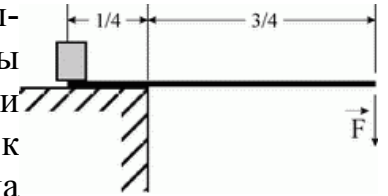


Задача 1. На платформе стоит массивный куб. Подсунув под куб плоский лом, выступающий за край платформы на три четверти своей длины, и приложив вертикально вниз к противоположному концу лома силу F , куб приподнимают. Масса лома m . Найдите массу лома той же длины, который приподнимал бы куб только за счет собственного веса. Постоянная g известна.



Задача 2. В калориметре с некоторым количеством воды находится электронагреватель постоянной мощности. Если включить нагреватель в сеть, а в калориметр добавлять воду с температурой 0°C со скоростью 1 г/с , то установившаяся температура воды в калориметре будет равна 50°C . Какая температура установится в калориметре, если в него вместо воды добавлять лед с температурой 0°C со скоростью $0,5\text{ г/с}$? Теплообменом калориметра с окружающей средой пренебречь. Удельная теплоемкость воды равна $4,2\text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$, удельная теплота плавления льда 335 кДж/кг .

Задача 3. Потери мощности в линии электропередач составляют $k_1 = 5\%$ от мощности, получаемой потребителем. Во сколько раз нужно изменить напряжение на входе линии и сопротивление потребителя для того,

чтобы при той же мощности, получаемой потребителем, потери в линии снизить до $k_2 = 1 \%$.

Задача 4. Два одинаковых шара A и B связаны легкой нерастяжимой нитью AB длиной $L_1 = 0,5$ м. Шар A с помощью нити AO , длина которой $L_2 = 1,0$ м, прикреплен к оси O , перпендикулярной плоскости рисунка. Шары вращаются с постоянной угловой скоростью $\omega = 10 \text{ с}^{-1}$ вокруг оси O . Когда нити AO и AB расположились горизонтально, нить AB разорвалась, а через один оборот (нить AO опять приняла горизонтальное положение) разорвалась нить AO . На какие высоты поднялись шары A и B ? Подсказка: $v = \omega R$ – связь линейной и угловой скорости при вращении.

Задача 5. Солнце находится на высоте $\alpha = 60^\circ$ над горизонтом. Под каким углом β к горизонту должно быть наклонено плоское зеркало, чтобы осветить «зайчиком» дно глубокого колодца?

Задача 6. Робинзон Крузо изготовил на берегу плот из бревен двух сортов, причем масса бревен каждого сорта одинакова. Плотность древесины первого сорта составляет $4/5$ от плотности воды, плотность прочной древесины второго сорта составляет $5/4$ от плотности воды. Будет ли плавать такой плот, если его спустить на воду? Массой и объемом соединительных веревок можно пренебречь.

Решение 6. Пусть m – масса бревен каждого сорта, ρ_v – плотность воды. Тогда бревна первого сорта имеют объем

$$V_1 = \frac{m}{\rho_1} = \frac{5m}{4\rho_g},$$

бревна второго сорта – объем

$$V_2 = \frac{m}{\rho_2} = \frac{4m}{5\rho_g}.$$

Суммарный объем бревен

$$V_1 + V_2 = \left(\frac{5}{4} + \frac{4}{5} \right) \frac{m}{\rho_g} = \frac{41}{20} \frac{m}{\rho_g}.$$

Следовательно, средняя плотность пласта

$$\rho_c = \frac{2m}{\rho_1 + \rho_2} = \frac{2m}{\frac{41}{20} \frac{m}{\rho_g}} = \frac{40}{41} \rho_g \text{ меньше плотности воды.}$$

ды.

Объем воды такой же массы, что и бревна, равен

$$V_g = \frac{2m}{\rho_g} < \frac{41}{20} \frac{m}{\rho_g}.$$

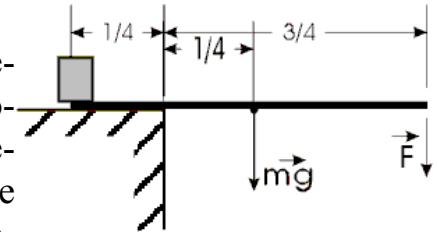
Он меньше объема бревен. Следовательно, плот будет плавать.

Решение задач.

Решение 1. Напишем равенство моментов:

$$M_1 = M_2 + M_3,$$

где M_1 – момент, создаваемый кубом, а M_2 и M_3 – ломом и силой F . Стоит отметить, что решение задачи не зависит от конкретного расположения центра масс куба относительно лома.



положения центра масс куба относительно лома.

$$M_1 = mg \cdot l/4 + F \cdot 3l/4, \text{ для другого лома:}$$

$$M_1 = m'g \cdot l/4, \text{ тогда:}$$

$$m'g \cdot l/4 = mg \cdot l/4 + F \cdot 3l/4$$

$$m'g = mg + 3F$$

$$\text{Ответ: } m' = m + 3F/g.$$

Решение 2. Найдем сначала мощность электронагревателя. В установившемся режиме $m_1 = 1$ г воды за 1 с нагревается на $\Delta t_1 = 50$ °С, получая при этом количество теплоты

$$Q = cm_1 \Delta t_1 = 4200 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 210 \text{ Дж}.$$

Следовательно, мощность электронагревателя составляет 210 Вт.

Обозначим установившуюся температуру воды в калориметре во втором случае через t_2 . Тогда при той же мощности нагревателя за 1 с количество теплоты 210 Дж будет тратиться на плавление $m_2 = 0,5$ г льда и нагревание получившейся при этом воды от 0 °С до температуры t_2 . Отсюда

$$Q = cm_1 \Delta t_1 = \lambda m_2 + cm_2 t_2; t_2 = \frac{cm_1 \Delta t_1 - \lambda m_2}{cm_2}; t_2 \approx 20 \text{ °C}.$$

Решение 3. Мощность, полученная потребителем

$$P_1 = I_1^2 R_1 = \frac{U_1^2}{(R_1 + r)} R_1,$$

где I_1 – ток в линии электропередач, r – сопротивление линии, R_1 – сопротивление потребителя, U_1 – напряжение на входе линии. Эта мощность должна остаться неизменной $\frac{U_1^2}{(R_1 + r)^2} R_1 = \frac{U_2^2}{(R_2 + r)^2} R_2$, где U_2 – новое напряжение, R_2 – новое сопротивление.

По условию задачи

$$k_1 = \frac{I_1^2 r}{I_1^2 R_1} = \frac{r}{R_1}, \text{ а } k_2 = \frac{r}{R_2}.$$

Следовательно, $\frac{R_2}{R_1} = \frac{k_1}{k_2}$. Итак: $\frac{U_2^2}{U_1^2} = \left(\frac{R_2 + r}{R_1 + r} \right)^2 \cdot \frac{R_1}{R_2}$.

Преобразуем последнее выражение

$$\begin{aligned} \frac{U_2}{U_1} &= \frac{R_2 + r}{R_1 + r} \cdot \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} = \frac{r(1 + \frac{R_2}{r})}{r(1 + \frac{R_1}{r})} \cdot \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} = \frac{1 + \frac{R_2}{r}}{1 + \frac{R_1}{r}} \cdot \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} = \\ &= \frac{1 + R_2}{1 + R_1} \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} \approx \sqrt{5} \end{aligned}$$

Решение 4. В момент отрыва первый шар имел скорость $v_B = \omega(L_1 + L_2)$, направленную вертикально вверх. Следовательно, он поднимется на высоту

$$H_B = \frac{v_B^2}{2g} = \frac{(\omega(L_1 + L_2))^2}{2g} \approx 11,5 \text{ м.}$$

В момент отрыва второй шар имел скорость $v_A = \omega L_2$, также направленную вертикально вверх. Следовательно, он поднимется на высоту

$$H_A = \frac{v_A^2}{2g} = \frac{(\omega L_2)^2}{2g} \approx 5,1 \text{ м.}$$

В «совместном» полете в момент отрыва центр масс шаров имел скорость $v_c = \omega(L_2 + L_1/2)$, поэтому он поднимется на высоту

$$H_C = \frac{v_c^2}{2g} = \frac{(\omega(L_2 + L_1/2))^2}{2g} \approx 8,0 \text{ м.}$$

В процессе движения шары будут вращаться с угловой скоростью $\omega = 10 \text{ с}^{-1}$.

Решение 5. Из рисунка 11 ясно, что, поскольку отраженный луч должен быть вертикальным, то

$$2(90^\circ + \alpha - \beta) = 90^\circ + \alpha, \quad \text{т. е.}$$

$$2\beta = 90^\circ + \alpha.$$

Следовательно,

$$\beta = \frac{1}{2}(90^\circ + \alpha) = 75^\circ.$$

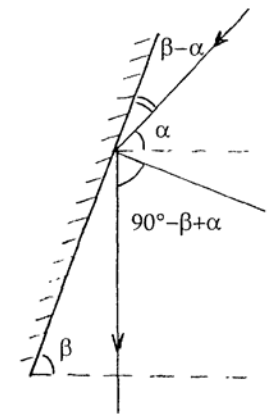


Рис. 11