесь это несущественно). Поэтому из таблицы Менделеева получаем: для атома алюминия – 13 электронов, меди – 29, железа – 26 и серебра – 47 электронов.

1642. Заряд атомного ядра берем из таблицы Менделеева: азот – 7, золото – 79, кобальт – 27, германий – 32.

1643. Поглощает энергию.

1644. При протекании электрического тока происходят столкновения свободных (точнее «обобществлённых») электронов с ионами решётки, что приводит к увеличению тепловых колебаний ионов вокруг положений равновесия. При определенных столкновениях электроны могут передать ионам энергию, достаточную для перевода одного из атомных электронов (точнее, электрона, оставшегося в электронной оболочке иона) в возбуждённое состояние. Затем, возвращаясь из возбуждённого в основное состояние, электрон вызывает излучение светового кванта. Когда указанных переходов очень много, и возникает непрерывное свечение вольфрамовой нити лампы накаливания.

1645. Поскольку $\Delta E = h\nu$, а $\nu = \frac{c}{\lambda}$, то $\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$.

$$\Delta E = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 2,998 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{6,56 \cdot 10^{-7} \text{ м}} \approx 3,03 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

1646. Атом электрически нейтрален, поскольку отрицательный заряд электронов компенсируется положительным зарядом протонов, находящихся в атомном ядре. При удалении нескольких электронов получается некомпенсированный заряд нескольких протонов ядра, и атом превращается в ион, т.е. положительно заряженную частицу.

1647. Соответственно +1 и +2.

1648. Поскольку элементарный заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{19}$ Кл, то

$$N = \frac{3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 2. \text{ Т.е. атом азота потерял 2 электрона.}$$

1649. Да. Если атом (как правило, неметалл) присоединит к себе электрон.

1650. Поскольку $\Delta E = h\nu$, то $\nu = \frac{\Delta E}{h}$; $\nu = \frac{14 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}}{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}} \approx 3,38 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$

(так как $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$, $\frac{1}{\text{с}} \equiv \text{Гц}$).

1651. Работа выхода A для таких металлов невелика.

$$1652. \frac{m_p}{m_c} = \frac{1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}} \approx 1836.$$

1653. Элемента водорода.

$$1654. \frac{m_n - m_p}{m_p} \cdot 100\% = \frac{1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} \cdot 100\% \approx 0,14\%.$$

1655. Массовое число A (или нуклонное число) определяет число нуклонов в атоме. Поэтому имеем соответственно: 6, 64, 108, 207.

1656. Ядро гелия – 2 протона и 4 – 2 = 2 нейтрона, кислорода – 8 протонов и 16 – 8 = 8 нейтронов, селена – 34 протона и 79 – 34 = 45 нейтронов, ртути – 80 протонов и 120 нейтронов, радия – 88 протонов и 138 нейтронов, урана – 92 протона и 143 нейтрона.

1657. Нейтронов.

1658. а) азот N; б) аргон Ar; в) мышьяк As; г) полоний Po.

1659. Протий – один протон, дейтерий – один протон и один нейтрон, тритий – один протон и два нейтрона. Трития.

1660. Обозначим через x массовую долю изотопа с массовым числом 35, и через $(1 - x)$ – массовую долю изотопа хлора с массовым числом 37. Так очевидно, что $35x + 37(1 - x) = 35,5$; откуда $x = 0,75$, соответственно $1 - x = 0,25$. То есть процентное содержание ${}^{35}_{17}\text{Cl} - 75\%$, а ${}^{37}_{17}\text{Cl} - 25\%$.

1661. Нет. Элемент определяется зарядовым числом.

65. Радиоактивный распад

1662. Излучают сами ядра урана, и присутствие ядер других элементов не оказывает влияния на это излучение.

1663. Согласно определения периода полураспада – половина всех радиоактивных ядер элемента.

1664. Поскольку закон радиоактивного распада $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ (T – период полураспада), то из условия задачи имеем:

$$x = \frac{N}{N_0} = \frac{1}{2^{\frac{t}{T}}} = \frac{1}{2^{\frac{6 \text{ сут.}}{2^{\frac{t}{T}}}}} = \frac{1}{2^3} = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ (т.е. } 12,5\%).$$

1665. $\frac{N_0}{N} = 4$, $t = 8$ (дней), поэтому из $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ имеем $1 = 4 \cdot 2^{-\frac{8}{T}}$, откуда очевидно, что $2^{-\frac{8}{T}} = \frac{1}{4}$, т.е. $-\frac{8}{T} = -2$, откуда $T = 4$ (дня).
1667. α -излучение – это испускание двукратно ионизированных ядер гелия. Если же понимать под словом «вещество» материю, которая не является излучением (фотонами), то можно добавить сюда и β -излучение – это испускание электронов.
1668. Нет.
1669. Потому что не меняется заряд ядра, т.е. не происходит превращений элементов (у γ -квантов нет ни заряда, ни массы покоя).
1670. Полония: ${}^{220}_{86}\text{Rn} \rightarrow {}^{216}_{84}\text{Po} + {}^4_2\text{He}$.
1671. В ядро одного из изотопов никеля: ${}^{60}_{27}\text{Co} \rightarrow {}^{60}_{28}\text{Ni} + e^-$.
1672. Шесть α -частиц и три β -частицы.
1673. Зарядовое число $Z = 86$, массовое число $A = 220$ (т.е. радон ${}^{220}_{86}\text{Rn}$).
1674. Образуется ${}^{235}_{92}\text{U}$.
1675. Свинец хорошо поглощает радиоактивное излучение.
1676. Только β - и γ -излучения.
1677. У поверхности Луны, поскольку там отсутствует атмосфера, поэтому практически отсутствуют и столкновения.
1678. Наибольшей проникающей — γ -излучение, ионизирующей — α -излучение.
1679. Поскольку они электронейтральны, им не нужно тратить энергию на преодоление кулоновского поля электронов или ядра.
1680. В данном случае вероятность взаимодействия ядра с медленным нейтроном выше (причём существенно), чем вероятность взаимодействия с быстрым нейтроном.
1681. В углероде, т.к. он легче воды.
1682. Энергия атомного ядра квантована, т.е. значения энергии атомных ядер также будут дискретными.

66. Ядерные реакции

1683. ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{30}_{14}\text{Si} + {}^1_1\text{p}$.
1684. Сверху вниз: ${}^{17}_8\text{O}$; ${}^{24}_{11}\text{Na}$; ${}^6_3\text{Li}$; ${}^{14}_7\text{N}$.
1685. ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{140}_{54}\text{Xe} + {}^{94}_{38}\text{Sr} + {}^1_0\text{n} + {}^1_0\text{n}$.
1686. Потому что это практически один изотоп — ${}^{238}_{92}\text{U}$. Ядра ${}^{238}_{92}\text{U}$ могут делиться только нейтронами достаточно высокой кинетической энергии, т.е. уран-238 не поддержит цепную ядерную реакцию (т.е. реакцию, ведущую к взрыву). Природный уран обогащают изотопом ${}^{235}_{92}\text{U}$, т.е. повышают концентрацию ${}^{235}_{92}\text{U}$ относительно природной смеси изотопов ${}^{238}_{92}\text{U}$ и ${}^{235}_{92}\text{U}$. Это один из способов создания условий для цепной реакции.
1687. Сверху вниз: ${}^1_1\text{H}$; ${}^2_1\text{H}$ (дейтерий); ${}^1_0\text{n}$; ${}^{182}_{74}\text{W}$.
1688. Ядро гелия ${}^4_2\text{He}$. Это реакция термоядерного синтеза.

67. Элементарные частицы. Взаимосвязь энергии и массы

1689. Нет, это дважды ионизированное ядро атома гелия.

1690. Нейтрон не состоит из протона и электрона в отличие от атома водорода.

1691. Нейтрино.

1692. Позитрон; антипротон; антинейтрино.

1693. ${}^{13}_7\text{N} \rightarrow {}^{13}_6\text{C} + e^+ + \nu$.

1694. Законы сохранения заряда.

1695. $e^+ + e^- \rightarrow 2 \gamma$. Аннигиляция.

1696. Позитрон.

1697. $\frac{m'}{m} > 1$, т.е. $m' > m$.

1698. $\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z) m_n + Z m_e - m({}^4_2\text{He})$;

$$\Delta m = 2 \cdot 1,00728 \text{ а.е.м.} + 2 \cdot 1,00866 \text{ а.е.м.} + 2 \cdot 0,00055 \text{ а.е.м.} - 4,0026 \text{ а.е.м.} \approx 0,0304 \text{ а.е.м.}$$

1699. $\Delta m = Z m_p + (A - Z) m_n + Z m_e - m({}^{10}_5\text{B})$;

$$\Delta m = 5 \cdot 1,00728 \text{ а.е.м.} + 5 \cdot 1,00866 \text{ а.е.м.} + 5 \cdot 0,00055 \text{ а.е.м.} - 10,01294 \text{ а.е.м.} \approx 0,0695 \text{ а.е.м.}$$

$E_{\text{св.}} = \Delta m \cdot c^2$; но в ядерной физике принято энергию выражать в МэВ.

Из таблицы 21 (стр. 215 задачника): 1,00728 а.е.м. соответствует

938,3 МэВ, отсюда путём пропорции определяем соответствие -

1 а.е.м. $\rightarrow \approx 931,52$ МэВ. После чего находим:

$$E_{\text{св.}}(10^5\text{B}) = 0,0695 \cdot 931,52 \text{ МэВ} \approx 64,74 \text{ МэВ.}$$

1700. $\Delta m = Z m_p + (A - Z) m_n + Z m_e - m({}^7_3\text{Li})$;

$$\Delta m = 3 \cdot 1,00728 \text{ а.е.м.} + 4 \cdot 1,00866 \text{ а.е.м.} + 3 \cdot 0,00055 \text{ а.е.м.} - 7,01601 \text{ а.е.м.} \approx 0,04212 \text{ а.е.м.}$$

См. предыдущую задачу;

$$E_{\text{св.}} = 931,52 \text{ МэВ/а.е.м.} \cdot \Delta m.$$

$E_{\text{св.}} = 931,52 \text{ МэВ/а.е.м.} \cdot 0,04212 \text{ а.е.м.} \approx 39,235 \text{ МэВ.}$ Удельная

энергия связи, т.е. энергия связи, приходящаяся на 1 нуклон

$$E_{\text{св.}}^{\text{уд.}} = \frac{E_{\text{св.}}}{A}, \quad E_{\text{св.}}^{\text{уд.}} = \frac{39,235 \text{ МэВ}}{7} \approx 5,6 \text{ МэВ.}$$

1701. Алгоритм нахождения удельной энергии связи см. из предыдущей задачи.

$$\text{Имеем: } E_{\text{св.}}^{\text{уд.}}({}^9_4\text{Be}) \approx \frac{58,2 \text{ МэВ}}{9} \approx 6,47 \text{ МэВ;}$$

$$E_{\text{св.}}^{\text{уд.}}({}^{27}_{13}\text{Al}) \approx \frac{225 \text{ МэВ}}{27} \approx 8,3 \text{ МэВ.}$$

Отсюда ясно, что ядро ${}^{27}_{13}\text{Al}$ является

более устойчивым.

1702. См. предыдущую задачу.

$$E_{\text{св.}}^{\text{уд.}}({}^4_2\text{He}) = \frac{28,3 \text{ МэВ}}{4} \approx 7,08 \text{ МэВ; } E_{\text{св.}}^{\text{уд.}}({}^{10}_5\text{B}) \approx \frac{64,7 \text{ МэВ}}{10} = 6,47 \text{ МэВ.}$$

Отсюда видно, что большей устойчивостью обладает ядро ${}^4_2\text{He}$

(поскольку $E_{\text{уд.св.}}({}^4_2\text{He}) > E_{\text{уд.св.}}({}^{10}_5\text{B})$).