

**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников по физике
8 класс
2016-2017 учебный год**

Задача 1.

Грузовик едет по пустой дороге с постоянной скоростью 54 км/ч. Известно, что светофор на этой дороге разрешает и запрещает проезд каждые 25 секунд. Водитель, находясь от светофора на расстоянии 0,55 км, увидел, что появился разрешающий сигнал. Через 10 секунд после этого водитель решил уменьшить скорость настолько, чтобы не останавливаться на светофоре. С какой скоростью ему теперь следует поехать?

Решение:

Водитель решил изменить скорость, когда до светофора осталось

$$L = 550 \text{ м} - 10 \text{ с} \cdot 15 \text{ м/с} = 400 \text{ м} \quad (2 \text{ балла}).$$

До моментов появления запрещающих сигналов остается 15 сек, 65 сек, и т.д. (1 балл), а до появления разрешающих – 40 сек, 90 сек и т.д. (1 балл).

Чтобы подъехать к светофору быстрее, чем за 15 секунд, ему пришлось бы не уменьшить, а увеличить скорость (1 балл). Чтобы подъехать к моменту включения следующих разрешающих сигналов, ему надо снизить скорость

$$\text{до } 400 \text{ м} / 40 \text{ с} = 10 \text{ м/с} = 36 \text{ км/ч} \quad (1 \text{ балл})$$

$$\text{или до } 400 \text{ м} / 90 \text{ с} = 4,44 \text{ м/с} = 16 \text{ км/ч} \text{ и т.д.} \quad (1 \text{ балл}).$$

Но так как водитель не хочет подъехать к включению запрещающего сигнала, то его скорость должна быть не менее, чем

$$400 \text{ м} / 65 \text{ с} = 6,15 \text{ м/с} \approx 22,2 \text{ км/ч},$$

т.е. скорость должна быть в диапазоне $22,2 \div 36$ км/ч (2 балла).

Условию задачи удовлетворяют и другие диапазоны, например, $(12,5 \div 16)$ км/ч и т.д. (1 балл).

Ответ: $(22,2 \div 36)$ км/ч

Задача 2.

В теплоизолированный сосуд поместили 4 кг льда при температуре $t_1 = -20^\circ\text{C}$, 3 кг воды при температуре $t_2 = 50^\circ\text{C}$ и 100 г пара при температуре $t_3 = 100^\circ\text{C}$. Найдите температуру в сосуде, а также массы воды, льда и пара после установления теплового равновесия. ($c_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг К})$, $c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг К})$, $\lambda_{\text{л}} = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$, $L_{\text{п}} = 2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$).

Решение:

Рассчитаем, сколько необходимо количества вещества для охлаждения $m_1 = 4 \text{ кг}$ льда до 0°C

$$Q_1 = c_{\text{л}} m_1 (0^\circ\text{C} - t_1), \quad Q_1 = 168 \text{ кДж}, \quad (1 \text{ балл})$$

количества вещества для плавления всего льда:

$$Q_2 = m_1 \lambda_{\text{л}}, \quad Q_2 = 1320 \text{ кДж}, \quad (1 \text{ балл})$$

количества вещества, необходимого для конденсации $m_3 = 0,1 \text{ кг}$ пара:

$$Q_3 = m_3 L_{\text{п}}, \quad Q_3 = 226 \text{ кДж}, \quad (1 \text{ балл})$$

количества вещества, необходимого для охлаждения превращенного пара в воду до 0°C :

$$Q_4 = c_{\text{в}} m_3 (t_3 - 0^\circ\text{C}), \quad Q_4 = 42 \text{ кДж}, \quad (1 \text{ балл})$$

количества вещества, необходимого для охлаждения $m_2 = 3 \text{ кг}$ воды при температуре $t_2 = 50^\circ\text{C}$ до 0°C :

$$Q_5 = c_{\text{в}} m_2 (t_2 - 0^\circ\text{C}), \quad Q_5 = 630 \text{ кДж}. \quad (1 \text{ балл})$$

Видно, что $Q_1 + Q_2 > Q_3 + Q_4 + Q_5$, $1488 \text{ кДж} > 898 \text{ кДж}$. (2 балла)

Значит, не весь лед расплавится, на плавление льда расходуется 730 кДж и расплавится только 2,21 кг. Льда останется $4 \text{ кг} - 2,21 \text{ кг} = 1,79 \text{ кг}$. (1 балл)
Весь пар сконденсируется и масса образовавшейся воды составит 5,31 кг (1 балл).

Равновесная температура $t_0 = 0^\circ\text{C}$. (1 балл)

Ответ: масса льда 1,79 кг, масса воды 5,31 кг, весь пар сконденсируется, установившаяся температура 0°C .

Задача 3.

Вода в цилиндрическом сосуде разделена на два слоя. Верхний, пресный слой воды имеет толщину 5 см. Плотность пресной воды $\rho_1=1$ г/см³. Нижний слой воды толщиной 10 см «соленый». Плотность соленой воды $\rho_2=1,2$ г/см³. В сосуд опускают куб с длиной ребра $a=10$ см. Плотность вещества куба равна $\rho_3=1,15$ г/см³. Определить на какой глубине будет находиться верхняя грань плавающего куба.

Решение:

Куб будет плавать на границе раздела двух жидкостей, примем за x – часть высоты куба в пресной воде, $(a-x)$ – часть высоты куба в «соленой» воде (2 балла). Запишем условия плавания $mg = F_{A1} + F_{A2}$ (2 балла)

$$\rho_3 a^3 g = \rho_2 a^2 (a-x) g + \rho_1 a^2 x$$

$$x = \frac{a(\rho_3 - \rho_2)}{\rho_1 - \rho_2}, \text{ (4 балла)}$$

$$x = 1,25 \text{ см (2 балла)}$$

Глубина погружения верхней грани куба $b = 5 - 1,25 = 3,75$ см.

Ответ: $b = 3,75$ см.

Задача 4.

Толик и Гена красят длинный забор с противоположных концов. Толик мажет краску слоем 2 мм и расходует 2 литра краски за минуту. Гена размазывает краску потоньше, слоем 1,5 мм, и расходует 1 литр в минуту. Когда 20% забора еще оставались не покрашенными, Толика позвали домой, и Гене пришлось еще час докрашивать самому. Сколько всего краски израсходовал Гена?

Решение:

За минуту Толик закрашивает

$$2000/0,2=10^4 \text{ см}^2 \text{ поверхности забора (1 балл),}$$

$$\text{а Гена – } 1000/0,15=(2/3)\cdot 10^4 \text{ см}^2 \text{ (1 балл).}$$

По условию, Гена за один час покрасил пятую часть забора, т.е. ее площадь была равна

$$60\cdot(2/3)\cdot 10^4 \text{ см}^2= 4\cdot 10^4 \text{ см}^2=40 \text{ м}^2 \text{ (1 балл).}$$

Остальные 4/5 забора, т.е. 160 м², друзья красили вдвоем, причем Толик за одно и то же время красит в 1,5 раза большую площадь. Значит, до ухода Толика Гена покрасил $160\cdot 1/(1+1,5)=64 \text{ м}^2$ (2 балла).

Ушло у него на это

$$64/40=1,6 \text{ часа}=96 \text{ мин (2 балла).}$$

Т.е. всего Гена красил 156 минут (1 балл) и израсходовал 156 л краски (2 балл).

Ответ: 156 л краски