ОБЪЕДИНЁННАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ «ГАЗПРОМ»

РЕШЕНИЕ ВАРИАНТА № 1

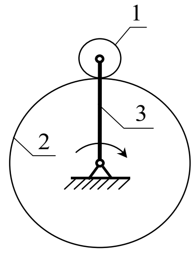
ЗАДАЧА 1.

Ответ: $\boxed{\upsilon_x = 4\frac{м}{c}}$.

Точка движется вдоль оси x по закону $x = 10 + 8t - 2t^2$ м. Величина скорости точки $\upsilon_x = \left(10 + 8t - 2t^2\right)' = 8 - 4t$. При t = 1 с $\upsilon_x = 4\frac{м}{c}$.

ЗАДАЧА 2.

Ответ: $\boxed{n = \left(\frac{z_2}{z_1} + 1\right) \cdot k = 14}$.

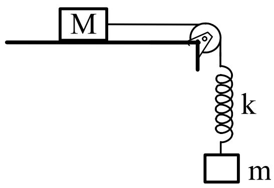


Угол поворота φ колеса 1 за время t $\varphi = \left(\frac{R}{r} + 1\right)\omega \cdot t$, где ω - угловая скорость кривошипа. Отношение $\frac{R}{r} = \frac{z_2}{z_1}$. Так как $\omega\ t = k \cdot 2\pi$, где k – число оборотов кривошипа. По условию k = 2, тогда $\omega\ t = 2 \cdot 2\pi$, следовательно, число оборота колеса 1

$$n = \frac{\varphi}{2\pi} = \left(\frac{R}{r} + 1\right) \cdot k = \left(\frac{z_2}{z_1} + 1\right) \cdot k = \left(\frac{90}{15} + 1\right) \cdot 2 = 14 .$$

ЗАДАЧА 3.

Ответ: $\boxed{M = \frac{2m}{\mu}}$.



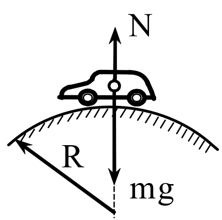
Брусок массы M на плоскости остается неподвижным до тех пор, пока сила упругости, действующая на него со стороны нити, не достигнет максимального значения силы трения покоя, то есть $F_{TP} = T$, где $F_{TP} = \mu N = \mu Mg$. Тогда $\mu Mg = T$ (1).

Величина силы упругости нити T зависит от амплитуды колебаний груза m. Амплитуда A равна начальному отклонению груза от положения равновесия, которое определяется равенством $mg = kx_o = kA$, откуда $x_o = A = \frac{mg}{k}$. Следовательно, максимальное растяжение пружины равно $x_{\max} = 2A = \frac{2mg}{k}$. Соответственно, сила упругости $T = kx_{\max} = 2mg$ (2).

Подставляя (2) в (1), получим $\mu Mg = 2mg$, откуда $M = \frac{2mg}{\mu g} = \frac{2m}{\mu}$.

ЗАДАЧА 4.

Ответ: $\boxed{\upsilon_2 = \sqrt{gR} \approx 22{,}1\ м/c}$.



mg – сила тяжести; N – реакция опоры; υ_1 - скорость, с которой движется автомобиль. В соответствии с третьим законом Ньютона искомая сила давления автомобиля на мост F равна по величине реакции опоры N.

Согласно второму закону Ньютона центростремительное ускорение автомобиля определяется суммой сил, действующих на него вдоль радиуса окружности, по которой он движется: $\frac{m\upsilon_1^2}{R} = mg - N$. Давление на мост станет равным нулю при условии $\dfrac{m\upsilon_2^{\ 2}}{R} = mg$. Следовательно, наименьшая скорость, с которой должен двигаться автомобиль, чтобы в верхней точке он перестал оказывать давление на мост, $\upsilon_2 = \sqrt{gR} = \sqrt{9{,}8\cdot 50} \approx 22{,}1\ м/с$. При $\upsilon > \upsilon_2$ автомобиль также не будет оказывать давление на мост.

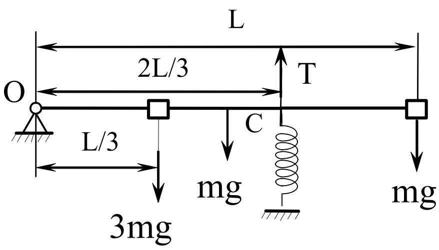
ЗАДАЧА 5.

Ответ: $\boxed{u = \dfrac{m\upsilon}{M+m} \approx 1\cdot м/с}$.

По закону сохранения импульса $m\vec{\upsilon} = (M+m)\vec{u}$, где u – скорость движения платформы. Запишем это уравнение в проекции на горизонтальную ось: $m\upsilon = (M+m)u$, откуда $u = \dfrac{m\upsilon}{M+m} \approx 1\ (м/с)$.

ЗАДАЧА 6.

Ответ: $\boxed{T = 3\dfrac{3}{4}mg}$.



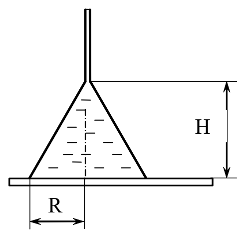
Условиями равновесия стержня являются равенство нулю суммы всех сил, действующих на стержень $\sum \vec{F}_i = 0$, и алгебраической суммы моментов всех сил, действующих на стержень: $\sum M_0(F_i) = 0$.

Запишем $\sum M_0(F_i) = 0$: $-3mg\dfrac{L}{3} - mg\dfrac{L}{2} - mg\cdot L + T\dfrac{2L}{3} = 0$, отсюда

$$T = \frac{3}{2}\left(mg + mg\frac{1}{2} + mg\right) = \frac{5\cdot 3}{2\cdot 2}mg = \frac{15}{4}mg = 3\frac{3}{4}mg.$$

ЗАДАЧА 7.

Ответ: $\boxed{m = \dfrac{2}{3}\pi\rho R^2 H}$.



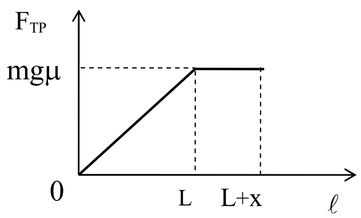
Воронку приподнимает результирующая вертикальных составляющих сил давления жидкости на стенки воронки. В тот момент, когда жидкость начинает вытекать из-под воронки, нижний край воронки перестаёт давить на стол. А это значит, что в этот момент вся сила, действующая на стол,- это сила давления столба воды высотой H на площадь, ограниченную нижним краем воронки радиуса R. Итак, в момент отрыва

$$mg + \rho gV = \rho gH\pi R^2 \qquad (1),$$

где $V = \dfrac{1}{3}\pi R^2 H$. И из (1) находим $m = \dfrac{2}{3}\pi\rho R^2 H$.

ЗАДАЧА 8.

Ответ: $\boxed{\ell = L + x = 2{,}84\ м}$



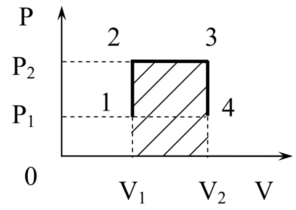
Представим силу трения $F_{тр}$ в зависимости от пути ℓ, пройденного санками по асфальту, в виде графика. Площадь под графиком равна работе силы трения. На основании закона сохранения энергии

$$\frac{m\upsilon^2}{2} = \frac{mg\mu L}{2} + mg\mu x.$$

Отсюда, подставив числовые значения, найдём путь, пройденный санками по асфальту с того момента, когда полозья санок полностью въехали на асфальт: $x = 0{,}84$ м.

Весь путь, пройденный санками до полной остановки, составит $\ell = L + x = 2{,}84\ м$.

З А Д А Ч А 9.



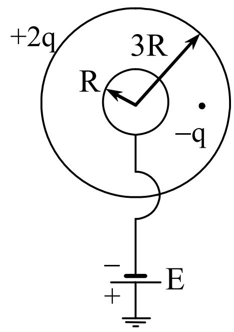
Ответ: $\boxed{Q = \left(\frac{3}{2}p_1 + p_2\right)(V_2 - V_1) = 3{,}35\ \text{кДж}}$.

В соответствии с первым законом термодинамики $Q = \Delta U_{41} + A$.

Работа газа $A = p_2(V_2 - V_1)$; $\Delta U_{41} = \frac{3}{2}p_1V_2 - \frac{3}{2}p_1V_1$; тогда

$Q = \left(\frac{3}{2}p_1 + p_2\right)(V_2 - V_1)$; Подставив числовые значения, получим $Q = 3{,}35\ \text{кДж}$.

З А Д А Ч А 10.



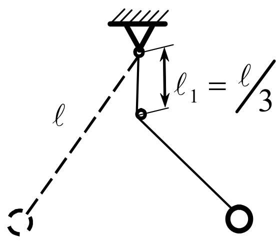
Ответ: $\boxed{Q = -\left(4\pi\varepsilon_o RE + \frac{1}{6}q\right)}$.

Согласно принципу суперпозиции, потенциал внутренней сферы равен

$\varphi = -E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_o R} - \frac{q}{4\pi\varepsilon_o \cdot 2R} + \frac{2q}{4\pi\varepsilon_o 3R}$, откуда находим искомый заряд

внутренней сферы $\boxed{Q = -\left(4\pi\varepsilon_o RE + \frac{1}{6}q\right)}$.

З А Д А Ч А 11.

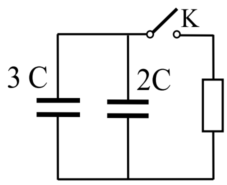


Ответ: $\boxed{T = \pi\sqrt{\frac{\ell}{g}\left(1 + \sqrt{\frac{2}{3}}\right)}}$

Из рисунка видно, что период колебаний маятника равен

$$T = \frac{1}{2}T_1 + \frac{1}{2}T_2 = \frac{1}{2}2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} + \frac{1}{2}2\pi\sqrt{\frac{2\ell}{3g}} = \pi\sqrt{\frac{\ell}{g}\left(1 + \sqrt{\frac{2}{3}}\right)} .$$

З А Д А Ч А 12.



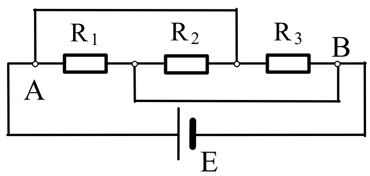
Ответ: $\boxed{Q = \frac{5}{2}Fd}$.

1) $F = \frac{2CU^2}{2d}$, откуда $\frac{U^2}{2} = \frac{Fd}{2C}$.

2) Так как $Q = \frac{C_{БАТ}U^2}{2}$, где $C_{БАТ} = 3C + 2C = 5C$.

то $Q = \frac{5C}{} \cdot \frac{Fd}{2C} = \frac{5}{2}Fd$.

З А Д А Ч А 13.



Ответ: $\boxed{N = \frac{E^2}{R_\Sigma} = 66\ Вт}$.

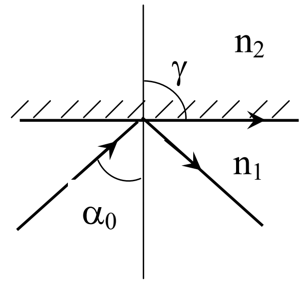
Мощность тока на участке АВ $N = I \cdot U = I \cdot E = \frac{E}{R_\Sigma}E = \frac{E^2}{R_\Sigma}$.

Сопротивление участка АВ $R_\Sigma = \frac{R_1R_2R_3}{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3} = \frac{1\cdot2\cdot3}{1\cdot2 + 1\cdot3 + 2\cdot3} = \frac{6}{11}Ом$.

Мощность источника тока $N = \frac{E^2}{R_\Sigma} = \frac{6^2\cdot11}{6} = 66\ Вт$.

З А Д А Ч А 14.

Ответ: $\boxed{\alpha_0 = \arcsin\frac{1{,}33}{1{,}5}}$.

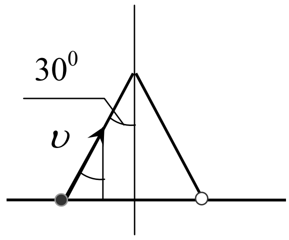


$n_1 = 1{,}5$, $n_2 = 1{,}33$

Предельный угол падения, при котором наблюдается явление полного отражения, находим из условия $\boxed{\sin\alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}}$, откуда $\boxed{\alpha_0 = \arcsin\frac{1{,}33}{1{,}5}}$.

З А Д А Ч А 15.

Ответ: $\boxed{0{,}2\,м/с}$.



Точка приближается к зеркалу со скоростью, равной проекции скорости точки υ на нормаль к зеркалу, то есть $\upsilon_1 = \upsilon\cdot\sin 30^o$. Поэтому расстояние между точкой и её изображением в зеркале изменяется со скоростью $2\upsilon_1 = 2\upsilon\cdot\sin 30^o = 2\cdot 0{,}2\cdot 0{,}5 = 0{,}2\,м/с$.

З А Д А Ч А 16.

Ответ: $\boxed{\text{уменьшится в } \sqrt{2} \text{ раз}}$.

В неподвижном лифте период колебаний маятника равен $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$. При движении лифта вверх с ускорением g с учётом инерционных свойств маятника период его колебаний будет равен $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{2g}} = \frac{T_1}{\sqrt{2}}$, то есть уменьшится в $\sqrt{2}$ раз.

З А Д А Ч А 17.

Ответ: $\boxed{\text{уменьшится в } \sqrt{2} \text{ раз}}$.

До подключения конденсатора частота электрических колебаний в контуре равна $\nu_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\cdot C}}$

При параллельном подключении конденсатора, ёмкость в колебательном контуре увеличивается в два раза. Соответственно частота колебаний $\nu_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\cdot 2C}} = \frac{\nu_1}{\sqrt{2}}$, то есть уменьшится в $\sqrt{2}$ раз.

З А Д А Ч А 18.

Ответ: $\boxed{\text{Увеличивается в } \sqrt{2} \text{ раз}}$.

Пусть υ - скорость электрона после прохождения ускоряющей разности потенциалов, e – заряд электрона, r – радиус окружности, по которой движется электрон в магнитном поле, B – индукция магнитного поля. По закону сохранения энергии $\frac{m\upsilon^2}{2} = eU$ (1). По второму закону Ньютона $\frac{m\upsilon^2}{r} = e\upsilon B$ (2). Из (1) и (2) получаем $r = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{e}}$ (3). Из (3) видно, что при увеличении U в два раза радиус r увеличивается в $\sqrt{2}$ раз.

З А Д А Ч А 19.

Ответ: $\boxed{\lambda = -\frac{16}{3}\cdot\frac{\text{hc}}{E_1} = 4{,}89\cdot 10^{-7}\ м}$.

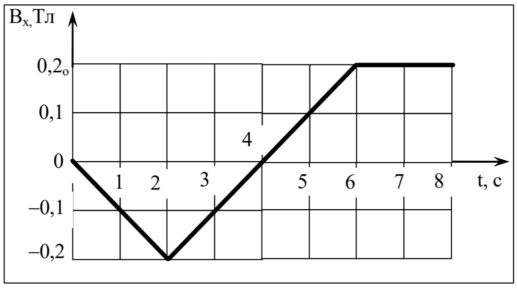
Энергия атома на n –ом энергетическом уровне $E_n = \frac{E_1}{n^2}$. Тогда энергия атома на втором энергетическом уровне $E_2 = \frac{E_1}{2^2} = \frac{E_1}{4}$. а на четвёртом $E_4 = \frac{E_1}{4^2} = \frac{E_1}{16}$.

Энергия фотона $h\nu = E_4 - E_2$, откуда $\nu = \frac{E_4 - E_2}{h}$. Тогда $\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{ch}{E_4 - E_2}$.

$$\lambda = \frac{ch}{\frac{E_1}{16} - \frac{E_1}{4}} = -\frac{16ch}{3E_1} = -\frac{16 \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 6{,}6 \cdot 10^{-34}}{3(-13{,}53) \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 4{,}89 \cdot 10^{-7}\ м$$

З А Д А Ч А 20.

Ответ: $\boxed{Q = \frac{S^2}{R} \cdot \left(\frac{dB}{dt}\right)^2 \cdot \Delta t = 6 \cdot 10^{-4}\ Дж}$.



1) Из рисунка видно, что ЭДС индукции, действующая в контуре, а, следовательно, и ток, текущий в нем, остаются постоянными по модулю в течение времени от 0 до 6 с (в момент времени t = 4с ЭДС и ток изменяют направление).

2) Теплота Q, выделяющаяся в контуре

$$Q = I^2 R\Delta t = \left(\frac{E}{R}\right)^2 \cdot R\Delta t = \frac{1}{R}\left(\frac{d\Phi}{dt}\right)^2 \Delta t = \frac{S^2}{R} \cdot \left(\frac{dB}{dt}\right)^2 \cdot \Delta t = \frac{\left(10^{-2}\right)^2}{10^{-2}} \cdot \left(10^{-1}\right)^2 \cdot 6 = 6 \cdot 10^{-4}\ Дж\ .$$