

9 класс

Задача 1. В сосуд с водой опущена трубка. По трубке через воду пропускают пар при температуре 100°C . В начале масса воды увеличивалась, но через некоторое время масса воды перестает увеличиваться, хотя пар по-прежнему пропускают. Первоначальная масса воды 230 г, а в конце масса 272 г. Какова первоначальная температура в сосуде? Потерями тепла пренебречь.

Решение

Пар, остывая, конденсируется и нагревает воду до 100°C , и по достижении этой температуры пар, проходя через воду, не конденсируется.

Масса сконденсированного пара $\Delta m = 272 - 230 = 42$ г. Количество отданного паром тепла:

$$Q_1 = r\Delta m,$$

где $r = 2.3 \cdot 10^6$ Дж/кг – удельная теплота парообразования воды.

Это тепло идет на нагревание 230 г. воды.

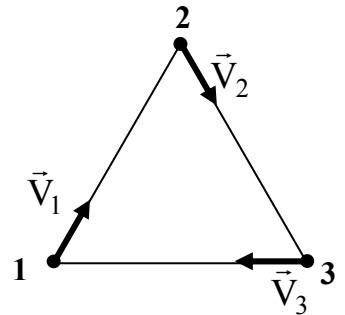
$$Q_1 = Q_2$$

$$r\Delta m = Cm(100 - t)$$

$$(100 - t) = \frac{r\Delta m}{Cm} \quad t = 100 - \frac{r\Delta m}{Cm} = 0^{\circ}\text{C}.$$

Ответ: 0°C .

Задача 2. Три маленьких жука находятся в вершинах правильного треугольника со стороной 3 м и ползут с одинаковой скоростью, держа курс друг на друга по часовой стрелке. Какой путь они проползут до встречи?

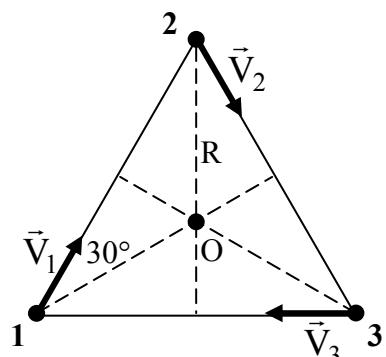


Решение

Очевидно, что из симметрии жуки встретятся в центре треугольника через время t , равное

$$t = \frac{R}{V \cos 30^{\circ}} = \frac{\frac{a\sqrt{3}}{3}}{\frac{V\sqrt{3}}{2}} = \frac{a\sqrt{3} \cdot 2}{V\sqrt{3} \cdot 3} = \frac{2a}{3V}.$$

Тогда путь



$$S = V \cdot t = V \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{a}{V} = \frac{2}{3}a = \frac{2}{3} \cdot 3 = 2 \text{ м}$$

Ответ: 2 м.

Задача 3. К нерастянутой пружине жесткостью k подвесили груз массой m и отпустили. Определить амплитуду колебаний маятника и максимальную скорость груза.

Решение

Максимальное растяжение пружины равно сумме растяжения до положения равновесия и амплитуды. А найти его можно из закона сохранения энергии: работа силы тяжести равна потенциальной энергии максимально растянутой пружины.

$$mgx_m = \frac{kx_m^2}{2}, \quad x_m = \frac{2mg}{k}, \quad x_m = x_0 + a$$

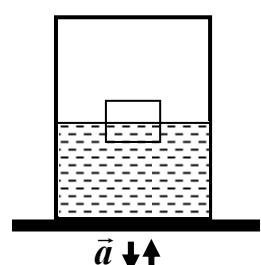
$$x_0 = \frac{mg}{k}, \Rightarrow a = x_m - x_0 = \frac{2mg}{k} - \frac{mg}{k} = \frac{mg}{k}$$

Максимальную скорость маятника найдем из закона сохранения энергии: кинетическая энергия груза при прохождении положения равновесия, равна потенциальной энергии пружины при амплитудном отклонении маятника от положения равновесия.

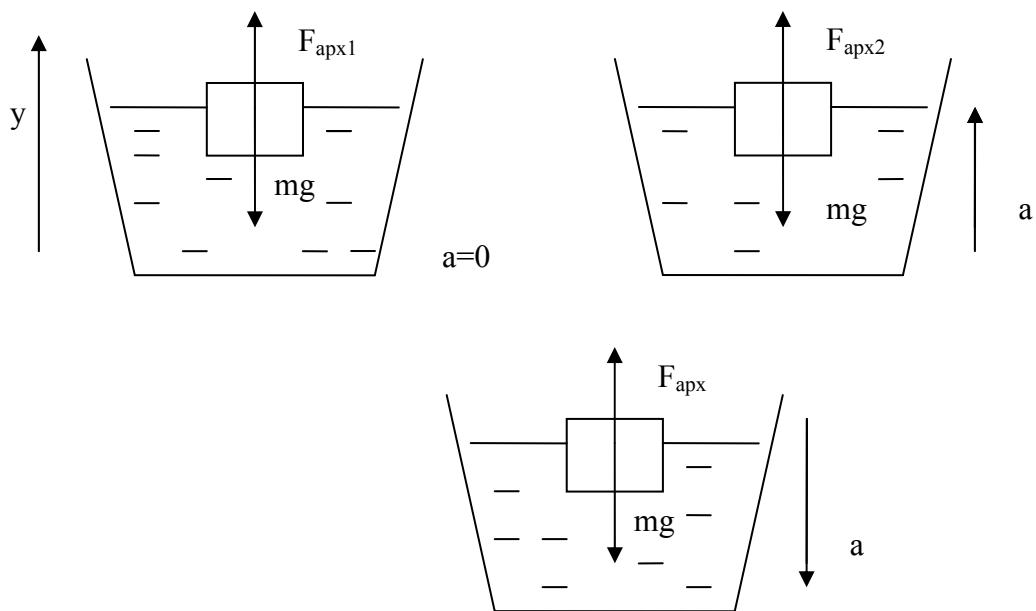
$$\frac{mV_m^2}{2} = \frac{ka^2}{2} \Rightarrow V_m = \sqrt{\frac{ka^2}{m}} = a\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{mg}{k}\sqrt{\frac{k}{m}} = g\sqrt{\frac{m}{k}}$$

Ответ: $a = \frac{mg}{k}$, $V_m = a\omega = \frac{mg}{k}\sqrt{\frac{k}{m}} = g\sqrt{\frac{m}{k}}$.

Задача 4. В кабине лифта находится сосуд с жидкостью, в которой плавает тело. Как изменится глубина погружения тела, если лифт будет равноускоренно двигаться вверх (вниз)?



Решение



1) Лифт покоится или движется равномерно.

$$F_{\text{apx}1} - mg = 0,$$

$$F_{\text{apx}1} = mg.$$

2) Ускорение лифта направлено вверх (это соответствует ускоренному движению вверх или замедленному вниз)

$$F_{\text{apx}2} - mg = ma,$$

$$F_{\text{apx}2} = mg + ma.$$

В этом случае сила Архимеда возрастает по сравнению с первым случаем, а она равна весу вытесненной жидкости, значит, увеличивается объем вытесненной телом жидкости и увеличивается глубина погружения тела.

3) Ускорение лифта направлено вниз (это соответствует замедленному движению вверх или ускоренному вниз)

$$F_{\text{apx}3} - mg = -ma,$$

$$F_{\text{apx}3} = mg - ma$$

Сила Архимеда уменьшается в сравнении с первым случаем, а значит глубина погружения уменьшается.

Ответ: при ускоренном движении вверх глубина погружения увеличивается, а при ускоренном движении вниз – уменьшается.

Задача 5. Бруск, состоящий из алюминия и вольфрама, плавает в ртути, погрузившись в нее ровно на половину своего объема. Чему равно отношение числа атомов вольфрама к числу атомов алюминия? Молярные массы и плотности равны: $M_{Al} = 27 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, $\rho_{Al} = 2700$ кг/м³, $M_W = 184 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, $\rho_W = 19100$ кг/м³, $\rho_{Hg} = 13600$ кг/м³.

Решение

Легко догадаться, что средняя плотность бруска равна половине плотности ртути $\rho_{cp} = \frac{\rho_{Hg}}{2}$. С другой стороны $\rho_{cp} = \frac{m_w + m_{Al}}{\frac{m_W}{\rho_W} + \frac{m_{Al}}{\rho_{Al}}}$, откуда

$$m_w \left(\frac{\rho_{cp}}{\rho_W} - 1 \right) = m_{Al} \left(1 - \frac{\rho_{cp}}{\rho_{Al}} \right).$$

Учитывая, что $m_w = M_w V = \frac{M_w}{N_A} N_w$ и $m_{Al} = \frac{M_{Al}}{N_A} N_{Al}$, получим:

$$\frac{N_w}{N_{Al}} = \frac{(2\rho_{Al} - \rho_{Hg})\rho_w M_{Al}}{(\rho_{Hg} - 2\rho_w)\rho_{Al} M_w} = \frac{(2 \cdot 2700 - 13600) \cdot 19100 \cdot 27 \cdot 10^{-3}}{(13600 - 2 \cdot 19100) \cdot 2700 \cdot 184 \cdot 10^{-3}} \approx 0,35.$$

Ответ: $\frac{N_w}{N_{Al}} = 0,35$.