

8 класс

8.1. (10 баллов) При отсутствии центров кристаллизации можно получить переохлажденную воду. Определите массу образовавшегося льда, если в воду массой 1 кг переохлажденную до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ бросили маленький кусочек льда и вызвали этим ее замерзание. Удельная теплоемкость воды равна $4,2\text{ кДж/кг}\cdot\text{K}$, удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг .

Ответ: $m_2 = 127\text{ г}$.

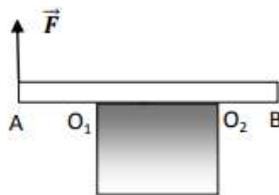
Решение:

Количество теплоты, выделяемое при кристаллизации, идет на ее нагревание до температуры кристаллизации ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$). Уравнение теплового баланса $m_2\lambda = cm_1\Delta t$

λ – удельная теплота плавления льда, c – удельная теплоемкость воды, m_1 – масса воды, m_2 – масса льда.

$$m_2 = \frac{cm_1\Delta t}{\lambda} = 127\text{ г}$$

8.2. (10 баллов) При переключивании стальной детали длиной 2,4 м и массой 48 кг рабочие положили ее на верстак, но так, что она свешивалась, выступая за края с левой стороны на 0,8 м, а с правой стороны – на 0,6 м. Какую силу нужно приложить в точке А, чтобы приподнять деталь?



Ответ: 160 Н.

Решение: Чтобы приподнять деталь необходимо, чтобы момент приложенной силы был больше либо равен моменту силы тяжести: $M_{mg} \leq M_F$

Очевидно, что ось вращения пройдет через точку O_2 . Рассмотрим моменты сил, о которых мы говорили ранее. Сила тяжести будет приложена к центру масс, а ввиду однородности детали, таковым будет являться середина стержня, тогда:

$$\begin{cases} M_{mg} = mg \left(\frac{l_{\text{общая}}}{2} - l_{\text{правого}} \right) \\ M_F = F(l_{\text{общая}} - l_{\text{правого}}) \end{cases}$$

Учтем: $M_{mg} = M_F$.

Решая систему получим:

$$F = mg \frac{\left(\frac{l_{\text{общая}}}{2} - l_{\text{правого}} \right)}{(l_{\text{общая}} - l_{\text{правого}})} = 160\text{ Н}.$$

8.3. (10 баллов) Доска толщиной 5 см плавает в воде, погружившись на 70%. Поверх воды разливается слой нефти толщиной 1 см. На сколько будет выступать доска над поверхностью нефти? Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$, плотность нефти $\rho_{\text{н}} = 800 \text{ кг/м}^3$.

Ответ: 1,3 см.

Решение:

а) Доска в воде.

Она погружена на 70% толщины =>



5 см – 100%, а h_0 – 70%=> $h_0 = 5 \cdot 70 / 100 = 3,5$ см.

Давление на этой глубине $P_0 = \rho g h_0 = 1000 \cdot 10 \cdot 0,035$ (Па). Именно это давление удерживает доску.

б) Давление на нижнюю поверхность доски, когда на воду налита



нефть толщиной h_1 , определяется так:

$$P_1 = \rho_{\text{н}} g h_1 + \rho_{\text{в}} g h_2 = 800 \cdot 10 \cdot 0,01 + 1000 \cdot 10 \cdot h_2 = 80 + 10000 \cdot h_2.$$

Т.к. доска одна и та же, то $P_1 = P_0 \Rightarrow 80 + 10000 \cdot h_2 = 350$;

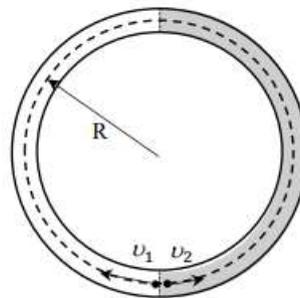
$$10000 \cdot h_2 = 270 \Rightarrow h_2 = 0,027 \text{ (м)} = 2,7 \text{ см.}$$

в) Таким образом, над уровнем жидкости находится

$$H = h_1 + h_2 = 1 + 2,7 = 3,7 \text{ см доски.}$$

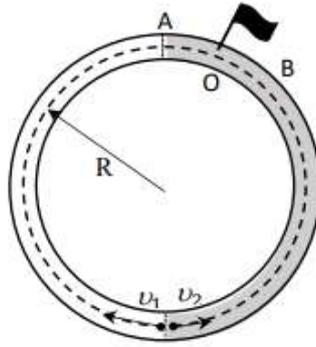
Наружу будет выступать $5 - 3,7 = 1,3$ см.

8.4. (10 баллов) В горизонтальном сквозном кольцевом тоннеле радиуса R с гладкими внутренними стенками есть возможность в двух равных половинах создать различные значения сопротивления среды, влияющих на скорость полета испытательных образцов. В одной половине тоннеля скорость образца строго равна v_1 , в другой – v_2 . Определите интервал времени, через который встретятся два образца, запускаемые одновременно из любой точки границы давления в противоположных направлениях.



Ответ: $t = \pi R \frac{v_1 + v_2}{2v_1 v_2}$.

Решение: Будем считать скорость $v_1 > v_2$. Обозначим флажком на рисунке предполагаемое место встречи. Тогда к моменту времени t_1 первый образец пройдет ровно половину левой окружности до точки А.



Длина этой половины окружности равна πR . С другой стороны, это путь, который проходит первый образец со скоростью v_1 за время t_1 : $\pi R = v_1 \cdot t_1$. Отсюда получаем время: $t_1 = \pi R / v_1$.

Второй образец, двигающийся с правой стороны, к этому моменту времени успеет пройти только часть окружности до точки B . При этом, расстояние, которое обозначим за x , второй образец проходит со скоростью v_2 за время t_1 : $x = v_2 \cdot t_1$.

Или, с подстановкой времени t_1 , получаем:

$$x = \frac{v_2 \pi R}{v_1}.$$

При вхождении первого образца в правую область от A до O он будет двигаться со скоростью v_2 , так как в этой части из-за сопротивления движение возможно только с этой скоростью. Второму образцу от B к O также движется со скоростью v_2 . Значит, за одинаковый промежуток времени t_2 оба образца пройдут с одинаковыми скоростями одинаковое расстояние $y = AO = BO$.

Но расстояние $x + 2y = \pi R$ равно половине окружности. Подставим сюда значение x :

$$v_2 \frac{\pi R}{v_1} + 2y = \pi R.$$

Отсюда можем выразить неизвестное расстояние y :

$$2y = \pi R - v_2 \frac{\pi R}{v_1}$$

$$y = \frac{\pi R}{2} \left(1 - \frac{v_2}{v_1} \right)$$

Так как это расстояние пройдено со скоростью v_2 , то время $t_2 = y / v_2$.

Подставим в это выражение значение y :

$$t_2 = \frac{\pi R}{2v_2} \left(1 - \frac{v_2}{v_1} \right).$$

Теперь остается сложить два промежутка времени t_2 и t_1 , чтобы получить общее время t до момента встречи.

$$t = \frac{\pi R}{\vartheta_1} + \frac{\pi R}{2\vartheta_2} \left(1 - \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1}\right).$$

Приведя подобные, можно получить окончательный ответ:

$$t = \pi R \frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{2\vartheta_1\vartheta_2}.$$