

**Олимпиада «Ломоносов 2012 – 2013» по физике**  
**Заключительный этап**

**Задание для учащихся 7-х – 9-х классов**

В 2012/13 году на финальном (заключительном) этапе для 7-9 классов каждое из 4 заданий оценивалось в 25 баллов.

**1.** Два автобуса выехали с автостанции друг за другом с интервалом  $\tau_1 = 10$  мин и, набрав за одно и то же время скорость  $v = 60$  км/ч, отправились в другой город. По дороге они обогнали движущегося в том же направлении велосипедиста. Какова скорость велосипедиста  $u$ , если автобусы проехали мимо него с интервалом  $\tau_2 = 15$  мин? Ответ приведите в км/ч, округлив до целых.

**1. Решение.** Расстояние между автобусами равно  $l = v\tau_1$ . Интервал времени  $\tau_2 = \frac{l}{v-u}$ . Отсюда

$$u = \frac{v(\tau_2 - \tau_1)}{\tau_2} = 20 \text{ км/ч.}$$

**Ответ:**  $u = \frac{v(\tau_2 - \tau_1)}{\tau_2} = 20$  км/ч.

**2.** Античные монеты часто чеканились из электра – сплава золота и серебра. Археолог, найдя такую монету, взвесил её. Оказалось, что вес монеты в воде отличается от её веса в воздухе на  $k = 8\%$ . Какова массовая доля  $X$  золота в этой монете? Считайте, что плотности золота и серебра больше плотности воды в  $n_1 = 20$  и  $n_2 = 10$  раз соответственно. Ответ приведите в процентах, округлив до целых.



**2. Решение.** Вес монеты на воздухе  $P = (m_1 + m_2)g$ , в воде вес уменьшается на величину архимедовой силы и  $\Delta P = \rho_0(m_1/\rho_1 + m_2/\rho_2)g$ . Здесь  $m_1$  и  $\rho_1$  – масса и плотность золота;  $m_2$  и  $\rho_2$  – масса и плотность серебра,  $\rho_0$  – плотность воды,  $g$  – ускорение свободного падения.

Относительное уменьшение веса монеты в воде  $k = \frac{\Delta P}{P} = \frac{\rho_0}{\rho_2} - X \left( \frac{\rho_0}{\rho_2} - \frac{\rho_0}{\rho_1} \right) = \frac{1}{n_2} - X \left( \frac{1}{n_2} - \frac{1}{n_1} \right) =$

$= 0,08$ ; где  $X = \frac{m_1}{m_1 + m_2}$ . Отсюда следует, что  $X = \frac{n_1(1 - n_2k/100\%)}{n_1 - n_2}$ . **Ответ:**  $X = \frac{n_1(1 - n_2k/100\%)}{n_1 - n_2} =$

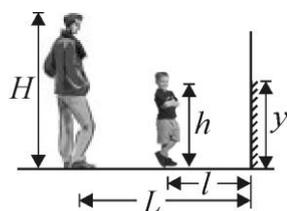
0,4, или 40%.

**3.** В калориметр с водой влили одну ложку тёплой воды. В результате установившаяся в калориметре температура превысила на  $\Delta t_1 = 5$  °С первоначальную температуру. После вливания ещё одной ложки той же тёплой воды установившаяся температура увеличилась ещё на  $\Delta t_2 = 3$  °С. Пренебрегая теплообменом калориметра и его содержимого с окружающими телами, определите, на какую величину  $\Delta t$  температура наливаемой в калориметр тёплой воды превышает первоначальную температуру калориметра с водой. Ответ приведите в градусах Цельсия, округлив до целых.

**3. Решение.** Пусть  $C_k$  – теплоёмкость калориметра и содержащейся в нём первоначально воды,  $C_B$  – теплоёмкость порции тёплой воды, содержащейся в ложке,  $t_0$  – первоначальная температура калориметра и содержащейся в нём воды,  $t_{TB}$  – температура теплой воды,  $t_1$  – установившаяся в калориметре температура после вливания одной ложки тёплой воды,  $t_2$  – установившаяся в калориметре температура после вливания двух ложек тёплой воды. Уравнения теплового баланса имеют вид:  $C_k(t_1 - t_0) = C_B(t_{TB} - t_1)$ ,  $C_k(t_2 - t_0) = 2C_B(t_{TB} - t_2)$ . Учитывая, что по условию  $t_{TB} - t_0 = \Delta t$ ,  $t_1 - t_0 = \Delta t_1$ ,  $t_2 - t_0 = \Delta t_1 + \Delta t_2$ , из записанных уравнений находим, что  $\Delta t = \frac{(\Delta t_1 + \Delta t_2)\Delta t_1}{\Delta t_1 - \Delta t_2} = 20^\circ\text{C}$ .

**Ответ:**  $\Delta t = \frac{(\Delta t_1 + \Delta t_2)\Delta t_1}{\Delta t_1 - \Delta t_2} = 20^\circ\text{C}$ .

**4.** Отец с сыном стоят напротив плоского зеркала, закрепленного на вертикальной стене, причем нижний край зеркала находится у пола. Расстояние от зеркала до сына  $l = 3$  м, а расстояние от зеркала до его отца  $L = 6$  м. На каком минимальном расстоянии  $y$  от пола должен находиться верхний край зеркала, чтобы сын мог видеть в зеркале отца в полный рост? Расстояние от пола до уровня глаз сына  $h = 1,2$  м, рост отца  $H = 1,8$  м. Ответ приведите в метрах, округлив до одного знака после запятой.



**4. Решение.** Ход луча света, идущего от верхней части головы отца и попадающего в глаз сыну, показан на рисунке. С учетом закона отражения, из подобия изображенных на рисунке треугольников следует равенство  $\frac{X}{L} = \frac{x}{l}$ . Кроме того, справедливы соотношения  $H - X = h + x = y$ . Решая записанную систему уравнений, находим  $y = \frac{Hl + hL}{l + L} = 1,4$  м. **Ответ:**  $y = \frac{Hl + hL}{l + L} = 1,4$  м.

