

# Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

## «Будущее Сибири»

**II (заключительный) этап, 2019–2020 учебный год**

**Физика 8 класс**

**Каждая правильно решенная задача оценивается в 10 баллов.**

1. Машина ехала из деревни А в город Б с непостоянной скоростью: половину всего времени — со скоростью  $v$ , ещё треть — со скоростью  $2v$ , и остаток времени — со скоростью  $3v$ . Чему равна средняя скорость машины?

**Решение.**

Пусть полное время в пути равно  $t$ . Тогда полный пройденный путь равен:

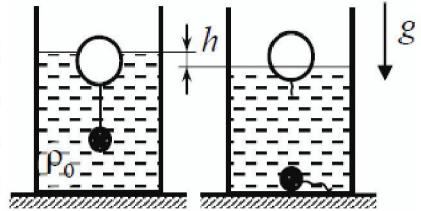
$$s = \frac{t}{2}v + \frac{t}{3}(2v) + \left(t - \frac{t}{2} - \frac{t}{3}\right)(3v) = \frac{5}{3}vt. \quad (5 \text{ б.})$$

По определению средняя скорость  $\bar{v} = s/t$ . (3 б.)

Подставив сюда полученное выражение для  $s$ , найдём

$$\text{ответ: } \bar{v} = \frac{5}{3}v. \quad (2 \text{ б.})$$

2. В жидкости плотностью  $\rho_0$ , налитой в цилиндрический стакан сечением  $S$ , плавает поплавок с привязанным к нему невесомой нитью грузиком массы  $m$ . Нить перерезают, и грузик падает на дно. При этом уровень жидкости в стакане уменьшается на  $h$ . Найти плотность материала грузика.



**Решение.**

Пусть  $V_1$  и  $V_2$  — объёмы вытесненной воды в первом и во втором случаях,  $m_{\text{п}}$  — масса поплавка.

В первом случае система поплавок + грузик плавает, поэтому согласно закону Архимеда,

$$V_1 = \frac{m_{\text{п}} + m}{\rho_0}. \quad (1) \quad (3 \text{ б.})$$

Во втором случае объём  $V_2$  складывается из объёма грузика  $m/\rho$ , где  $\rho$  — его плотность, и объёма, вытесненного поплавком, который, согласно закону Архимеда, равен  $m_{\text{п}}/\rho_0$ :

$$V_2 = \frac{m}{\rho} + \frac{m_{\text{п}}}{\rho_0}. \quad (2) \quad (3 \text{ б.})$$

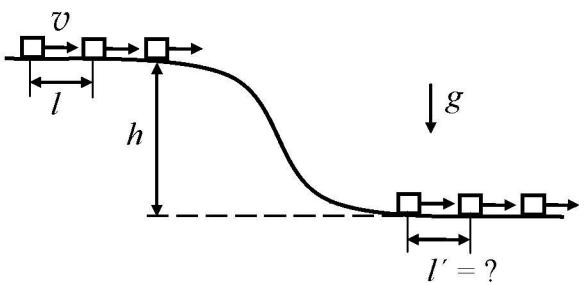
По условию задачи,

$$V_1 - V_2 = hS. \quad (3) \quad (2 \text{ б.})$$

Вычтя (2) из (1), получим  $V_1 - V_2 = \frac{m}{\rho_0} - \frac{m}{\rho}$ , и подставив сюда (3), найдём

$$\text{ответ: } \rho = \frac{\rho_0}{1 - \frac{hS\rho_0}{m}}. \quad (2 \text{ б.})$$

3. По верхнему горизонтальному участку горки высотой  $h$  движутся бруски на равном расстоянии  $l$  друг от друга с одинаковой скоростью  $v$ . Найти расстояние между брусками на нижнем горизонтальном участке после их спуска с горки. Трение отсутствует. Ускорение свободного падения равно  $g$ .



### Решение.

Выберем любую точку  $A$  на верхнем горизонтальном участке и любую точку  $B$  на нижнем. Каждый последующий бруск пересекает точку  $A$  через время

$$\tau = \frac{l}{v}. \quad (1)$$

после предыдущего. После пересечения точки  $A$  бруски через одинаковое для всех них время (время движения от точки  $A$  до точки  $B$ ) пересекают точку  $B$ . Следовательно, точку  $B$  бруски пересекают с тем же интервалом времени  $\tau$ :

$$\tau = \frac{l'}{v'}, \quad (2)$$

где  $v'$  — скорость брусков на нижнем горизонтальном участке, которую можно найти из закона сохранения энергии:

$$\frac{v'^2}{2} = \frac{v^2}{2} + gh, \quad (3) \quad (4 \text{ б.})$$

Из первых двух уравнений получим

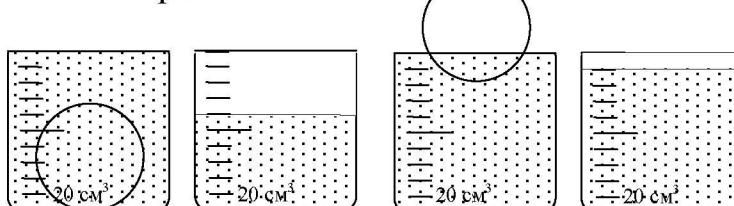
$$l' = l \frac{v'}{v} \quad (4 \text{ б.})$$

и, подставив сюда  $v'$  из уравнения (3), найдём

$$\text{ответ: } l' = l \sqrt{1 + \frac{2gh}{v^2}}. \quad (2 \text{ б.})$$

4. Юный физик Петя заметил, что один из его игрушечных шариков тонет в воде, а другой плавает, несмотря на то, что шарики одинаковые по размеру. Петя решил определить плотность материала, из которого сделан более лёгкий шарик. Он по очереди осторожно отпускал шарики в полностью наполненный водой мерный стакан объёмом  $200 \text{ см}^3$ , и затем осторожно извлекал шарики из стакана. Результаты измерений показаны на рисунке. Помогите Пете определить плотность материала лёгкого шарика. Плотность воды равна  $1 \text{ г}/\text{см}^3$ .

### Решение:



Цена деления шкалы мерного стакана равна  $20 \text{ см}^3$ . Объём вытесненной воды равен погруженному в воду объёму шарика.  $(2 \text{ б.})$

Если шарик полностью погружен в воду, как в случае с более тяжёлым шариком, то объём вытесненной воды равен объёму шарика. Определив объём вытесненной воды, найдём, что объём шариков равен:

$$V = 4 \cdot 20 \text{ см}^3 = 80 \text{ см}^3 \quad (1 \text{ б.})$$

Объём погруженной части лёгкого шарика равен:

$$V_{\text{п}} = 20 \text{ см}^3 \quad (1 \text{ б.})$$

Шарик находится в равновесии, поэтому сила тяжести уравновешивается выталкивающей силой Архимеда:

$$\rho V g = \rho_0 V_{\text{п}} g, \quad (2 \text{ б.})$$

где  $g$  — ускорение свободного падения,  $\rho_0$  — плотность воды, а  $\rho$  — искомая плотность материала лёгкого шарика. Выразив отсюда  $\rho$ , найдём:

$$\rho = \frac{V_{\text{п}}}{V} \rho_0, \quad (2 \text{ б.})$$

Подставив численные значения, найдём **ответ**:  $\rho = \frac{V_{\text{п}}}{V} \rho_0 = 0,25 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}$ . (2 б.)