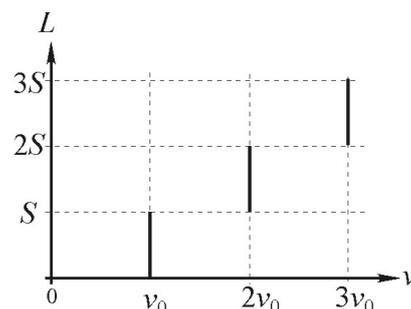


## 8 класс

(время выполнения – 3 часа, максимальное число баллов - 40)

**Задача 1.** (10 баллов) Автомобиль ехал из деревни в город. По мере приближения к городу качество дороги улучшалось. График зависимости пройденного пути  $L$  от скорости  $v$  приведен на рисунке. Определите среднюю скорость  $v_{cp}$  автомобиля за все время движения, если  $v_0 = 22$  км/ч.



**Решение.** Полный путь, пройденный автомобилем, равен  $3S$ .

Время движения на первом участке составляет

$$t_1 = S / v_0,$$

на втором участке –

$$t_2 = S / (2v_0),$$

на третьем участке –

$$t_3 = S / (3v_0).$$

Общее время движения автомобиля

$$T = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{S}{v_0} \left( 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \right) = \frac{11}{6} \frac{S}{v_0}.$$

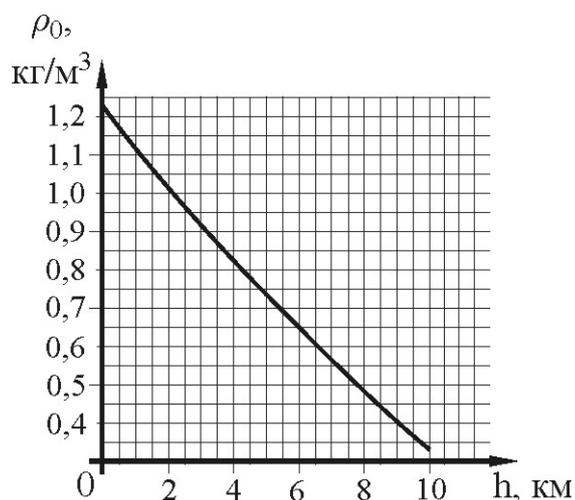
Тогда среднюю скорость  $v_{cp}$  можно найти как

$$v_{cp} = \frac{3S}{T} = \frac{18}{11} v_0 = 36 \text{ км/ч.}$$

**Примерные критерии оценивания:**

1. Найдено время  $t_1$  на первом участке – 1 балл.
2. Найдено время  $t_2$  на втором участке – 1 балл.
3. Найдено время  $t_3$  на третьем участке – 1 балл.
4. Найдено общее время движения автомобиля – 2 балла.
5. Указано, что  $v_{cp} = \frac{3S}{T}$  - 1 балл.
6. Получено выражение для средней скорости – 2 балла.
7. Дано числовой ответ – 2 балла.

**Задача 2.** (10 баллов) Экспериментатор Глюк, стоя на берегу моря, решил запустить воздушный шар объемом  $V = 30$  л. Масса оболочки шара  $m = 0,02$  кг. Глюк наполнил шар гелием при нормальном давлении. Определите высоту подъема шара, если плотность гелия при нормальных условиях  $\rho_{He} = 0,18$  г/л. Объем шара при подъеме не изменяется. Зависимость плотности воздуха  $\rho_0$  от высоты над уровнем моря представлена на рисунке.



**Решение.** Шар достигнет высоты, где подъемная сила (сила Архимеда) будет равна весу шара с гелием:

$$V \rho_0 g = mg + V \rho_{He} g .$$

Разделим левую и правую части уравнения на  $V$  и, сократив на  $g$ , получим:

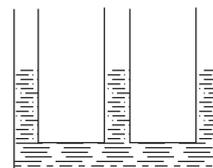
$$\rho_0 = \frac{m}{V} + \rho_{He} = 0,85 \text{ г/л}.$$

Высоту подъема шара определим по графику зависимости плотности воздуха от высоты над уровнем моря. Таким образом, шар достигнет высоты  $h \approx 3700$  м.

**Примерные критерии оценивания:**

1. Записан закон Архимеда для шара – 3 балла.
2. Дана идея равенства средней плотности шара и плотности воздуха на максимальной высоте  $h$  – 3 балла.
3. Вычислено значение  $h$  – 4 балла.

**Задача 3.** (10 баллов) Три одинаковых сообщающихся сосуда частично заполнены водой. Когда в левый сосуд налили слой керосина  $H_1 = 20$  см, а в правый высотой  $H_2 = 25$  см, то уровень воды в среднем сосуде повысился. На сколько повысился уровень воды в соседнем сосуде? Плотность керосина  $0,8 \text{ г/см}^3$ , плотность воды  $1 \text{ г/см}^3$ .



**Решение.** Предположим, что в левом сосуде уровень воды понизился на  $h_1$ , а в правом – на  $h_2$ . Тогда в среднем сосуде уровень воды повысился на  $h_1 + h_2$  и будет выше, чем в правом на  $h_1 + 2h_2$  и выше чем в левом на  $2h_1 + h_2$ . Так как жидкости находятся в равновесии, то давление столбов воды равно давлению столбов керосина:

$$\begin{aligned} g \rho_w (h_1 + 2h_2) &= g \rho_k H_2, \\ g \rho_w (2h_1 + h_2) &= g \rho_k H_1, \end{aligned}$$

или

$$h_1 + 2h_2 = \frac{\rho_{\kappa}}{\rho_{\epsilon}} H_2,$$

$$2h_1 + h_2 = \frac{\rho_{\kappa}}{\rho_{\epsilon}} H_1.$$

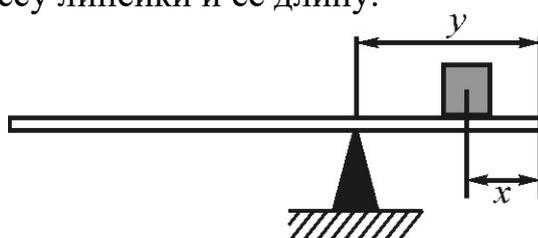
Подставив значения, получим  $h_1 = 4$  см,  $h_2 = 8$  см. Откуда  $h_1 + h_2 = 12$  см.

**Примерные критерии оценивания:**

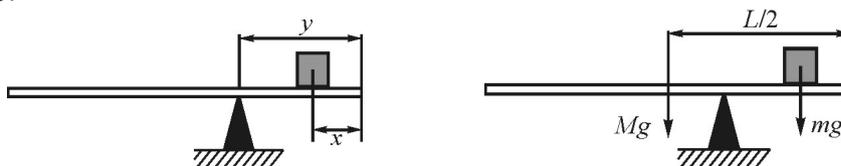
1. Определена разность уровней воды в крайних сосудах – 3 балла.
2. Записано условие равенства гидростатических давлений – 4 балла.
3. Получен конечный ответ – 3 балла.

**Задача 4.** (10 баллов) Если груз массы  $m = 10$  г поставить на линейку на расстоянии  $x$  от ее края, то линейка примет горизонтальное положение равновесия при размещении под ней упора на расстоянии  $y$  от того же края линейки. Зависимость  $y(x)$  при различных размещениях груза представлена в Таблице. Построив график зависимости  $y(x)$ , определите массу линейки и ее длину.

Таблица	
$x$ , мм	$y$ , мм
10	120
30	129
50	137
70	146
90	155
100	160
120	169



**Решение.**



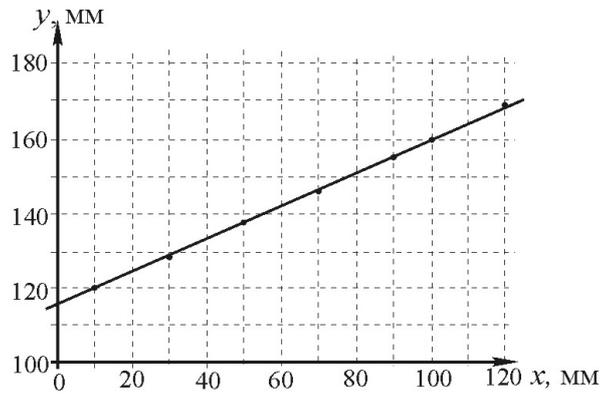
Рассмотрим систему в положении равновесия. Пусть  $M$  - масса линейки, а  $L$  - ее длина. Запишем правило моментов относительно точки опоры:

$$Mg \left( \frac{L}{2} - y \right) = mg(y - x).$$

Преобразовав выражение, получим:

$$y = \frac{m}{m + M} x + \frac{M}{2(m + M)} L.$$

Построим график зависимости  $y(x)$ .



Из полученной формулы следует, что должна получиться прямая с угловым коэффициентом

$$k = \frac{m}{m + M},$$

пересекающая ось  $y$  в точке с ординатой

$$y_0 = \frac{M}{2(m + M)}L.$$

Определяем по графику указанные параметры:

$$k = 0,445, \quad y_0 = 115,3.$$

Из них получаем искомые характеристики линейки:

$$M = \frac{1-k}{k}m = 12,5 \text{ г}, \quad L = \frac{2y_0}{1-k} = 41,5 \text{ мм}.$$

**Примерные критерии оценивания:**

1. Записано правило моментов относительно опоры – 2 балла.
2. Построен график  $y(x)$  – 3 балла.
3. Получены коэффициенты  $k$  и  $y_0$  – 3 балла.
4. Определены масса и длина – 2 балла.