

Олимпиада «Шаг в будущее» по физике

Отборочный этап, 8 класс, 2022 год

1. Аквариум, заполненный до краёв водой, помещён на горизонтальную поверхность. В этот аквариум кладут камешек массой $m = 1$ кг и плотностью $\rho = 2500$ кг/м³. На сколько увеличится сила давления аквариума на горизонтальную поверхность? Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силами вязкого трения пренебречь. Ответ дать в Ньютонах, округлив до целых.

$$\Delta F = \left(\frac{\rho}{\rho_{\text{в}}} - 1 \right) m g = 1 \text{ Н}$$

2. Брусочек массой $m = 2$ кг лежит на столе. К брусочку прикреплена невесомая и недеформированная горизонтальная пружина с одного конца, а за другой её конец прикладывают силу, растягивая пружину. Длина пружины в недеформированном состоянии $x_0 = 30$ см. Жёсткость пружины равна $k = 10$ Н/м. До какой максимальной длины можно растянуть пружину, чтобы брусочек все ещё находился в состоянии покоя? Коэффициент трения между брусочком и поверхностью стола $\mu = 0,2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Ответ дать в сантиметрах, округлив до целого числа.

$$x_{\text{макс}} = x_0 + \frac{\mu m g}{k} = 32 \text{ см}$$

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 $q_{\text{б}} = 4,6 \cdot 10^7$ Дж/кг, удельная теплота сгорания спирта $q_{\text{сп}} = 2,7 \cdot 10^7$ Дж/кг, плотность бензина $\rho_{\text{б}} = 710$ кг/м³, плотность спирта $\rho_{\text{сп}} = 800$ кг/м³. Ответ дать в литрах, округлив до целого числа.

$$V_{\text{сп}} \approx \frac{\rho_{\text{б}} q_{\text{б}} V}{\rho_{\text{сп}} q_{\text{сп}}} = 15 \text{ л}$$

4. Для мытья машины часто используют мойку высокого давления фирмы «Karcher». Она равномерно подаёт воду объёмом $V = 80$ литров за время $t = 1$ мин, скорость струи воды при вылете из моечного оборудования такова, что если расположить шланг вертикально, то вода поднимается до высоты $h = 90$ метров. В основе работы аппарата лежит его двигатель, КПД которого $\eta = 50\%$. Чему равна мощность такого двигателя? Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ дать в Ваттах, округлив до целого числа.

$$N = \frac{\rho_{\text{в}} g h V}{\eta t} = 2400 \text{ Вт}$$

5. Для приготовления крема используют эмульсию — систему, состоящую из несмешивающихся жидкостей. В простейшем случае для его приготовления требуется вода и масло, причём объём масла в три раза меньше, чем объём воды. Чему равна масса крема объёмом $V = 500$ мл? Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³, плотность масла $\rho_{\text{мл}} = 840$ кг/м³. Ответ дать в граммах, округлив до целого числа.

$$m = \rho_{\text{в}} \left(\frac{3}{4} V + \frac{1}{4} V \right) = 480 \text{ г}$$

6. Iced coffee — холодный кофе, которое знакомо многим кофеманам. Бармен, чтобы приготовить этот напиток, в стеклянный стакан массой $m_{ст} = 200$ г, находящийся при комнатной температуре $t_{ст} = 20^\circ\text{C}$, кладёт $N = 5$ кусочков льда при температуре $t_{л} = -40^\circ\text{C}$ массой $m_{л} = 10$ г каждый. Сразу же после этого он заливает стакан тёплым кофе массой $m_{к} = 200$ г при температуре $t_{к} = 30^\circ\text{C}$. Затем сразу добавляет к кофе со льдом молоко при температуре $t_{к} = 30^\circ\text{C}$ пока не установится температура $t = 10^\circ\text{C}$. Оценить, сколько молока необходимо добавить в кофе. Потерями тепла пренебречь. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 334$ кДж/кг, удельная теплоёмкость льда $c_{л} = 2,1$ кДж/(кг · °C), удельная теплоёмкость воды $c_{в} = 4,2$ кДж/(кг · °C), удельная теплоёмкость стекла $c_{ст} = 0,8$ кДж/(кг · °C), удельная теплоёмкость кофе $c_{к} = 4,1$ кДж/(кг · °C), удельная теплоёмкость молока $c_{м} = 4$ кДж/(кг · °C). Ответ дать в граммах, округлив до целого числа.

$$\Delta Q \approx \Delta Q'_{29} = \frac{(t - t_{л})^{m_{л}}}{(t - t_{ст})^{m_{ст}} - (t - t_{к})^{m_{к}} - (t_{к}^{m_{к}} - t_{ст}^{m_{ст}} + \lambda)^{m_{л}}} = m_{л} \lambda$$

7. Ученик в школе делал лабораторный практикум и ставил опыты по изучению закона Гука. Он начал равномерно растягивать лежащую на горизонтальной поверхности и закреплённую с одного конца к стене пружину, которая изначально была не деформирована. В первом опыте пружина была растянута на $\ell_1 = \ell$, 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 $\ell_2 = 2,5\ell$. Найти отношение механической работы по растяжению пружины во втором и первом опытах. Ответ округлить до сотых.

$$\Delta Q'_{25} = 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{\ell_2}{\ell_1} \right)^2 = \frac{1}{8}$$

8. Два поезда одинаковой длины двигаются 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 разойдётся со вторым поездом. Определить среднюю скорость первого поезда в системе отсчёта, связанной со вторым поездом за всё 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.

$$v_{\text{ср}} = \frac{V}{2} = \frac{90}{2} = 45 \text{ км/ч}$$

9. Однородный рычаг длиной L , имеющий точку опоры O в центре рычага, находится всё время в равновесии. В точке A , отстоящей от точки O слева на $\frac{L}{3}$, подвешен на нити к рычагу груз, который лежит на весах, причём нить все время натянута. В точке B , которая находится на расстоянии $\frac{L}{2}$ справа от точки O , подвешено к рычагу на натянутой нити тело объёмом $V = 3$ л, которое плавает в сосуде с водой и погружено в неё на $\frac{3}{4}$ своего объёма. Продавцу необходимо уменьшить показания весов за счёт изменения погружения тела в воду в сосуде. Какая часть объёма тела будет погружена в воду, если показания весов уменьшатся на $\Delta P = 22,5$ Н? Плотность воды $\rho_{в} = 1000$ кг/м³. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Ответ округлить до сотых.

$$\Delta P = \rho_{в} g \Delta V = \frac{3}{4} \rho_{в} g V = \frac{3}{4} \rho_{в} g V \cdot \frac{\Delta V}{V} = \frac{3}{4} \rho_{в} g V \cdot \frac{\Delta V}{V}$$