

9 класс

Задача 9.1

В сосуд с водой опущена трубка. По трубке через воду пропускают пар при температуре  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Вначале масса воды увеличивалась, но через некоторое время масса воды перестает увеличиваться, хотя пар по-прежнему пропускают. Первоначальная масса воды  $230\text{ г}$ , а в конце масса  $272\text{ г}$ . Какова первоначальная температура воды. Потерями тепла пренебречь.

Решение.

Пар, остывая, конденсируется и нагревает воду до  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , и по достижении этой температуры пар проходя через воду не конденсируется.

Масса сконденсировавшегося пара  $\Delta m = 272 - 230 = 42\text{ г}$ . Количество отданного паром тепла

$$Q_1 = r\Delta m$$

Где  $r = 2.3 \cdot 10^6\text{ Дж/кг}$  – удельная теплота парообразования воды. Это тепло идет на нагревание  $230\text{ г}$  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  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Критерии оценки:**

Понимание физической ситуации – почему пар перестал конденсироваться – 2 балла;

Масса сконденсировавшегося пара -2 балла;

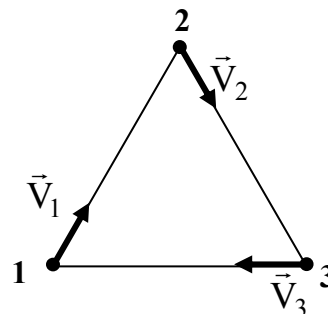
Количество тепла отданного им -2 балла;

Уравнение теплового баланса -2 балла

Правильный расчет -2 балла.

Задача 9.2

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



Решение:

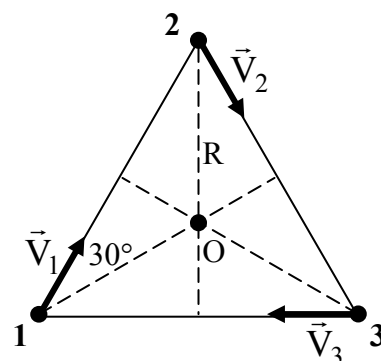
Очевидно, что из симметрии жуки встретятся в центре треугольника через время  $t$ , равное

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

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.



**Критерии оценки:**

Понимание физической ситуации – где встретятся жуки – 2 балла;

Расчет времени до встречи -4 балла;

Расчет пути -4 балла;

**Задача 9.3**

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

**Критерии оценки:**

Понимание физической ситуации – почему будут происходить колебания – 2 балла;

Правильное применение закона сохранения энергии в обоих случаях -2 балла;

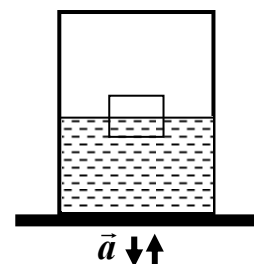
$x_m = x_0 + a$  -2 балла;

Расчет амплитуды -2 балла

Определение максимальной скорости -2 балла.

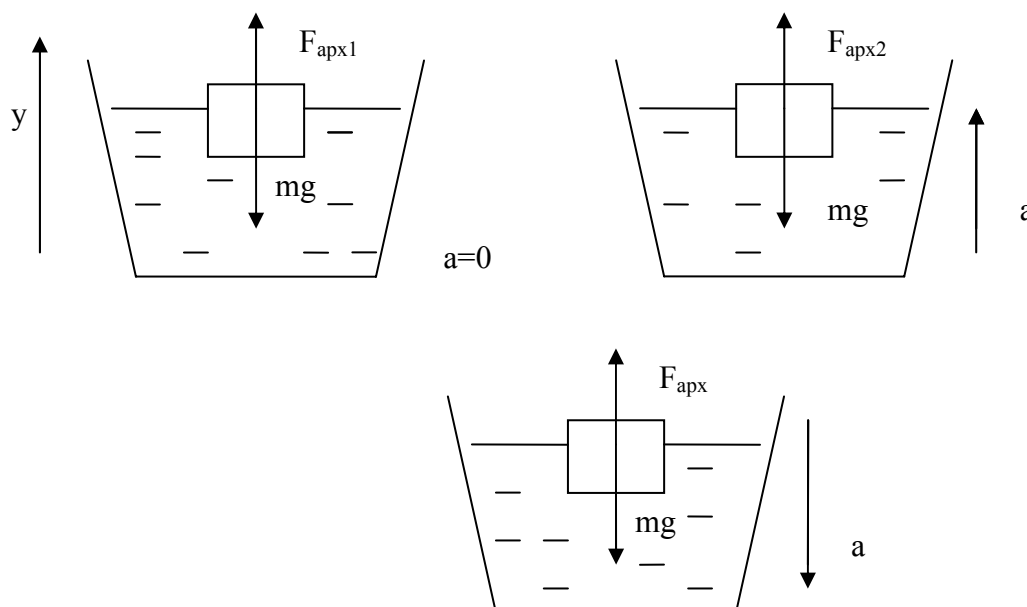
### Задача 9.4

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



### Решение:

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



- 1) Лифт покоится или движется равномерно.

$$F_{арх1} - mg = 0 \quad F_{арх1} = mg$$

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

$$F_{арх2} - mg = ma \quad F_{арх2} = mg + ma$$

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)

$$F_{арх3} - mg = -ma$$

Задания и решения заключительного этапа Межрегиональной олимпиады школьников «Будущее инновационной России» Центрально-Черноземного экономического региона

$$F_{\text{архз}} = mg - ma$$

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.

**Критерии оценки:**

Правильное применение второго закона Ньютона во всех трех случаях -4 балла;

Связь силы Архимеда с глубиной погружения -4 балла;

Правильный вывод -2 балла.

**Задача 9.5**

Брусочек, состоящий из алюминия и вольфрама, плавает в ртути, погружившись в нее ровно на половину своего объема. Чему равно отношение числа атомов вольфрама к числу атомов алюминия? Молярные массы и плотности равны:  $M_{\text{Al}} = 27 \cdot 10^{-3}$  кг/моль,  $\rho_{\text{Al}} = 2700$  кг/м<sup>3</sup>,  $M_{\text{W}} = 184 \cdot 10^{-3}$  кг/моль,  $\rho_{\text{W}} = 19100$  кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_{\text{Hg}} = 13600$  кг/м<sup>3</sup>.

**Решение:**

Легко догадаться, что средняя плотность бруска равна половине плотности ртути

$$\rho_{\text{cp}} = \frac{\rho_{\text{Hg}}}{2}. \text{ С другой стороны } \rho_{\text{cp}} = \frac{m_{\text{w}} + m_{\text{Al}}}{\frac{m_{\text{w}}}{\rho_{\text{w}}} + \frac{m_{\text{Al}}}{\rho_{\text{Al}}}}, \text{ откуда } m_{\text{w}} \left( \frac{\rho_{\text{cp}}}{\rho_{\text{w}}} - 1 \right) = m_{\text{Al}} \left( 1 - \frac{\rho_{\text{cp}}}{\rho_{\text{Al}}} \right).$$

Учитывая, что  $m_{\text{w}} = M_{\text{w}} \nu = \frac{M_{\text{w}}}{N_{\text{A}}} N_{\text{w}}$  и  $m_{\text{Al}} = \frac{M_{\text{Al}}}{N_{\text{A}}} N_{\text{Al}}$ , получим:

$$\frac{N_{\text{w}}}{N_{\text{Al}}} = \frac{(2\rho_{\text{Al}} - \rho_{\text{Hg}}) \rho_{\text{w}} M_{\text{Al}}}{(2\rho_{\text{Hg}} - \rho_{\text{w}}) \rho_{\text{Al}} M_{\text{w}}} = \frac{(2 \cdot 2700 - 13600) \cdot 19100 \cdot 27 \cdot 10^{-3}}{(2 \cdot 13600 - 19100) \cdot 2700 \cdot 184 \cdot 10^{-3}} \approx 1,2$$

**Ответ.**  $\frac{N_{\text{w}}}{N_{\text{Al}}} = 1,2$

**Критерии оценки:**

Соотношение между плотностью бруска и ртути – 2 балла;

Выражение для плотности бруска -2 балла;

Выражение массы вещества через количество молекул -2 балла;

Расчетная формула -2 балла;

Расчет -2 балла.