

9 КЛАСС ЗАДАЧИ И ПРИМЕРНОЕ РЕШЕНИЕ

1. Неравноплечий рычаг.

Два тела разных плотностей и объемов подвесили на нитях к краям невесомого стержня, причем равновесие стержня достигается, если его подпереть так, что расстояния от точки опоры до тел отличается в два раза. После того как тела полностью погрузили в воду, для сохранения равновесия стержня пришлось поменять местами тела. Найдите плотности тел, если известно, что их плотности отличаются в **2,5 раза**. Плотность воды считать известной ρ_0 .

Решение.

Приступил к решению задачи, выполнил рисунок, записал основные формулы (1 балл)
Запишем условие равновесия стержня до погружения в воду

$$\rho_1 V_1 = 2\rho_2 V_2, (1) (2 \text{ балла})$$

после погружения в воду

$$2(\rho_1 - \rho_0)V_1 = (\rho_2 - \rho_0)V_2. (2) (2 \text{ балла})$$

Выразим из (1) $V_1/V_2 = 5$ (2 балла)

и подставим в (2)

$$10\rho_1 - \rho_2 = 9\rho_0. (2 \text{ балла})$$

Решая это уравнение совместно с условием задачи $\rho_2/\rho_1 = 2,5$, находим $\rho_1 = 1,2\rho_0$ и $\rho_2 = 3\rho_0$. (1 балл)

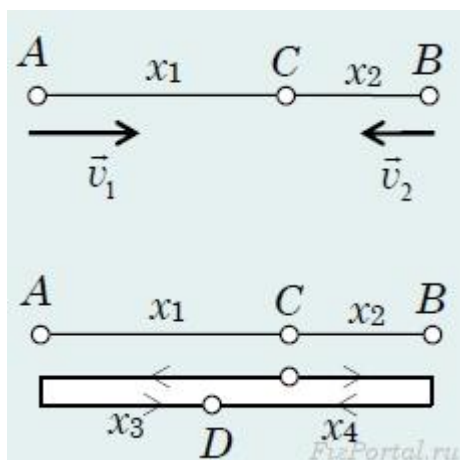
Всего за задачу 10 баллов

2. Веловстречи.

Два велосипедиста одновременно выехали из пунктов **А** и **В** навстречу друг другу и встретились через **1 час**. После встречи они продолжили свое движение в прежнем направлении. Доехав до пунктов **В** и **А** соответственно, они сразу развернулись и поехали обратно. Через какое время, после первой встречи, они опять поравняются друг с другом.

Решение.

Приступил к решению задачи, выполнил рисунок, записал основные формулы (1 балл)



Расстояние между пунктами **А** и **В** обозначим как сумму $AC + CB$

$$S = v_1 + v_2. (2 \text{ балла})$$

Время до первой встречи найдем перейдя в систему отсчета, связанную с одним из велосипедистов

$$t = S / (v_1 + v_2). (2 \text{ балла})$$

После первой встречи велосипедисты разъехались, доехав до конечных пунктов, развернулись и вновь встретились в п. D. При этом они проехали расстояние до встречи

$$x_2 + x_4 + x_1 + x_3 = S + S = 2S. \text{ (2 балла)}$$

Время до новой встречи

$$t_1 = 2S / (v_1 + v_2) = 2t. \text{ (2 балла)}$$

После первой встречи велосипедисты встретятся через **2 ч** (1 балл)

Всего за задачу 10 баллов

3. 48 ложек воды.

В калориметр вливают ложку горячей воды, при этом его температура возросла на 5°C . После этого в него влили опять ложку горячей воды и температура поднялась еще на 3°C . На сколько градусов возрастет температура калориметра, если в него влить еще **48** ложек горячей воды. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Решение.

Приступил к решению задачи, записал основные формулы (1 балл)

Обозначим C_k – теплоемкость калориметра, C_v – теплоемкость одной ложки воды, t_v – температура горячей воды и t_0 – начальная температура калориметра.

Запишем уравнение теплового баланса после вливания одной ложки

$$C_k(t_0 + 5 - t_0) = C_v(t_v - (t_0 + 5)), \text{ (1) (2 балла)}$$

После вливания второй ложки

$$C_k(t_0 + 8 - t_0) = 2C_v(t_v - (t_0 + 8)), \text{ (2) (2 балла)}$$

Разделим второе уравнение на первое

$$(t_v - t_0 - 8)/(t_v - t_0 - 5) = 4/5.$$

Откуда $t_v - t_0 = 20$. (1 балл)

Из уравнения теплового баланса (1)

$$5C_k = 15C_v \text{ и } C_k = 3C_v. \text{ (1 балл)}$$

После вливания еще **48** ложек горячей воды

$$C_k(t_k - t_0) = 50C_v(t_v - t_k), \text{ (1 балл)}$$

Откуда

$$53t_k = 50t_v + 3t_0 = 53t_v - 3(t_v - t_0) \text{ или } t_k = t_v - (3/53) \times (t_v - t_0). \text{ (1 балл)}$$

Искомая разность температур

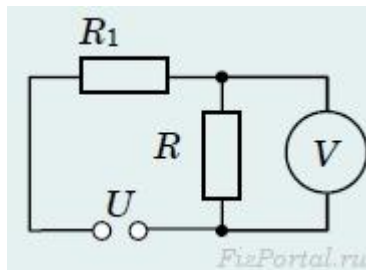
$$t_k - t_0 = t_v - t_0 - (3/53) \times (t_v - t_0) = (50/53) \times (t_v - t_0) \approx 18,9^\circ\text{C}. \text{ (1 балл)}$$

Всего за задачу 10 баллов

4. Не идеальный вольтметр.

В цепи, изображенной на рисунке, вольтметр измеряет падение напряжения на резисторе сопротивлением $R = 300 \text{ кОм}$. Каким может быть сопротивление вольтметра для того чтобы его показания отличались не больше чем на **2 %** от допустимого значения U_0 .

Сопротивление $R_1 = 100 \text{ кОм}$.



Решение.

Приступил к решению задачи, выполнил рисунок, записал основные формулы (1 балл)
 При отсутствии вольтметра сопротивления R и R_1 соединены последовательно, поэтому падение напряжения на сопротивлении R равно

$$U_R = IR = UR/(R + R_1). \text{ (2 балла)}$$

При подключении вольтметра он измеряет напряжение на участке, который состоит из параллельно соединенных резистора, сопротивлением R и сопротивления вольтметра R_V . В этом случае ток в цепи

$$I = U/(R_1 + RR_V/(R + R_V)) \text{ (1 балл)}$$

Показание вольтметра

$$U_R' = U/(R_1 + RR_V/(R + R_V)) \times RR_V/(R + R_V) = URR_V/(R_1R + R_1R_V + RR_V). \text{ (2 балла)}$$

По условию задачи показания вольтметра не должны превышать 2 %

$$(U_R - U_R')/U_R \leq 0,02, \text{ (2 балла)}$$

или

$$1 - R_V(R + R_1)/(R_1R + R_1R_V + RR_V) \leq 0,02. \text{ (1 балл)}$$

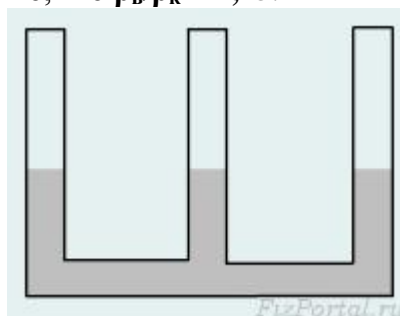
Решая последнее неравенство относительно искомого сопротивления вольтметра, получим

$$R_V \leq 49 \times RR_1/(R + R_1) \leq 3675 \text{ кОм. (1 балл)}$$

Всего за задачу 10 баллов

5. Сообщающийся сосуд.

В сообщающийся сосуд (см. рисунок) налита вода. В левый сосуд налили керосин высотой $H_1 = 20 \text{ см}$, а в правый – высотой $H_2 = 1,25H_1$. На сколько повысился уровень воды в среднем сосуде? Известно, что $\rho_B/\rho_K = 1,25$.



Решение.

Приступил к решению задачи, выполнил рисунок, записал основные формулы (1 балл)

Предположим, что в левом сосуде уровень воды понизился на h_1 , а в правом понизился на h_2 . Тогда в среднем сосуде уровень воды повысится на $h_1 + h_2$ и будет выше, чем в правом сосуде на $h_1 + 2h_2$ и выше, чем в левом сосуде на $2h_1 + h_2$. (2 балла)

Так как жидкость находится в равновесии, то давление столбов воды равно давлению столбов керосина:

$$\rho_B g(2h_2 + h_1) = \rho_K g H_2, \rho_B g(2h_1 + h_2) = \rho_K g H_1, \text{ (1) (2 балла)}$$

где ρ_v – плотность воды, ρ_k – плотность керосина

Перепишем уравнения (1)

$$2h_2 + h_1 = (\rho_k/\rho_v) \times H_2, \quad 2h_1 + h_2 = (\rho_k/\rho_v) \times H_1.$$

или

$$2h_2 + h_1 = 0,8H_2, \quad 2h_1 + h_2 = 0,8H_1,$$

и

$$(2h_2 + h_1)/(2h_1 + h_2) = 1,25.$$

Откуда $h_2 = 2h_1$. (2 балла)

$$2 \times 2h_1 + h_1 = 0,8H_2, \quad h_1 = 0,8H_2/5 = 4 \text{ см}, \quad h_2 = 2h_1 = 8 \text{ см}. \quad (2 \text{ балла})$$

Откуда $h_1 + h_2 = 4 \text{ см} + 8 \text{ см} = 12 \text{ см}$. (1 балл)

Всего за задачу 10 баллов