

ФИЗИКА
Решение заданий школьного тура Всероссийской предметной олимпиады
школьников
2013/2014 учебный год
10 класс

1. Условие встречи в точке А: $lN_{A1} = v_1 t_A$; $lN_{A2} = v_2 t_A$; где $N_{A1}; N_{A2}$ – целое число кругов, проделанных автомобилями. Следовательно, $\frac{N_{A1}}{N_{A2}} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{240}{330} = \frac{8}{11}$. Отсюда минимальное значение $N_{A1} = 8$ и $N_{A2} = 11$.

Условие встречи в точке В: $lN_{B1} + \frac{2}{3}l = v_1 t_B$ и $lN_{B2} + \frac{2}{3}l = v_2 t_B$. Следовательно $\frac{3N_{B1} + 2}{3N_{B2} + 2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{8}{11}$ или $33N_{B1} + 22 = 24N_{B2} + 16$, откуда $11N_{B1} = 8N_{B2} - 2$. Методом подбора находим минимальные значения $N_{B1} = 2, N_{B2} = 3$. Таким образом, до встречи в точке В автомобили пройдут меньшее число кругов, чем до встречи в точке А. Искомое время теперь несложно определить: $t_B = \frac{l}{v_1} (N_{B1} + \frac{2}{3}) = 10 \text{ мин}$

2. Из графика видно, что начальная температура воды и льда в ведре была равна 0°C . После внесения в комнату, лед в ведре с водой начинает таять. Излом на графике зависимости $T(\tau)$ соответствует тому моменту времени, когда весь лед растаял. Далее идет нагрев воды.

Предполагая, что количество теплоты q , получаемое водой и льдом в ведре за единицу времени остается постоянным, можно определить эту величину (из второго участка графика, соответствующего нагреву воды):

$$Q_1 = qt_1 = mc_B \Delta T, \text{ здесь } m = m_B + m_E = \text{const}, t_1 = 10 \text{ мин}, \Delta T = 2^\circ \text{C}.$$

$$q = \frac{mc_B \Delta T}{t_1} = 140 \text{ Дж/с.}$$

На первом участке графика все поступающая в систему теплота идет на плавление льда. Отсюда можем найти массу льда, плавающего в воде в начальный момент:

$$Q_2 = qt_2 = m_E \lambda.$$

$$m_E = \frac{qt_2}{\lambda} \approx 1,2 \text{ кг.}$$

3. Напряжение U_2 на резисторе с сопротивлением r_2 равно $U - U_1$, а сила тока, идущего через этот резистор, определяется по закону Ома:

$$I_2 = \frac{U - U_1}{r_2}.$$

Но $I_2 = I_1 + I_V$, где I_1 – сила тока идущего через резистор с сопротивлением r_1 , а I_V – сила тока идущего через вольтметр. Так как

$$I_1 = \frac{U_1}{r_1}, \text{ то } I_V = I_2 - \frac{U_1}{r_1}, \text{ откуда}$$

$$\frac{I_V}{I_2} = 1 - \frac{U_1}{I_2 r_1} = 1 - \frac{U_1 r_2}{(U - U_1) r_1} \approx 0,004.$$

4. Для определения грузоподъемности льдины найдем глубину ее погружения l из условия равенства сил тяжести и Архимеда, действующих на льдину:

$$[\rho_l \cdot S(h+l) + M_1]g = \rho_B Sgl$$

Здесь M_1 – масса аварийного вертолета с пассажирами.

Отсюда

$$l = \frac{M_1 + \rho_l Sh}{(\rho_B - \rho_l)S}$$

Подстановка численных значений величин дает

$$l \approx \frac{5}{9} \text{ м.}$$

Безопасная посадка второго вертолета массой M_2 возможна в случае, когда сила тяжести будет меньше максимальной силы Архимеда, т.е.

$$\rho_l S(h+l) + M_1 + M_2 < \rho_B S(h+l)$$

или

$$M_1 + M_2 < (\rho_B - \rho_l)S(h+l)$$

Вычисления дают неравенство:

$$M_1 + M_2 < 58 \text{ тонн,}$$

т.е. посадка возможна.

5. Прикрепим груз к веревке и подвесим получившийся маятник так, чтобы точки подвеса маятников находились примерно на одной вертикальной линии. Отклоним наш маятник и отпустим в момент, когда исходный маятник находится в точке максимального отклонения от положения равновесия. Таким образом, начальная фаза колебаний обоих маятников будет совпадать. Со временем маятник с меньшим периодом колебаний будет обгонять другой маятник по фазе. Однако, в какой-то момент колебания снова совпадут по фазе. Пусть, для определенности, маятником с большим периодом оказался маятник, который мы сделали сами. Очевидно, что к моменту повторного совпадения фаз первый маятник совершит N колебаний, а второй – на единицу меньше. Поэтому можем записать:

$$NT = (N - 1)T_0, \tag{1}$$

где T и T_0 - периоды колебаний исходного и второго маятников. Из полученного выражения видно, что, зная период тестового маятников, а также число N , которое определяется экспериментально, можно определить период исходного маятника. Используя формулу для математического маятника, длина нити исходного маятника может быть рассчитана по следующей формуле:

$$L = \left(\frac{N-1}{N}\right)^2 L_0 \tag{2}$$

Здесь L_0 - длина нити второго маятника.