

Отборочный этап

8 класс

Задача №1. Аквариум, заполненный до краев водой, помещен на горизонтальную поверхность. В этот аквариум кладут камешек массой m и плотностью $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$. На сколько увеличится сила давления аквариума на горизонтальную поверхность? Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Силами вязкого трения пренебречь. Ответ дать в Ньютонах, округлив до десятых.

Возможное решение:

Сила давления аквариума на горизонтальную поверхность до того, как положили камешек:

$$F_1 = M * g$$

Где M – масса аквариума с водой.

Сила давления аквариума на горизонтальную поверхность после того, как положили камешек:

$$F_2 = (M + m) * g$$

Тогда разность сил давлений равна:

$$\Delta F = m * g$$

Подставляя численные значения:

$$\Delta F = 1,2 \text{ Н}$$

Ответ: 1,2 Н

Задача №2. Брусек массой $m = 2 \text{ кг}$ лежит на столе. К бруску прикреплена невесомая и недеформированная горизонтальная пружина с одного конца, а за другой ее конец прикладывают силу, растягивая пружину. Длина пружины в недеформированном состоянии $x_0 = 30 \text{ см}$. Жесткость пружины равна $k = 10 \text{ Н/м}$. До какой максимальной длины можно растянуть пружину, чтобы брусок все еще находился в состоянии покоя? Коэффициент трения между бруском и поверхностью стола $\mu = 0,2$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Ответ дать в сантиметрах, округлив до целого числа.

Возможное решение:

Для того, чтобы брусок находился в состоянии покоя, необходимо выполнение условия:

$$F_{\text{упр}} \leq F_{\text{тр.скольж.}}$$

$$F_{\text{тр.скольж.}} = \mu * m * g$$

Где m – масса бруска.

В случае максимального растяжения пружины:

$$F_{\text{упр max}} = F_{\text{тр.скольж.}}$$

По закону Гука:

$$F_{\text{упр max}} = k * (x_{\text{max}} - x_0)$$

Решая полученное уравнение:

Олимпиада школьников «Шаг в будущее»

$$x_{max} = \frac{\mu * m * g}{k} + x_0$$

Подставляя численные значения:

$$x_{max} = 70 \text{ см}$$

Ответ: 70 см

Задача №3. Для того, чтобы обогреть комнату в доме, необходимо сжечь $V = 10$ л бензина. Сколько нужно сжечь спирта, чтобы нагреть до той же температуры ту же самую комнату? Удельная теплота сгорания бензина $q_б = 4,6 * 10^7$ Дж/кг, удельная теплота сгорания спирта $q_{сп} = 2,7 * 10^7$ Дж/кг, плотность бензина $\rho_б = 710$ кг/м³, плотность спирта $\rho_{сп} = 800$ кг/м³. Ответ дать в литрах, округлив до целого числа.

Возможное решение:

Кол-во теплоты, выделенное на обогрев комнаты за счет сгорания бензина:

$$Q = q_б * \rho_б * V$$

Кол-во теплоты, выделенное на обогрев комнаты за счет сгорания спирта:

$$Q = q_{сп} * \rho_{сп} * V_{сп}$$

Решая полученную систему уравнений:

$$V_{сп} = \frac{q_б * \rho_б}{q_{сп} * \rho_{сп}} * V$$

Подставляя численные значения:

$$V_{сп} = 15 \text{ л}$$

Ответ: 15 л

Задача №4. Для мытья машины часто используют мойку высокого давления фирмы «Karcher». Она равномерно подает воду объемом 80 литров в минуту, скорость струи воды при вылете из моечного оборудования такова, что если расположить шланг вертикально, то вода поднимается до высоты 90 метров. В основе работы аппарата лежит его двигатель, КПД которого 50%. Чему равна мощность такого двигателя? Плотность воды $\rho_в = 1000$ кг/м³. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ дать в Ваттах, округлив до целого числа.

Возможное решение:

КПД двигателя равен:

$$\eta = \frac{A_{пол}}{A_{затр}}$$

Где полезная и затраченная работы равны соответственно:

$$A_{пол} = \rho_в * V * g * h$$

$$A_{затр} = N * t$$

Олимпиада школьников «Шаг в будущее»

Где V – объем воды, поданной за минуту; h – высота, до которой поднимается вода; N – мощность двигателя.

Решая полученную систему уравнений:

$$N = \frac{\rho_B * V * g * h}{\eta * t}$$

Подставляя численные значения:

$$N = 2400 \text{ Вт}$$

Ответ: 2400 Вт

Задача №5. Для приготовления крема используют эмульсию – систему, состоящую из несмешивающихся жидкостей. В простейшем случае для его приготовления требуется вода и масло, причем объем масла в три раза меньше, чем объем воды. Чему равна масса 500 мл крема? Плотность воды 1000 кг/м^3 , плотность масла 840 кг/м^3 . Ответ дать в граммах, округлив до целого числа.

Возможное решение:

Плотность крема равна:

$$\rho = \frac{m_B + m_M}{V_B + V_M}$$

Где m_B, V_B, m_M, V_M – масса и объем воды и масла соответственно. Учитывая условие задачи:

$$V_B = 3 * V_M$$

Также:

$$m_B = \rho_B * V_B$$

$$m_M = \rho_M * V_M$$

Где ρ_B, ρ_M – плотность воды и масла соответственно. Учитывая условие задачи:

$$V_B = 3 * V_M$$

Масса крема равна:

$$m = \rho * V$$

Где V – объем крема;

Объединяя полученные уравнения:

$$m = \frac{3 * \rho_B + \rho_M}{4} * V$$

Подставляя численные значения:

$$m = 480 \text{ г}$$

Ответ: 480 г

Задача №6. Iced coffee - холодный кофе, которое знакомо многим кофеманам. Бармен, чтобы приготовить этот напиток, в стеклянный стакан массой 200 г, находящийся при комнатной температуре 20 °С, кладет пять кусочков льда при температуре -40 °С массой 10 г каждый. Сразу же после этого он заливает стакан теплым кофе массой 200 г при температуре 30 °С. Затем сразу добавляет к кофе со льдом молоко при температуре 30 °С пока не установится температура 10 °С. Оценить, сколько молока необходимо добавить в кофе. Потерями тепла пренебречь. Удельная теплота плавления льда, удельная теплоемкость льда, удельная теплоемкость воды, удельная теплоемкость стекла, удельная теплоемкость кофе, удельная теплоемкость молока. Ответ дать в граммах, округлив до целого числа.

Возможное решение:

По уравнению теплового баланса:

$$Q_{\text{пол}} = Q_{\text{отд}}$$

$$Q_{\text{пол}} = c_{\text{л}} * m_{\text{л}} * N * (0 - t_{\text{л}}) + \lambda * m_{\text{л}} * N + c_{\text{в}} * m_{\text{л}} * N * (t - 0)$$

$$Q_{\text{отд}} = c_{\text{ст}} * m_{\text{ст}} * (t_{\text{ст}} - t) + c_{\text{к}} * m_{\text{к}} * (t_{\text{к}} - t) + c_{\text{м}} * m_{\text{м}} * (t_{\text{м}} - t)$$

Где $c_{\text{л}}, c_{\text{ст}}, c_{\text{в}}, c_{\text{м}}$ – удельная теплоемкость льда, стекла, воды и молока соответственно;

$m_{\text{л}}, m_{\text{ст}}, m_{\text{к}}, m_{\text{м}}$ – масса кусочка льда, стакана, кофе и молока соответственно;

$t_{\text{л}}, t_{\text{ст}}, t_{\text{к}}, t_{\text{м}}$ – температура льда, стакана, кофе и молока соответственно;

t – конечная температура; λ – удельная теплота плавления льда;

N – число кусочков льда.

Решая полученную систему уравнений:

$$m_{\text{м}} = \frac{-c_{\text{л}} * m_{\text{л}} * N * t_{\text{л}} + \lambda * m_{\text{л}} * N + c_{\text{в}} * m_{\text{л}} * N * t - c_{\text{ст}} * m_{\text{ст}} * (t_{\text{ст}} - t)}{c_{\text{м}} * (t_{\text{м}} - t)}$$

Подставляя численные значения:

$$m_{\text{м}} = 54 \text{ г}$$

Ответ: 54 г.

Задача №7. Ученик в школе делал лабораторный практикум и ставил опыты по изучению закона Гука. Он начал равномерно растягивать лежащую на горизонтальной поверхности и закрепленную с одного конца к стене пружину, которая изначально была не деформирована. В первом опыте пружина была растянута на l , а спустя некоторое время, ставя второй опыт, он продолжил равномерное растяжение пружины от исходной деформации, которая была получена в первом опыте, до максимального растяжения, которое составило $2,5l$. Найти отношение механической работы по растяжению пружины во втором и первом опытах. Ответ округлить до сотых.

Возможное решение:

Механическая работа по растяжению пружины направлена на изменение потенциальной энергии пружины.

В первом опыте:

Олимпиада школьников «Шаг в будущее»

$$A_1 = \frac{k * l^2}{2} - 0$$

Во втором опыте:

$$A_2 = \frac{k(2,5l)^2}{2} - \frac{kl^2}{2}$$

Объединяя оба уравнения:

$$\frac{A_2}{A_1} = 5,25$$

Ответ: 5,25

Задача №8. Два поезда одинаковой длины движутся по путям, параллельным друг другу. Скорость первого поезда $V = 90$ км/ч, а скорость второго $v = 54$ км/ч. Первый поезд сперва обгоняет второй, но, полностью обогнав, мгновенно останавливается и начинает путь в обратную сторону с прежней по модулю скоростью до тех пор, пока не разойдется со вторым поездом. Определить среднюю скорость первого поезда в системе отсчета, связанной со вторым поездом за все время, начиная от начала обгона (когда «голова» первого поезда поравняется с «хвостом» второго поезда) до полного расхождения поездов при встречном движении. Ответ дать в км/ч, округлив до десятых.

Возможное решение:

В системе отчета (СО), связанной со вторым поездом, скорость первого поезда:

$$V_1 = V - v$$

Где V_1 – скорость первого поезда до остановки в СО, связанной со вторым поездом;

$$V_2 = V - v$$

Где V_2 – скорость первого поезда после остановки в СО, связанной со вторым поездом;

Тогда легко показать, что время прохождения первого поезда за все время движения:

$$t = \frac{2l}{V_1} + \frac{2l}{V_2}$$

Где l – длина поезда;

Средняя скорость первого поезда в СО, связанной со вторым поездом, за все время движения:

$$V_{\text{cp}} = \frac{2l + 2l}{t}$$

Решая полученную систему уравнений:

$$V_{\text{cp}} = \frac{V^2 - v^2}{V}$$

Подставляя численные значения:

$$V_{\text{cp}} = 57,6 \text{ км/ч}$$

Ответ: 57,6 км/ч

Задача №9. Однородный рычаг длиной L , имеющий точку опоры O в центре рычага, находится все время в равновесии. В точке A , отстоящей от точки O слева на $L/3$, подвешен на нити к рычагу груз, который лежит на весах, причем нить все время натянута. В точке B , которая находится на расстоянии $L/2$ справа от точки O , подвешено к рычагу на натянутой нити тело объемом $V = 3$ л, которое плавает в сосуде с водой и погруженное в нее на $3/4$ своего объема. Продавцу необходимо уменьшить показания весов за счет изменения погружения тела в воду в сосуде. Какая часть объема тела будет погружена в воду, если показания весов уменьшатся на $\Delta P = 22,5$ Н? Плотность воды $\rho_B = 1000$ кг/м³. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Ответ округлить до сотых.

Возможное решение:

Условие равновесия для груза, лежащего на весах до изменения погружения тела в воду:

$$T_1 + N_1 = m * g$$

Где T_1 – сила натяжения нити, действующая на груз; N_1 – сила нормальной реакции опоры со стороны весов на груз; m – масса груза.

Условие равновесия для тела, погруженного в воду:

$$T_2 + \rho * g * V_{\text{погр}} = M * g$$

Где T_2 – сила натяжения нити, действующая на тело; $V_{\text{погр}}$ – объем погруженной части тела в сосуд с водой; M – масса тела.

Правило моментов для рычага относительно точки опоры:

$$T_1 * \frac{L}{3} = T_2 * \frac{L}{2}$$

Решая полученную систему уравнений, легко показать, что:

$$N_1 = mg - \frac{3}{2} * (M * g - \rho * g * V_{\text{погр}})$$

Аналогично можно записать уравнение после изменения погружения тела в воду:

$$N_2 = mg - \frac{3}{2} * (M * g - \rho * g * V'_{\text{погр}})$$

Где N_2 – сила нормальной реакции опоры со стороны весов на груз после погружения тела в воду; $V'_{\text{погр}}$ – объем погруженной части тела в сосуд с водой после изменения погружения тела в воду.

Легко показать, что:

$$\Delta P = N_1 - N_2$$

Объединяя полученные уравнения:

$$\frac{V'_{\text{погр}}}{V} = \frac{3}{4} - \frac{2 * \Delta P}{3 * \rho * g * V}$$

Подставляя численные значения:

$$\frac{V'_{\text{погр}}}{V} = 0,25$$

Ответ: 0,25.