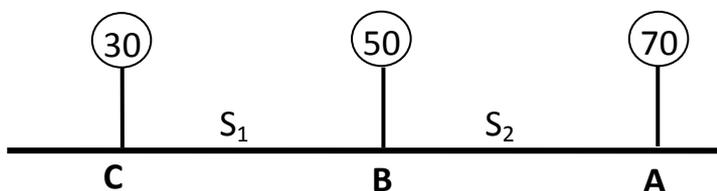


9 КЛАСС

1. При равнопеременном движении на каждом из участков АВ и ВС

$$S_1 = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a_1}, \quad S_2 = \frac{v_3^2 - v_2^2}{2a_2},$$

где a_1, a_2 – ускорение на каждом из участков, $v_1 = 70$ км/ч, $v_2 = 50$ км/ч, $v_3 = 30$ км/ч.



По условию столбы установлены на равном расстоянии, то есть $S_1 = S_2$, поэтому

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2a_1} = \frac{v_3^2 - v_2^2}{2a_2},$$

откуда

$$a_1 = 1,5 a_2.$$

Если бы автомобилист двигался всё время с одинаковым ускорением a , так что $v_1 = 70$ км/ч, $v_3 = 30$ км/ч, из равенства $S_1 = S_2$ получим

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2a} = \frac{v_3^2 - v_2^2}{2a},$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{v_3^2 + v_1^2}{2}},$$

$$v_2 \approx 54 \text{ км/ч.}$$

Примерные критерии оценивания:

- формула для расчёта пути при равноускоренном движении – 4 балла;
- соотношение для ускорений в первом случае – 4 балла;
- определение скорости v_2 – 4 балла.

2. Показание динамометра без погружения кубика в воду численно равно действующей на кубик силе тяжести:

$$F_0 = mg,$$

$$m = \frac{F_0}{g}.$$

По графику определим $F_0 = 3,5$ Н, поэтому $m = 0,35$ кг.

Объём кубика плотностью $\rho = 2800$ кг/м³:

$$V = \frac{m}{\rho},$$

$$V = \frac{0,35}{2800} = 0,000125 (\text{м}^3) = 125 (\text{см}^3)$$

То есть длина стороны кубика

$$a = \sqrt[3]{V},$$

$$a = \sqrt[3]{125} = 5 (\text{см}).$$

Так как последние измерения Глюка проделаны при $h = 4$ см, то полностью погрузить кубик под воду Глюк не успел.

Показание динамометра при полном погружении кубика в воду

$$F_1 = mg - F_A = mg - \rho_v gV,$$

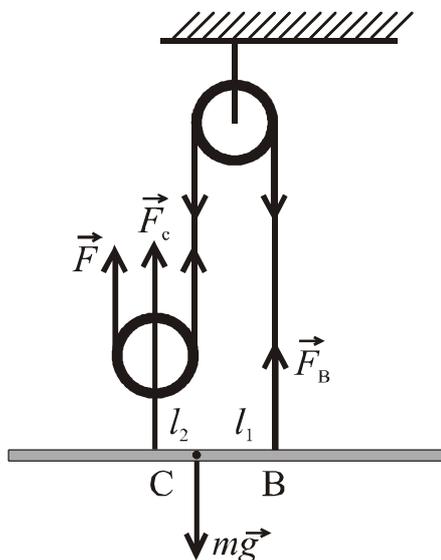
где $\rho_v = 1000$ кг/м³ – плотность воды.

$$F_1 = 3,5 - 1000 \cdot 10 \cdot 0,000125 = 2,25(\text{Н}).$$

Примерные критерии оценивания:

- определена масса кубика – 2 балла;
- определён объём кубика – 2 балла;
- определена длина стороны кубика и сделан вывод о неполном погружении – 2 балла;
- показания динамометра при полном погружении кубика – 4 балла;
- численный ответ – 2 балла.

3.



Если свободный конец каната тянуть с силой F , то в точках В и С на бревно будут действовать силы

$$F_B = F, \quad F_C = 2F. \quad (1)$$

Если точка В отстоит от центра бревна на расстоянии l_1 , а точка С – на расстоянии l_2 , то для горизонтального подъёма бревна необходимо выполнение правила рычага:

$$F_B \cdot l_1 = F_C \cdot l_2.$$

С учётом (1)

$$l_1 = 2 \cdot l_2.$$

То есть точка В должна отстоять от центра бревна на расстоянии в 2 раза большем, чем точка С.

Примерные критерии оценивания:

- рисунок с указанием сил – 3 балла;
- величина сил F_B и F_C – 3 балла;
- условие горизонтального подъёма бревна – 4 балла;
- вывод о соотношении l_1 и l_2 – 2 балла.

4. Общее сопротивление первой цепи

$$R_1 = R + \frac{RR_V}{R + R_V},$$

где R – сопротивление резистора, R_V – сопротивление вольтметра.

Общее сопротивление второй цепи

$$R_2 = 2R + R_V.$$

Общий ток, протекающий по первой цепи

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{U(R + R_V)}{R^2 + 2RR_V},$$

где U – напряжение, создаваемое источником тока.

Напряжение, регистрируемое вольтметром в первой цепи

$$U_1 = U - I_1 R = U - \frac{UR(R + R_V)}{R^2 + 2RR_V} = U \frac{(R^2 + 2RR_V - R^2 - RR_V)}{R^2 + 2RR_V} = U \frac{(RR_V)}{R^2 + 2RR_V} = U \frac{R_V}{R + 2R_V}.$$

Общий ток, протекающий по второй цепи

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{U}{2R + R_V}.$$

Напряжение, регистрируемое вольтметром во второй цепи

$$U_2 = I_2 R_V = \frac{UR_V}{2R + R_V}.$$

По условию $U_2 = U_1$.

$$\frac{UR_V}{R + 2R_V} = \frac{UR_V}{2R + R_V},$$

$$R + 2R_V = 2R + R_V,$$

$$R = R_V.$$

Примерные критерии оценивания:

- определено сопротивление первой цепи – 2 балла;
- определено сопротивление второй цепи – 1 балл;
- определена сила тока в каждой цепи – 2 балла;
- определено напряжение, регистрируемое вольтметром в первой цепи – 3 балла;
- определено напряжение, регистрируемое вольтметром во второй цепи – 2 балла;
- найдено отношение между сопротивлением резистора и вольтметра – 2 балла.

5. Судя по графику, если масса налитой воды меньше 3 кг, то тепла, выделяющегося при ее остывании, не хватает, чтобы расплавить весь лед. А если масса налитой воды больше 3 кг, то весь лед плавится, и образовавшаяся вода нагревается за счет охлаждения налитой воды. Точка излома на графике $m_{\text{в1}} = 3$ кг соответствует случаю, когда количество теплоты, выделившейся при остывании воды до 0°C равно количеству теплоты, необходимому для плавления всего льда.

$$Cm_{\text{в1}}\Delta t_{\text{в1}} = \lambda m_{\text{л}}, \quad (2)$$

где C – удельная теплоемкость воды; $m_{\text{в}1} = 3$ кг – масса воды; $\Delta t_{\text{в}}$ – изменение температуры воды, $\Delta t_{\text{в}1} = t_{\text{н}}$, т. к. вода охлаждается от начальной температуры $t_{\text{н}}$ до 0 °С; λ – удельная теплота плавления льда; $m_{\text{л}}$ – масса льда.

При $m_{\text{в}} > 3$ кг уравнение теплового баланса будет иметь вид:

$$Cm_{\text{в}2}(t_{\text{н}} - t_{\text{к}}) = \lambda m_{\text{л}} + Cm_{\text{л}}(t_{\text{к}} - 0), \quad (3)$$

где $t_{\text{к}}$ – конечная температура воды, определяемая из графика; $t_{\text{н}}$ – начальная температура воды; λ – удельная теплота плавления льда; $m_{\text{л}}$ – масса льда.

Для точки $m_{\text{в}2} = 8$ кг $t_{\text{к}} = 15$ °С.

Решая совместно уравнения (2) и (3), для начальной температуры воды получим уравнение:

$$t_{\text{н}} = \frac{m_{\text{в}2} \cdot t_{\text{к}}}{m_{\text{в}2} - m_{\text{в}1} - \frac{Cm_{\text{л}}t_{\text{к}}}{\lambda}}$$
$$t_{\text{н}} = \frac{8 \cdot 15}{8 - 3 - \frac{4200 \cdot 3 \cdot 15}{340000}} = 27 \text{ °С.}$$

Примерные критерии оценивания:

- анализ графика – 3 балла;
- уравнение теплового баланса для $m_{\text{в}1} = 3$ кг – 2 балла;
- уравнение теплового баланса для $m_{\text{в}} > 3$ кг – 3 балла;
- выражение для начальной температуры воды – 2 балла;
- численный ответ – 2 балла.