ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО (ОЧНОГО) ЭТАП ОЛИМПИАДЫ МГТУ ИМ. Н. Э. БАУМАНА «ШАГ В БУДУЩЕЕ» ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ 8-10 КЛАССОВ 2012-2013 УЧЕБНОГО ГОДА.

ВАРИАНТ 1 (10 класс)

1. Обруч радиусом R = 20 см вращается в горизонтальной плоскости с частотой ν = 0,5 с$^{-1}$. По обручу с постоянной скоростью ползет жук в направлении, противоположном вращению обруча. Каким должен быть минимальный коэффициент трения между обручем и лапками жука, чтобы он смог обежать весь обруч за t = 10 с?

2. Два бруска массами m и $2m$, соединенные невесомой нерастянутой пружиной жесткости k, лежат на горизонтальной поверхности (рис. 1). В брусок массой m попадает горизонтально летящая пуля и застревает в нем. Масса пули m. При какой минимальной скорости v пули сдвинется не только брусок, в который она попала, но и другой брусок. Коэффициент трения брусков о поверхность равен μ. Время взаимодействия пули и бруска считать очень малым.

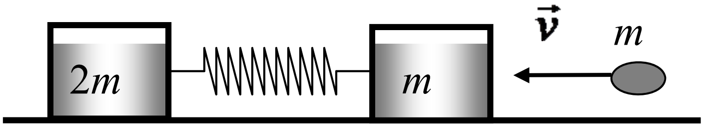
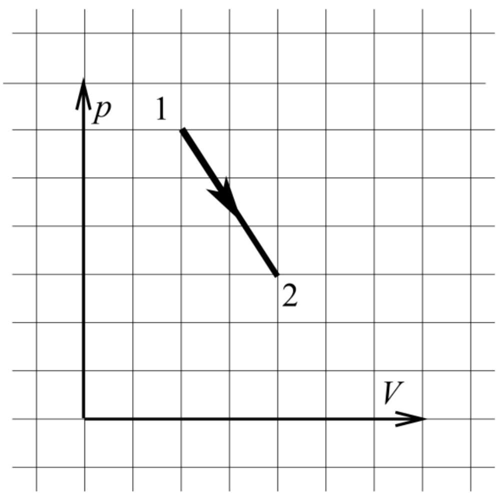


Рис. 1

3. Тело, имеющее форму однородного цилиндра длиной L, плавает вертикально в воде, погрузившись в воду на треть своей длины. Цилиндр полностью погружают в воду, так, что его нижнее основание оказывается на глубине $2L$ от поверхности воды. На какую максимальную высоту над поверхностью воды поднимется центр тяжести тела, если его отпустить без начальной скорости. Силой сопротивления воды и воздуха пренебречь. Ось цилиндра в процессе движения остается вертикальной.

4. Сосуд разделен на две равные части полупроницаемой неподвижной перегородкой. В обеих частях сосуда находится кислород O_2, молекулы которого могут свободно проходить через перегородку. В некоторый момент под действием электрического разряда весь кислород, находившийся в левой части сосуда, превращается в озон O_3. Для молекул озона перегородка непроницаема. Определите отношение давлений в левой и правой частях сосуда после установления в них равновесия и выравнивания температур. Химическая реакция образования озона: $3O_2 \rightarrow 2O_3$. Считать, что обратного превращения озона в кислород не происходит.



5. В одной из аудиторий МГТУ им. Н.Э.Баумана найден тетрадный листок в клеточку, на котором нарисован график (рис. 2) и записано кратное условие. «ν = 1 моль, максимальная температура в процессе 12 t_{max} = 27º С. Найти количества тепла Q, полученное в процессе 12.» Жюри олимпиады просит помочь ему решить эту задачу.

Рис. 2

ВАРИАНТ 2 (10 класс)

1. Обруч радиусом R = 50 см вращается в горизонтальной плоскости с постоянной угловой скоростью ω = 0,4 рад/с. По обручу с постоянной скоростью ползет жук в направлении вращения обруча. За какое наименьшее время жук сможет обежать весь обруч, если коэффициент трения между обручем и лапками жука равен μ = 0,1?

2. Два бруска массами m и $2m$, соединенные невесомой нерастянутой пружиной жесткости k, лежат на горизонтальной поверхности (рис. 1). В брусок массой $2m$ попадает горизонтально летящая пуля и застревает в нем. Масса пули m. При какой минимальной скорости v пули сдвинется не только брусок, в который она попала, но и другой брусок. Коэффициент трения брусков о поверхность равен μ. Время взаимодействия пули и бруска считать очень малым.

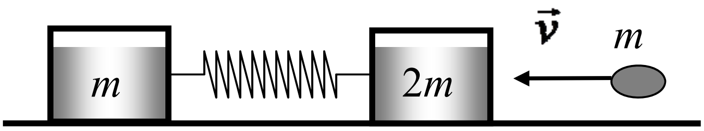
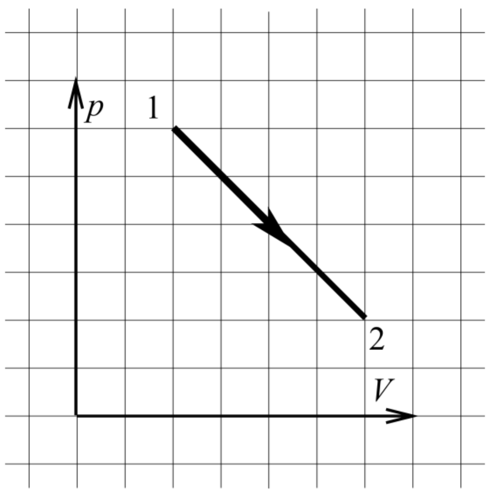


Рис. 1

3. Тело, имеющее форму однородного цилиндра длиной L, плавает вертикально в воде, погрузившись в воду на четверть своей длины. Цилиндр полностью погружают в воду, так, что его верхнее основание оказывается на глубине $L/2$ от поверхности воды. На какую максимальную высоту над поверхностью воды поднимется центр тяжести тела, если его отпустить без начальной скорости. Силой сопротивления воды и воздуха пренебречь. Ось цилиндра в процессе движения остается вертикальной.

4. Сосуд разделен на две равные части полупроницаемой неподвижной перегородкой. В левой части сосуда находится кислород O_2, а в правой – вакуум. Перегородка непроницаема для молекул кислорода. В некоторый момент под действием электрического разряда половина молекул кислорода превращается в озон O_3. Молекулы озона могут свободно проходить через перегородку. Определите отношение давлений в левой и правой частях сосуда после установления в них равновесия и выравнивания температур. Химическая реакция образования озона: $3O_2 \to 2O_3$. Считать, что обратного превращения озона в кислород не происходит.



5. В одной из аудиторий МГТУ им. Н.Э.Баумана найден тетрадный листок в клеточку, на котором нарисован график (рис. 2) и записано кратное условие. «ν = 1 моль, количества тепла, полученное в процессе 12 Q = 2,5 кДж. Найти максимальную температуру T_{max} в процессе 12.» Жюри олимпиады просит помочь ему решить эту задачу.

Рис. 2

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ 10 КЛАССА.
ВАРИАНТ 1.

Задача 1.

Решение.

В ИСО, связанной с Землей, угловая скорость жука

$$\omega_{\grave{a}\acute{a}\tilde{n}} = 2\pi\nu - \frac{2\pi}{t} = 2{,}51\frac{\eth\grave{a}\ddot{a}}{\tilde{n}}. \qquad (1)$$

Центростремительное ускорение жука

$$a = \omega_{\text{абс}}^2 R. \qquad (2)$$

Сила трения направлена к центру обруча

$$F_{\text{тр}} = ma \le \mu mg \qquad (3)$$

$$\Rightarrow \ \mu \ge \frac{a_n}{g}, \Rightarrow \mu_{\min} = \frac{a_n}{g} = \frac{\omega_{\grave{a}\acute{a}\tilde{n}}^2 R}{g}. \qquad (4)$$

Ответ. $\mu_{\min} = 4\pi^2\left(\nu - \frac{1}{t}\right)^2 \frac{R}{g} = 0{,}13.$

Задача 2.

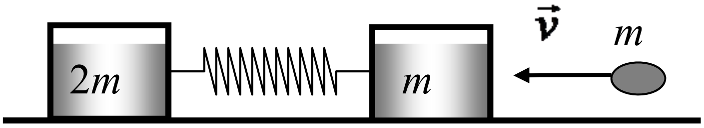


Рис. 1

Решение

1. Абсолютно неупругое столкновение пули и бруска.

$$mv = 2mu \ \Rightarrow \ v = 2u, \qquad (1)$$

где v – скорость пули, u – скорость бруска с пулей.

2. После столкновения брусок с пулей массой $2m$ начнет двигаться и пройдет расстояние x, достаточное для того, чтобы сила упругости, действующая на второй брусок, оказалась большей силы трения.

$$-\mu \cdot 2mgx = \frac{kx^2}{2} - \frac{2mu^2}{2}, \qquad (2)$$

$$\mu \cdot 2mg = kx. \qquad (3)$$

3. Решаем систему (1), (2), (3). $\Rightarrow \ v = 2\mu g\sqrt{\frac{6m}{k}}$. (4)

Ответ. $v = 2\mu g\sqrt{\frac{6m}{k}}$.

Задача 3.

Решение

1. Условие плавания тела:

$$mg = F_A = \rho g \frac{L}{3} S, \ \Rightarrow m = \frac{1}{3}\rho LS, \qquad (1)$$

где m – масса, S – площадь сечения тела, ρ - плотность воды.

2. После погружения тела в воду и последующего его отпускания, работа силы Архимеда A_{F_A} равна изменению потенциальной энергии тела $\Delta E_{\text{ï}}$ (изменение кинетической энергии при подъеме центра тяжести тела на максимальную высоту H равно нулю).

$$A_{F_A} = A_1 + A_2 = \Delta E_{\text{ï}}, \qquad (2)$$

где $\Delta E_{\text{ï}} = mg\left(H + \frac{3}{2}L\right)$. (3)

На начальном участке перемещения, пока все тело еще находится в воде, выталкивающая сила постоянна и равна $F_A = \rho gLS$. Работа силы Архимеда на этом участке равна

$$A_1 = F_A L = \rho g L^2 S. \qquad (4)$$

При выходе из воды выталкивающая сила линейно уменьшается от $F_A = \rho gLS$ до нуля. В этом случае ее работу можно рассчитать либо с помощью графика зависимости выталкивающей силы от перемещения, либо как произведение среднего значения этой силы $F_{\text{ñð}} = \frac{1}{2}\rho gLS$ на перемещение:

$$A_2 = F_{\text{ñð}} L = \frac{1}{2}\rho g L^2 S. \qquad (5)$$

$$\Rightarrow A_{F_A} = \rho g L^2 S + \frac{1}{2}\rho g L^2 S = \frac{3}{2}\rho g L^2 S, \qquad (6)$$

3. Решаем систему (1) – (5). $\Rightarrow H = 3L$. (7)

Ответ. $H = 3L$.

Задача 4.

Решение

1. Пусть первоначально в сосуде, объем которого обозначим V, было ν моль кислорода O_2. Значит, $\frac{\nu}{2}$ моль кислорода превратилось в озон O_3.

2. Т.к. из трех молекул кислорода получается 2 молекулы озона, то после установления равновесия в сосуде и выравнивания температур в нем будет

кислорода O_2 – $\frac{\nu}{2}$ моль, который занимает весь объем сосуда V;

озона O_3 – $\frac{2}{3}\cdot\frac{\nu}{2} = \frac{\nu}{3}$ моль, занимающий объем $\frac{V}{2}$ в левой части сосуда.

3. Пусть установившаяся температура в сосуде T. Парциальные давления кислорода $p_к$ и озона $p_о$ найдем из уравнений состояния.

$$p_{\hat{e}} V = \frac{\nu}{2} RT \ \Rightarrow p_{\hat{e}} = \frac{\nu RT}{2V} \qquad (1)$$

$$p_{\text{î}}\frac{V}{2}=\frac{\nu}{3}RT \Rightarrow p_{\text{î}}=\frac{2\nu RT}{3V} \qquad (2)$$

4. Давление в левой части сосуда

$$p_{\text{ëåâ}}=p_{\text{ê}}+p_{\text{î}}=\frac{\nu RT}{2V}+\frac{2\nu RT}{3V}=\frac{7\nu RT}{6V}, \qquad (3)$$

в правой части – $p_{\text{ïð}}=p_{\text{ê}}=\frac{\nu RT}{2V}$, (4)

5. Отношение давлений $\frac{p_{\text{ëåâ}}}{p_{\text{ïð}}}=\frac{7}{3}$. (5)

Ответ. $\frac{p_{\text{ëåâ}}}{p_{\text{ïð}}}=\frac{7}{3}$.

Задача 5.

Решение

1. Обозначим давление и объем в состоянии 1 p_0 и V_0, тогда в состоянии 2 – эти параметры равны $p_0/2$ и $2V_0$ (рис. 3).

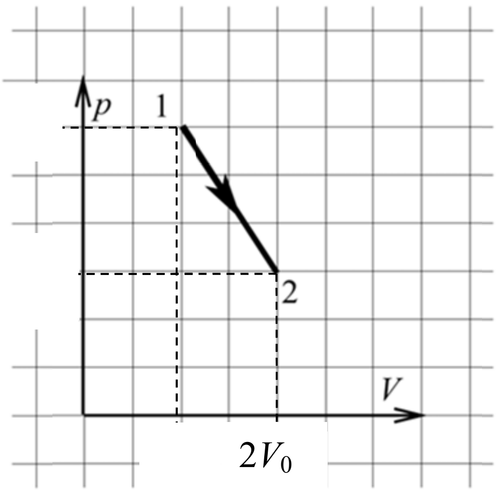


Рис. 3

2. Изменение внутренней энергии газа в процессе 12

$$\Delta U=\frac{i}{2}\left(\frac{p_0}{2}\cdot 2V_0-p_0V_0\right)=0 \qquad (1)$$

независимо от того, сколько степеней свободы имеет молекула газа.

3. Количество тепла Q, полученное газом равно работе A_{12}, совершенной газом в процессе 12

$$Q=A_{12}=\frac{1}{2}\left(p_0+\frac{p_0}{2}\right)\left(2V_0-V_0\right)=\frac{3}{4}p_0V_0. \qquad (2)$$

4. Уравнение процесса 12 $p=AV+B$. (3)

Коэффициенты A и B найдем, подставив в уравнение (3) параметры состояний 1 и 2:

$$A=-\frac{p_0}{2V_0},\ B=\frac{3}{2}p_0. \qquad (4)$$

Подставим выражение для давления (3) в уравнение состояния 1 моля идеального газа $pV = RT$ Тогда зависимость T температуры от объема V

$$T(V) = \frac{1}{R}\left(-\frac{p_0}{2V_0}V^2 + \frac{3p_0}{2}V\right). \qquad (5)$$

5. Вершине параболы (5) соответствует значение объема

$$V_m = \frac{3}{2}V_0. \qquad (6)$$

6. Тогда максимальная температура в процессе 12

$$T_{\max} = \frac{9p_0V_0}{8R}. \qquad (7)$$

$$\Rightarrow\ p_0V_0 = \frac{8}{9}RT_{\max} \Rightarrow Q = \frac{2}{3}RT_{\max} = 1660 \text{ Дж.} \qquad (8)$$

Ответ. $Q = \frac{2}{3}RT_{\max} = 1660$ Дж..

ВАРИАНТ 2.

Задача 1.

Решение.

В ИСО, связанной с Землей, угловая скорость жука

$$\omega_{àáñ} = \omega + \frac{2\pi}{T}. \qquad (1)$$

Центростремительное ускорение жука $a = \omega_{абс}^2 R$. (2)

Сила трения направлена к центру обруча

$$F_{тр} = ma \le \mu mg \qquad (3)$$

$$\Rightarrow\ T \ge \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{\mu g}{R}} - \omega}, \Rightarrow T_{\min} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{\mu g}{R}} - \omega} = 6{,}3 \text{ с.} \qquad (4)$$

Ответ. $T_{\min} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{\mu g}{R}} - \omega} = 6{,}3$ с.

Задача 2.

Решение.

1. Абсолютно неупругое столкновение пули и бруска.

$$mv = 3mu \Rightarrow v = 3u, \qquad (1)$$

где v – скорость пули, u – скорость бруска с пулей.

2. После столкновения брусок с пулей массой $3m$ начнет двигаться и пройдет расстояние x, достаточное для того, чтобы сила упругости, действующая на второй брусок, оказалась большей силы трения.

$$-\mu \cdot 3mgx = \frac{kx^2}{2} - \frac{3mu^2}{2}, \qquad (2)$$

$$\mu mg = kx. \qquad (3)$$

3. Решаем систему (1), (2), (3). $\Rightarrow$ $v = \mu g \sqrt{\dfrac{21m}{k}}$. (4)

Ответ. $v = \mu g \sqrt{\dfrac{21m}{k}}$.

Задача 3.

Решение:

1. Условие плавания тела:

$$mg = F_A = \rho g \frac{L}{4} S, \ \Rightarrow \ m = \frac{1}{4} \rho L S, \qquad (1)$$

где m – масса, S – площадь сечения тела, ρ - плотность воды.

2. После погружения тела в воду и последующего его отпускания, работа силы Архимеда A_{F_A} равна изменению потенциальной энергии тела $\Delta E_{\text{ï}}$ (изменение кинетической энергии при подъеме центра тяжести тела на максимальную высоту H равно нулю).

$$A_{F_A} = A_1 + A_2 = \Delta E_{\text{ï}}, \qquad (2)$$

где $\Delta E_{\text{ï}} = mg\left(H + L\right)$. (3)

На начальном участке перемещения, пока все тело еще находится в воде, выталкивающая сила постоянна и равна $F_A = \rho g L S$. Работа силы Архимеда на этом участке равна

$$A_1 = F_A \frac{L}{2} = \frac{1}{2} \rho g L^2 S. \qquad (4)$$

При выходе из воды выталкивающая сила линейно уменьшается от $F_A = \rho g L S$ до нуля. В этом случае ее работу можно рассчитать либо с помощью графика зависимости выталкивающей силы от перемещения, либо как произведение среднего значения этой силы $F_{\text{ñð}} = \dfrac{1}{2} \rho g L S$ на перемещение: $A_2 = F_{\text{ñð}} L = \dfrac{1}{2} \rho g L^2 S$. (5)

$$\Rightarrow \ A_{F_A} = \frac{1}{2} \rho g L^2 S + \frac{1}{2} \rho g L^2 S = \rho g L^2 S, \qquad (6)$$

3. Решаем систему (1) – (5). $\Rightarrow$ $H = 3L$. (7)

Ответ. $H = 3L$.

Задача 4.

Решение:

1. Пусть первоначально в сосуде, объем которого обозначим V, было ν моль кислорода O_2. Значит, $\frac{\nu}{2}$ моль кислорода превратилось в озон O_3.

2. Т.к. из трех молекул кислорода получается 2 молекулы озона, то после установления равновесия в сосуде и выравнивания температур в нем будет

кислорода O_2 – $\frac{\nu}{2}$ моль, занимающий объем $\frac{V}{2}$ в левой части сосуда;

озона O_3 – $\frac{2}{3}\cdot\frac{\nu}{2}=\frac{\nu}{3}$ моль, который занимает весь объем сосуда V.

3. Пусть установившаяся температура в сосуде T. Парциальные давления кислорода $p_к$ и озона $p_о$ найдем из уравнений состояния.

$$p_{\text{ê}}\frac{V}{2}=\frac{\nu}{2}RT \Rightarrow p_{\text{ê}}=\frac{\nu RT}{V} \qquad (1)$$

$$p_{\text{î}}V=\frac{\nu}{3}RT \Rightarrow p_{\text{î}}=\frac{\nu RT}{3V} \qquad (2)$$

4. Давление в левой части сосуда

$$p_{\text{ëåâ}}=p_{\text{ê}}+p_{\text{î}}=\frac{\nu RT}{V}+\frac{\nu RT}{3V}=\frac{4\nu RT}{3V}, \qquad (3)$$

в правой части – $p_{\text{ïð}}=p_{\text{î}}=\frac{\nu RT}{3V}$, (4)

5. Отношение давлений $\frac{p_{\text{ëåâ}}}{p_{\text{ïð}}}=4$. (5)

Ответ. $\frac{p_{\text{ëåâ}}}{p_{\text{ïð}}}=4$.

Задача 5.

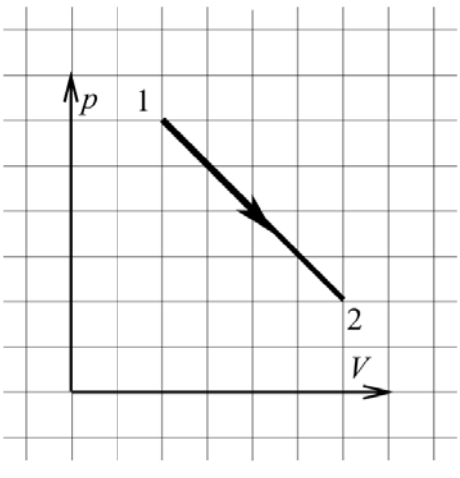


Рис. 2

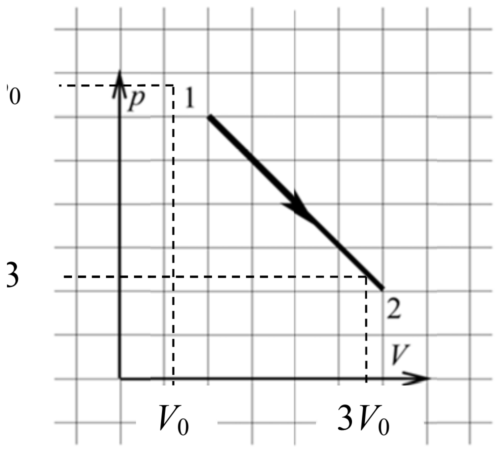


Рис. 3

Решение:

1. Обозначим давление и объем в состоянии 1 p_0 и V_0, тогда в состоянии 2 – эти параметры равны $p_0/3$ и $3V_0$ (рис. 3).

2. Изменение внутренней энергии газа в процессе 12

$$\Delta U = \frac{i}{2}\left(\frac{p_0}{3}\cdot 3V_0 - p_0V_0\right) = 0 \qquad (1)$$

независимо от того, сколько степеней свободы имеет молекула газа.

3. Количество тепла Q, полученное газом равно работе A_{12}, совершенной газом в процессе 12.

$$Q = A_{12} = \frac{1}{2}\left(p_0 + \frac{p_0}{3}\right)(3V_0 - V_0) = \frac{4}{3}p_0V_0 . \qquad (2)$$

4. Уравнение процесса 12 $p = AV + B$. (3)

Коэффициенты A и B найдем, подставив в уравнение (3) параметры состояний 1 и 2:

$$A = -\frac{p_0}{3V_0},\ B = \frac{4}{3}p_0 . \qquad (4)$$

Подставим выражение для давления (3) в уравнение состояния 1 моля идеального газа $pV = RT$ Тогда зависимость T температуры от объема V

$$T(V) = \frac{1}{R}\left(-\frac{p_0}{3V_0}V^2 + \frac{4p_0}{3}V\right). \qquad (5)$$

5. Вершине параболы (5) соответствует значение объема

$$V_m = 2V_0 . \qquad (6)$$

6. Тогда максимальная температура в процессе 12

$$T_{\max} = \frac{4p_0V_0}{3R} . \qquad (7)$$

$$\Rightarrow T_{\max} = \frac{4}{3}\cdot\frac{1}{R}\cdot\frac{3}{4}Q = \frac{Q}{R} = 301\ \hat{\text{E}} \qquad (8)$$

Ответ. $T_{\max} = \dfrac{Q}{R} = 301\ \hat{\text{E}}$.

ВАРИАНТ 1 (9 класс)

ЗАДАЧА 1.

Можно ли поднять кипящую воду на некоторую высоту с помощью засасывающего насоса? Ответ обосновать.

ЗАДАЧА 2.

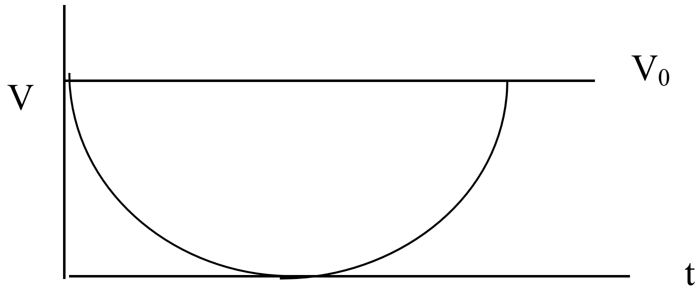
Найдите среднюю путевую скорость движения материальной точки по графику зависимости ее скорости от времени, представляющему собой полуокружность, диаметр которой параллелен оси времени и соответствует скорости 5 м/с, а точка касания графика скорости и оси времени делит график на симметричные дуги. (См. рисунок.)

ЗАДАЧА 3.

Железный шарик объемом 0,25 мл опускается в вязкой жидкости с постоянной скоростью 5,5 м/с. Сила вязкого трения прямо пропорциональна скорости шарика. Коэффициент пропорциональности равен 0,003 Н·с/м. Во сколько раз плотность жидкости меньше плотности железа?

ЗАДАЧА 4.

Выпуклый мост параболической формы связывает два берега реки шириной d. Каков радиус кривизны моста в его верхней точке, если максимально допустимая скорость движения автомобиля в верхней точке моста составляет 60 км/час? Какое наименьшее время потребуется автомобилю, чтобы переехать реку? Верхняя точка моста находится на расстоянии *d*/2 от берега.



РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ 9 КЛАССА.

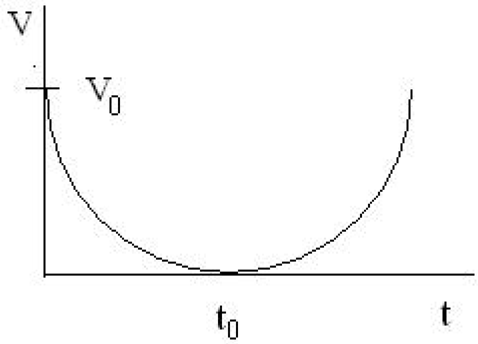
Задача 1.

Решение:

насос будет откачивать образующийся при кипении пар, а воду он поднимать не будет.

Задача 2.

Решение:



Для расчета средней путевой скорости необходимо вычислить площадь под графиком зависимости скорости от времени. По условию, в выбранных масштабах график представляет собой полуокружность. Искомая площадь будет представлять собой разность площадей прямоугольника со "сторонами" V_0 и $2t_0$ и полукруга с "радиусами" V_0 и t_0 и равняться $V_0 t_0\left(2-\frac{\pi}{2}\right)$. Средняя скорость будет равняться отношению этой величины к времени движения $2t_0$, т.е. $V_0\left(1-\frac{\pi}{4}\right)=1{,}075$ м/с

Задача 3.

Решение:

На шарик действуют сила тяжести, сила Архимеда и сила вязкого трения. Поскольку движение равномерное, сумма этих сил равна нулю:

$$\rho_{Fe} V g = ku + \rho_l V g,$$

где ρ_{Fe} - плотность железа, ρ_l - плотность жидкости, V - объем шарика, g - ускорение свободного падения, k - коэффициент пропорциональности, u - скорость шарика.
Решая это уравнение, получим:

$$\frac{\rho_l}{\rho_{Fe}} = 1 - \frac{ku}{\rho_{Fe} V g} = 1 - \frac{0{,}003 \cdot 5{,}5}{7800 \cdot 0{,}25 \cdot 10^{-6} \cdot 10} \approx 0{,}154,$$

т.е., плотность жидкости в 6,5 раз меньше плотности железа.

Задача 4.

Решение:

Если автомобиль движется по параболическому мосту с максимально возможной скоростью, то он не оказывает давления на мост. Его движение эквивалентно движению тела, брошенного под углом к горизонту. Значит, горизонтальная проекция его скорости всегда равна 60 км/час. Радиус кривизны моста в верхней точке рассчитывается как $R = \frac{V^2}{g} \approx 27{,}8$ м. Время движения по мосту составляет 30 с.

ВАРИАНТ 1 (8 КЛАСС)

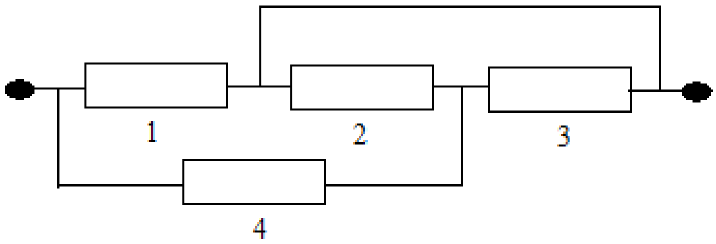
1. Действует ли на искусственном спутнике Земли закон Паскаля и архимедова сила?

2. В калориметр, содержащий 2 кг воды при температуре 20ºС, бросили кусок льда массой 1 кг, в центре которого вморожен стальной шарик массой 50 г. Температура льда 0ºС. Утонет ли стальной шарик после установления теплового равновесия?

3. В калориметр с водой, температура которой $t_в$ = 20 ºС, переносят нагретые в кипятке одинаковые металлические шарики. После переноса первого шарика температура воды в калориметре поднялась до $t_в$ = 40 ºС. Какой станет температура воды в калориметре после переноса двух шариков? Трех? Сколько шариков надо перенести, чтобы температура в калориметре стала равной 90 ºС?

4. Каково сопротивление цепи, если сопротивление каждого из резисторов 1 Ом?

а)



РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ 8 КЛАССА.

Задача 1.

Решение:

На искусственном спутнике Земли в условиях невесомости архимедова сила, обусловленная весом жидкости или газа, которые вытесняются некоторым телом, не действует. Закон Паскаля утверждает, что любое избыточное давление передается в жидкости или газе в любую точку по всем направлениям, т.е. в невесомости закон Паскаля выполняется.

Задача 2.

Решение:

Для расплавления всего льда необходимо сообщить ему количество теплоты, равное $Q_1 = \lambda m_1 = 3,3 \cdot 10^5 \cdot 1 = 3,3 \cdot 10^5$ Дж. Установим, достаточно ли количества теплоты, отданного водой при охлаждении до 0 °С, для расплавления всего льда: $Q_2 = cm_2\Delta t = 4,2 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 20 =$ $1,68 \cdot 10^5$ Дж, т.е. растает не весь лед, и шарик останется вмороженным в оставшийся лед. Масса оставшегося льда будет равна $m_3 = m_1 - \frac{Q_2}{\lambda} \approx 0,491$ кг. Объем этого льда равен $V_3 = \frac{m_3}{\rho_1} \approx 5,45 \cdot 10^{-4}$ м^3. Объем шарика составляет $V = \frac{m}{\rho} = \frac{0,05}{7800} \approx 6 \cdot 10^{-6}$ м^3, суммарный объем льда и стали равен $5,51 \cdot 10^{-4}$ м^3, суммарная масса равна 0,541 кг, средняя плотность составляет 982 кг/м^3, что меньше, чем плотность воды, а значит шарик, вмороженный в лед, после установления теплового

Задача 3.

Решение:

В задаче однозначно не указано, переносятся ли шарики одновременно или последовательно. Рассмотрим более простой случай одновременного переноса шариков. Для одного шарика запишем уравнение теплового баланса:

$$C_0 \Delta t_0 = C_1 \Delta t_1,$$

где C_0 –теплоемкость (не удельная теплоемкость, а именно теплоемкость) системы вода – калориметр, C_1 – теплоемкость шарика, Δt_0 – изменение температуры воды при нагревании, Δt_1 – изменение температуры шарика при охлаждении.
Для N шариков уравнение теплового баланса будет иметь вид

$$C_0 \Delta t_{0N} = N C_1 \Delta t_N$$

Это уравнение сразу позволяет ответить на последний вопрос задачи:

$$N = \frac{C_0}{C_1} \frac{\Delta t_{0N}}{\Delta t_N} = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_0} \frac{\Delta t_{0N}}{\Delta t_N} = \frac{60}{20} \cdot \frac{70}{10} = 21$$

При переносе двух шариков можно записать уравнение теплового баланса в виде

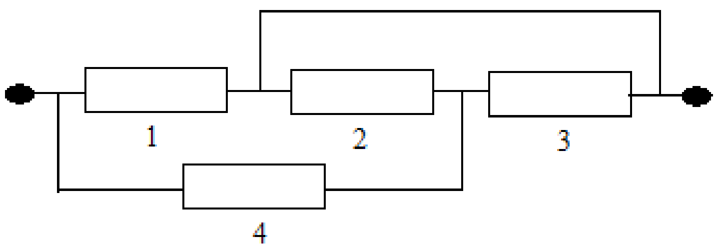
$$C_0 \left(\theta_2 - 20\right) = 2C_1 (100 - \theta_2),$$

где θ_2 – установившаяся температура. Решая это уравнение, получим θ_2 = 52 °C.
Аналогично для N = 3 θ_3 = 60 °C

Задача 4.

Решение:

а)



Резисторы 2 и 3 соединены параллельно, их общее сопротивление равно 0,5 Ом. Последовательно с ними соединен резистор 4. Параллельно этой цепочке сопротивлением 1,5 Ом подключен резистор 1. В результате сопротивление всей цепи равно 0,6 Ом.