

**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:

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

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/м<sup>3</sup>, плотность спирта  $\rho_{сп} = 800$  кг/м<sup>3</sup>. 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/м<sup>3</sup>. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ дать в Ваттах, округлив до целого числа.

**Возможное решение:**

КПД двигателя равен:

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{затр}}}$$

Где полезная и затраченная работы равны соответственно:

$$A_{\text{пол}} = \rho_в * V * g * h$$

$$A_{\text{затр}} = N * t$$

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  $1000 \text{ кг/м}^3$ , плотность масла  $840 \text{ кг/м}^3$ . 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  $\rho_B, \rho_M$  – 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;  $\lambda$  – 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:

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

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 отсчета (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:

$$V_{\text{ср}} = \frac{2l + 2l}{t}$$

Решая полученную систему уравнений:

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

Подставляя численные значения:

$$V_{\text{ср}} = 57,6 \text{ км/ч}$$

**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  $\rho_v = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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.