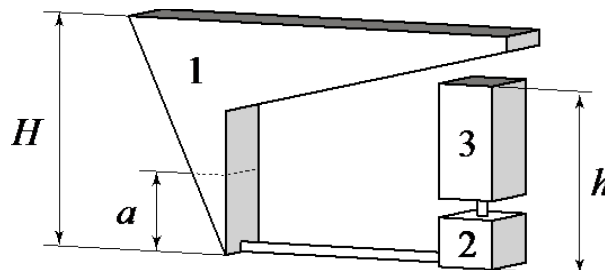


Олимпиада «Ломоносов» по физике

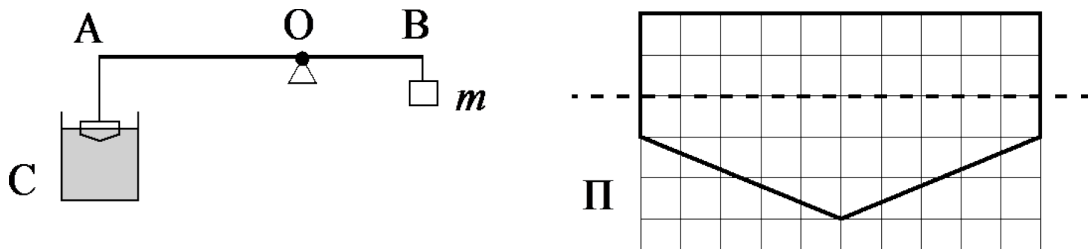
7–9 классы, 2025 год

1. Школьник напечатал фигуру сложной формы на 3D принтере из прозрачного пластика (см. рис.). Она состоит из трёх полых сосудов с тонкими стенками, соединённых полыми трубками. По данным трубкам жидкость может свободно циркулировать из сосуда в сосуд. Сосуды 1 и 3 сверху открыты. Фигуру школьник заполнил двумя несмешивающимися жидкостями следующим образом. Сосуды 3 и 2 полностью, соединительные трубки, а также часть сосуда 1 (от нижнего края фигуры до уровня a) заполнены глицерином. Оставшаяся часть сосуда 1 (от уровня a до уровня H) заполнена водой с плотностью $\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$ до верха. При этом система оказалась устойчивой: ни вода, ни глицерин не вытекали сверху из сосудов. Найдите высоту уровня a , если плотность глицерина $\rho_2 = 1260 \text{ кг/м}^3$, высоты сосудов: $h = 114 \text{ мм}$, $H = 140 \text{ мм}$. Ответ выразите в миллиметрах.



$$\text{mm } \overline{1} = \frac{1d - \overline{zd}}{H \overline{1d} - \overline{1z}d} = \overline{d}$$

2. На концах невесомого жёсткого стержня AB подвешены на невесомых нитях поплавок и груз массой $m = 700 \text{ г}$. Поплавок Π находится в сосуде C с водой плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ и имеет профиль, изображённый на рисунке, где сторона одной клетки $A = 1 \text{ см}$, пунктиром отмечен уровень воды. Профиль не изменяется в направлении, перпендикулярном плоскости рисунка, в этом направлении длина поплавка равна $10A$. Стержень может вращаться вокруг неподвижной горизонтальной оси O и находится в равновесии. Найдите плотность поплавка, если плечи стержня $AO = \ell_1 = 50 \text{ см}$, $OB = \ell_2 = 10 \text{ см}$. Ответ выразите в кг/м^3 .

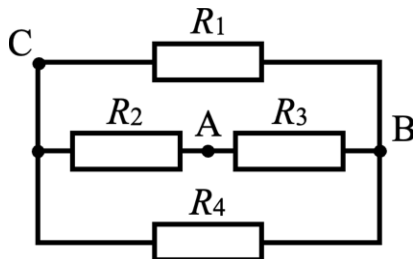


$$\text{кг/м}^3 \ 058 = \frac{17 \text{ г} \cdot 1000 \text{ кг/м}^3}{\overline{17} \text{ г} \cdot \overline{1000} \text{ кг/м}^3 + \overline{1000} \text{ г} \cdot \overline{1000} \text{ кг/м}^3} = \overline{10}$$

3. Баба Зина в холодный зимний день решила попить чай с малиновым вареньем. Она налила в свой старый электрический чайник воду массой $m = 2$ кг при комнатной температуре $t_0 = 20^\circ\text{C}$ и начала нагревать его содержимое. Однако, нагрев воду до $t_1 = 60^\circ\text{C}$ за время $\tau_1 = 2,5$ мин, её старый чайник неожиданно сломался. Оставив воду остывать в старом чайнике, баба Зина за $\tau_2 = 10$ мин сбегала в ближайший магазин и купила новый электрический чайник с вдвое большей мощностью. Быстро перелив воду из старого чайника в новый чайник, она довела воду до кипения за $\tau_3 = 2$ мин и приготовила себе чай с малиновым вареньем. Пока баба Зина бегала в магазин вода в старом чайнике отдавала тепло в окружающую среду со средней скоростью $q = 400$ Дж/с. Найти КПД η_2 нового чайника, если КПД старого чайника равен $\eta_1 = 80\%$. Температура кипения воды равна $t_{100} = 100^\circ\text{C}$. Удельная теплоемкость воды равна $c = 4200$ Дж/(кг \cdot $^\circ\text{C}$). При расчётах теплоёмкостями чайников пренебречь.

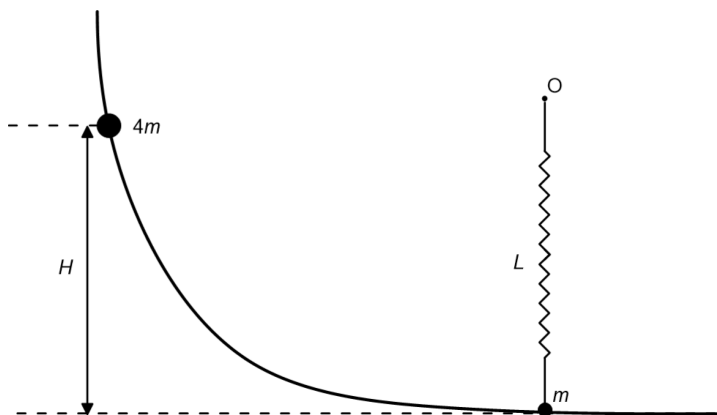
$$\eta_2 \approx \frac{1}{9} = \left(\frac{m c (t_{100} - t_1)}{q \tau_1} + \tau_1 - 0,001 \tau_1 \right) \frac{(0,2 - 1,2) \cdot 8,2 \cdot 2}{1,4 \cdot 1,4} = 0,11$$

4. В электрической схеме, показанной на рисунке, сопротивления резисторов равны $R_1 = R$, $R_2 = 1,25R$ и $R_3 = R_4 = 3R$. К клеммам A и B подключили источник постоянного напряжения $U = 32$ В. Какое напряжение покажет идеальный вольтметр, подключенный между клеммами A и C ?



$$U_{AC} = \frac{U R_2 (R_1 + R_3 + R_4)}{R_2 (R_1 + R_3 + R_4) + R_1 R_4} = 16 \text{ В}$$

5. Бусинка массой $4m$, надетая на гладкий изогнутый стержень, начинает движение из состояния покоя. Стержень расположен в вертикальной плоскости так, как показано на рисунке. На горизонтальную часть стержня надета другая бусинка массой $m = 0,01$ кг, прикрепленная к невесомой, недеформированной пружине. Пружина расположена вертикально и может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через точку подвеса O . Жёсткость пружины $k = 10$ Н/м, её длина $L = 0,1$ м. Найти наименьшую высоту H точки начала движения бусинки $4m$, при которой сила давления на стержень со стороны бусинок достигнет нулевого значения. Считать, что бусинки претерпевают абсолютно неупругое соударение, горизонтальную часть стержня — достаточно длинной, а деформацию пружины — упругой. Силой трения пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с².



$$H = \frac{125k}{32mg} \left(\frac{kL-5mg}{mgL} \right)^2 \approx 16 \text{ cm}$$