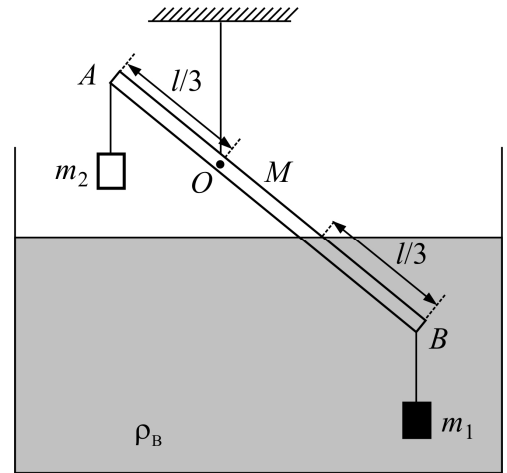


Задача 1

Деревянная палочка AB длиной $l=1$ м и массой $M=0,25$ кг подвешена в точке O , которая находится на одной трети длины палочки от точки A (см. рис.). К правому концу палочки в точке B подвешен медный брусок массой $m_1=1$ кг, причем палочка на одну треть своей длины, считая от точки B , погружена в сосуд с водой. К левому концу палочки в точке A подвешен другой груз массой m_2 . Чему равна масса этого второго груза, если система находится в равновесии? Плотность воды $\rho_{\text{в}}=1000$ кг/м³, плотность меди $\rho_{\text{м}}=8900$ кг/м³, плотность дерева $\rho_{\text{дер}}=400$ кг/м³.



Ответ: $m_2 = 2m_1 \left(1 - \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{дер}}} \right) - \frac{M}{2} \left(\frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{дер}}} - 1 \right) \approx 1,6$ кг.

Критерии

Сделан чертеж и правильно указаны точки приложения всех сил – 1 балл.

Правильно записаны выражения для сил Архимеда, действующих на груз m_1 и на погруженную часть палочки – 2 балла (по 1 баллу за каждую силу).

Правильно записано условие равновесия палочки – 3 балла.

Получено правильное выражение для массы груза m_2 – 1 балл.

Получен правильный численный ответ – 1 балл.

Всего: 8 баллов

Задача 2

Парафиновая свеча имеет цилиндрическую форму с площадью поперечного сечения $S=1$ см². Длина свечи $L=20$ см. Если такая свеча горит на подсвечнике, то время её горения $T=3$ часа. На одном конце такой свечи подожгли фитиль, а к другому её концу прилепили стальной шарик диаметром $D=7$ мм. Свечу опустили в воду, и она, горя, некоторое время плавала в вертикальном положении, не касаясь дна сосуда. Сколько часов она горела? Плотность парафина $\rho_{\text{п}}=0,9$ г/см³, плотность стали $\rho_{\text{с}}=7,8$ г/см³, плотность воды $\rho_{\text{в}}=1,0$ г/см³. Объем шара радиусом R равен $\frac{4}{3}\pi R^3$.

Ответ: $t = T \left(1 - \frac{\pi D^3}{6SL} \cdot \frac{\rho_{\text{с}} - \rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{п}}} \right) \approx 1,17$ часа.

Критерии

Правильно записано условие плавания свечи в момент ее погасания – 2 балла.

Правильно найдена длина сгоревшей части свечи – 2 балла.

Правильно найдена скорость сгорания свечи – 1 балл.

Получено правильное выражение для времени, через которое свеча «утонет» – 2 балла.

Получен правильный численный ответ – 1 балл.

Всего: 8 баллов

Задача 3

В сосуд, где находилось $V=4$ литра воды при температуре $t=20$ °С, опускают сильно нагретую стальную деталь массой $m=2,4$ кг. При этом часть воды быстро испаряется, так, что температура оставшейся части воды практически не успевае измениться. После установления теплового равновесия температура воды в сосуде оказывается равной $t_{\text{р}}=25$ °С. Найдите начальную температуру стальной детали. Удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}}=4200$ Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость стали $c_{\text{с}}=460$ Дж/(кг·°С). Удельная теплота парообразования воды $r=2,2 \cdot 10^6$ Дж/кг, плотность воды $\rho=1000$ кг/м³. Всеми потерями теплоты из сосуда, кроме испарения, пренебречь.

Ответ: $t_0 = 100 + \left(V\rho - m \frac{c_c(100 - t_p)}{c_b(t_p - t)} \right) \frac{r + c_b(100 - t)}{c_c m} \approx 231 \text{ }^\circ\text{C}.$

Замечание: при подстановке чисел из-за округления может получаться численный ответ, отличающийся от приведенного почти на $10 \text{ }^\circ\text{C}!$

Критерии

Правильно записано условие сохранения массы воды – 1 балл.

Правильно записано уравнение теплового баланса при испарении воды – 2 балла.

Правильно записано уравнение теплового баланса при дальнейшем выравнивании температур воды и детали – 2 балла.

Получено правильное выражение для начальной температуры детали – 2 балла.

Получен правильный численный ответ – 1 балл.

Всего: 8 баллов

Задача 4

Зимой на входе в систему отопления школьного здания вода имеет температуру $t_1 = +60 \text{ }^\circ\text{C}$. На выходе из этой системы вода имеет температуру $t_2 = +40 \text{ }^\circ\text{C}$. Тепловые потери здания школы вследствие теплопроводности стен, излучения и сквозняков составляют $N = 10^6 \text{ Вт}$. Трубы, подводящие и отводящие воду, имеют внутренний диаметр $D = 100 \text{ мм}$. С какой средней по сечению труб скоростью течет в них вода? Удельная теплоёмкость воды $c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{}^\circ\text{C)}$, плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Ответ: $V = \frac{4N}{\pi c \rho D^2 (t_1 - t_2)} \approx 1,5 \text{ м/с}.$

Критерии

Правильно найден объем воды, ежесекундно протекающей через школьное здание – 2 балла.

Правильно записано уравнение теплового баланса для воды, остывающей в системе отопления – 3 балла.

Получено правильное выражение для средней скорости течения воды в трубах – 2 балла.

Получен правильный численный ответ – 1 балл.

Всего: 8 баллов