

Московская предпрофессиональная олимпиада  
Отборочный тур 2017/2018, физика, 8 класс

Вариант 1

Задача 1

В школьных соревнованиях по перетягиванию каната участвовало 5 человек. Для того чтобы все прошло честно, ребята разделились на команды по физической силе, поэтому с одной стороны получилось 2 человека, а с другой – 3. Известно, что два мальчика из 8 класса, находящиеся в одной команде, могут вместе развивать силу в 150 Н. Вася и Петя из 7 класса – участники другой команды могут тянуть грузы массой 5 кг и 6 кг соответственно. Как часто бывает, победила дружба и никто не смог перетянуть канат на себя. Найдите силу, с которой тянул канат последний участник второй команды. Ускорение свободного падения считать равным  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Ответ укажите в Н, округлив до целых.

*Ответ:* 40.

Задача 2

На земле лежит слой снега толщиной  $h = 70 \text{ см}$ . Давление снега на землю (без учёта атмосферного давления) равно  $p = 630 \text{ Па}$ . Погода морозная, и снег состоит из воздуха и льда. Определите, сколько процентов объёма снега занимает лёд. Плотность льда равна  $\rho_l = 0,9 \text{ г/см}^3$ . Ускорение свободного падения считать равным  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

*Ответ:* 10.

Задача 3

Имеются 2 теплоизолированных сосуда. В первом из них находится 5 л воды при температуре  $t_1 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ , во втором – 1 л воды при температуре  $t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Первый раз часть воды перелили из первого сосуда во второй. Затем, когда во втором сосуде установилось тепловое равновесие, из него отлили столько воды, чтобы объёмы в сосудах стали равны первоначальному. После этих операций температура воды в первом сосуде стала равна  $t'_1 = 59 \text{ }^\circ\text{C}$ . Сколько воды перелили из первого сосуда во второй и обратно? Ответ укажите в литрах, округлив значение до сотых.

*Ответ:* 0,14.

Задача 4

Тётя Маша – коренная жительница отдаленной горной деревни, отправилась к роднику за водой. С собой у неё было 2 ведра объемом 10 л и массой по 0,5 кг каждое. Тётя Маша налила в каждое из ведёр половину возможного объёма и отправилась домой, неся их на коромысле длиной 2 м (ведра висят по краям коромысла). По дороге до дома в одно из ведёр с горы упал гранитный камень объёмом примерно  $20 \text{ см}^3$ . Определите, на сколько Тёте Маше надо передвинуть коромысло относительно центра, чтобы оно осталось в равновесии и не упало. Плотность гранита  $2,7 \text{ г/см}^3$ . Ответ укажите в мм, округлив до целых.

*Ответ:* 5.

### Задача 5

Альпинист, встав рано утром, отправился на восхождение и за день прошел некоторый путь. Сначала он поднимался в гору со скоростью  $0,5$  км/ч. Половину оставшегося времени он спускался пешком со скоростью  $6$  км/ч, а оставшийся путь до альпинистского лагеря преодолел на автомобиле УАЗ, двигаясь со скоростью  $16$  км/ч. Определите среднюю скорость альпиниста за время его движения. Ответ укажите в км/ч, округлив до сотых.

*Ответ:*  $0,96$ .

Московская предпрофессиональная олимпиада  
Отборочный тур 2017/2018, физика, 7–8 классы

Вариант 1

Задача 1

В школьных соревнованиях по перетягиванию каната участвовало 5 человек. Для того чтобы все прошло честно, ребята разделились на команды по физической силе, поэтому с одной стороны получилось 2 человека, а с другой – 3. Известно, что два мальчика из 8 класса, находящиеся в одной команде, могут вместе развивать силу в 175 Н. Вася и Петя из 7 класса – участники другой команды могут тянуть грузы массой 6 кг и 4 кг соответственно. Как часто бывает, победила дружба и никто не смог перетянуть канат на себя. Найдите силу, с которой тянул канат последний участник второй команды. Ускорение свободного падения считать равным  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Ответ укажите в Н, округлив до целых.

*Ответ:* 75.

Задача 2

На земле лежит слой снега толщиной  $h = 57 \text{ см}$ . Давление снега на землю (без учёта атмосферного давления) равно  $p = 620 \text{ Па}$ . Погода морозная, и снег состоит из воздуха и льда. Определите, сколько процентов объёма снега занимает лёд. Плотность льда равна  $\rho_l = 0,9 \text{ г/см}^3$ . Ускорение свободного падения считать равным  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

*Ответ:* 12.

Задача 3

Имеются 2 теплоизолированных сосуда. В первом из них находится 7 л воды при температуре  $t_1 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ , во втором – 2 л воды при температуре  $t_2 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Первый раз часть воды перелили из первого сосуда во второй. Затем, когда во втором сосуде установилось тепловое равновесие, из него отлили столько воды, чтобы объёмы в сосудах стали равны первоначальному. После этих операций температура воды в первом сосуде стала равна  $t'_1 = 68 \text{ }^\circ\text{C}$ . Сколько воды перелили из первого сосуда во второй и обратно? Ответ укажите в литрах, округлив значение до сотых.

*Ответ:* 0,37.

Задача 4

Тётя Маша – коренная жительница отдаленной горной деревни, отправилась к роднику за водой. С собой у неё было 2 ведра объемом 10 л и массой по 0,4 кг каждое. Тётя Маша налила в каждое из ведёр половину возможного объёма и отправилась домой, неся их на коромысле длиной 2,4 м (ведра висят по краям коромысла). По дороге до дома в одно из вёдер с горы упал гранитный камень объёмом примерно  $25 \text{ см}^3$ . Определите, на сколько Тёте Маше надо передвинуть коромысло относительно центра, чтобы оно осталось в равновесии и не упало. Плотность гранита  $2,7 \text{ г/см}^3$ . Ответ укажите в мм, округлив до целых.

*Ответ:* 10.

### Задача 5

Альпинист, встав рано утром, отправился на восхождение и за день прошел некоторый путь. Сначала он поднимался в гору со скоростью  $0,7$  км/ч. Половину оставшегося времени он спускался пешком со скоростью  $6$  км/ч, а оставшийся путь до альпинистского лагеря преодолел на автомобиле УАЗ, двигаясь со скоростью  $12$  км/ч. Определите среднюю скорость альпиниста за время его движения. Ответ укажите в км/ч, округлив до десятых.

*Ответ:* 2,4.

Московская предпрофессиональная олимпиада  
Отборочный тур 2017/2018, физика, 7-8 класс

Решения задач

Задача 1

В школьных соревнованиях по перетягиванию каната участвовало 5 человек. Для того, чтобы все прошло честно ребята разделились на команды по физической силе, поэтому с одной стороны получилось 2 человека, а с другой – 3. Известно, что двое мальчиков из 8 класса, находящиеся в одной команде, могут вместе развивать силу в 150 Н. Вася и Петя из 7 класса – участники другой команды могут тянуть грузы массой 5 кг и 6 кг соответственно. Как часто бывает, победила дружба, и никто не смог перетянуть канат на себя. Найдите силу, с которой тянул канат последний участник второй команды. Ускорение свободного падения считать равным  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

Решение:

Посчитаем, какую силу могут развивать Петя и Вася. Для этого рассмотрим ситуацию, когда каждый из них поднимает свой максимальный вес. В этом случае в системе действует только сила тяжести и, соответственно, сила по модулю равна

$$F = mg$$

Так как никто не смог перетянуть канат на себя, то система находится в равновесии и сумма всех действующих сил в ней равна 0. Распишем, какие в системе действуют силы в направлении тяги команды из двух человек:

$$F_{8 \text{ класс}} - F_{\text{Вася}} - F_{\text{Петя}} - F_x = 0$$

$$F_x = F_{8 \text{ класс}} - F_{\text{Вася}} - F_{\text{Петя}}$$

Ответ: B1)  $F = 40 \text{ Н}$  B2)  $F = 75 \text{ Н}$

Задача 2

На земле лежит слой снега толщиной  $h = 70 \text{ см}$ . Давление снега на землю (без учёта атмосферного давления) равно  $p = 630 \text{ Па}$ . Погода морозная, и снег состоит из воздуха и льда. Определите, сколько процентов объёма снега занимает лед, а сколько процентов - воздух. Плотность льда равна  $\rho_l = 0,9 \text{ г/см}^3$ . Ускорение свободного падения считать равным  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

Решение:

Давление снега складывается из давления льда и давления воздуха, тогда

$$\begin{aligned} p = p_l + p_v &= \frac{F_l}{S} + \frac{F_v}{S} = \frac{m_l \cdot \rho_l}{S} + \frac{m_v \cdot \rho_v}{S} = \frac{V_l \cdot g \cdot \rho_l}{S} + \frac{V_v \cdot g \cdot \rho_v}{S} \\ &= \frac{h_l \cdot S \cdot g \cdot \rho_l}{S} + \frac{h_v \cdot S \cdot g \cdot \rho_v}{S} = h_l \cdot g \cdot \rho_l + h_v \cdot g \cdot \rho_v \end{aligned}$$

Вариант 1:

Если высота всего слоя – 100%, пусть высота льда –  $x \%$

$$h_l = x \frac{0,7}{100} = 0,007x$$

А высота слоя воздуха

$$h_{\text{в}} = 0,7 - 0,007x$$

Подставим все значения в уравнения и получим:

$$\begin{aligned} p &= (h_{\text{л}} \cdot \rho_{\text{л}} + h_{\text{в}} \cdot \rho_{\text{в}}) \cdot g \\ 630 &= (0,007x \cdot 900 + (0,7 - 0,007x) \cdot 1,29) \cdot 10 \\ 6,29x + 0,903 &= 63 \\ 6,29x &= 62,097 \\ x &\approx 10\% \end{aligned}$$

*Вариант 2:*

Если высота всего слоя – 100%, пусть высота льда –  $x$  %

$$h_{\text{л}} = x \frac{0,57}{100} = 0,0057x$$

А высота слоя воздуха

$$h_{\text{в}} = 0,57 - 0,0057x$$

Подставим все значения в уравнения и получим:

$$\begin{aligned} p &= (h_{\text{л}} \cdot \rho_{\text{л}} + h_{\text{в}} \cdot \rho_{\text{в}}) \cdot g \\ 620 &= (0,0057x \cdot 900 + (0,57 - 0,0057x) \cdot 1,29) \cdot 10 \\ 5,12x + 0,7353 &= 62 \\ 5,12x &= 61,2647 \\ x &\approx 12\% \end{aligned}$$

### Задача 3

Имеются 2 теплоизолированных сосуда. В первом из них находится 5 л воды при температуре  $t_1 = 60$  °С, во втором – 1 л воды при температуре  $t_2 = 20$  °С. Первый раз часть воды перелили из первого сосуда во второй. Затем, когда во втором сосуде установилось тепловое равновесие, из него отлили столько воды, чтобы объемы в сосудах стали равны первоначальному. После этих операций температура воды в первом сосуде стала равна  $t'_1 = 59$  °С. Сколько воды перелили из первого сосуда во второй и обратно?

Решение:

В результате переливания воды из первого сосуда во второй и из второго в первый значения массы воды в сосудах остались прежними, а температура изменилась на величину  $\Delta t_1$ . Это равноценно отдаче водой в первом сосуде количества теплоты

$$Q_1 = cm_1\Delta t_1$$

По закону сохранения энергии это количество теплоты было передано воде второго сосуда, т.е.

$$\begin{aligned} cm_1\Delta t_1 &= cm_2\Delta t_2 \\ \Delta t_2 &= \frac{m_1}{m_2} \Delta t_1 \end{aligned}$$

Таким образом, при переливании во второй сосуд массы  $\Delta m$  из первого температура воды во втором сосуде стала равной  $t'_2$ . Согласно уравнению теплового баланса:

$$\Delta t_2 = t_1 - t'_2$$

$$c\Delta m(t_1 - t'_2) = cm_2(t'_2 - t_2)$$

$$\Delta m = m_2 \frac{t'_2 - t_2}{t_1 - t'_2}$$

Ответ: В1)  $\Delta m = \frac{1}{7}$  кг В2)  $\Delta m = \frac{7}{19}$  кг

#### Задача 4

Тётя Маша – коренной житель отдаленной горной деревни, отправилась к роднику за водой. С собой у нее было 2 ведра объемом 10л и массой по 0,5 кг каждое. Тётя Маша налила в каждое из ведер половину возможного объема и отправилась домой, неся их на коромысле длиной 2 м (ведра висят по краям коромысла). По дороге до дома в одно из ведер с горы упал гранитный камень объемом примерно 20 см<sup>3</sup>. Определите, насколько Тёте Маше надо передвинуть коромысло относительно центра, чтобы оно осталось в равновесии и не упало? Плотность гранита 2,7 г/см<sup>3</sup>

Решение:

Когда Тётя Маша подняла коромысло, по его краям находятся два одинаковых груза массой  $m_{\text{воды}} + M_{\text{ведра}}$ . Соответственно, для удержания равновесия начальная точка закрепления находится ровно в центре коромысла и плечи сил, действующих на ведра равны  $L$ .

В момент, когда в одно из ведер падает камень, его масса увеличивается на величину  $m_{\text{камня}}$ . Определим эту массу через формулу плотности:

$$m_{\text{камня}} = \rho \cdot V$$

Запишем условие равновесия коромысла:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

$$F_1 = (m_{\text{воды}} + M_{\text{ведра}})g$$

$$F_2 = (m_{\text{воды}} + M_{\text{ведра}} + m_{\text{камня}})g$$

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{(m_{\text{воды}} + M_{\text{ведра}})g}{(m_{\text{воды}} + M_{\text{ведра}} + m_{\text{камня}})g} = \frac{m_{\text{воды}} + M_{\text{ведра}}}{m_{\text{воды}} + M_{\text{ведра}} + m_{\text{камня}}}$$

$$l_2 = \frac{m_{\text{воды}} + M_{\text{ведра}}}{m_{\text{воды}} + M_{\text{ведра}} + m_{\text{камня}}} l_1$$

Исходя из того, что грузы висят на краях коромысла:

$$l_2 = L - l_1$$

$$L - l_1 = \frac{m_{\text{воды}} + M_{\text{ведра}}}{m_{\text{воды}} + M_{\text{ведра}} + m_{\text{камня}}} l_1$$

$$l_1 = \frac{L}{1 + \frac{m_{\text{воды}} + M_{\text{ведра}}}{m_{\text{воды}} + M_{\text{ведра}} + m_{\text{камня}}}}$$

$$l_2 = L - l_1$$

Для того, чтобы определить, насколько необходимо сдвинуть коромысло, надо вычесть из изначального плеча действующей силы меньшее значение нового плеча:

$$\Delta x = 0,5L - \min\{l_2; l_1\}$$

Ответ: В1)  $\Delta x = 5$  мм В2)  $\Delta x = 1$  см

### Задача 5

Альпинист, встав рано утром, отправился на восхождение и за день прошел некоторый путь. Сначала он поднимался в гору со скоростью 0.5 км/ч. Половину оставшегося времени он спускался пешком со скоростью 6 км/ч, а оставшийся путь до альпинистского лагеря преодолел на автомобиле УАЗ, двигаясь со скоростью 16 км/ч. Определите среднюю скорость альпиниста за время его движения.

Решение:

Пусть общая длина пути альпиниста равна  $L$  км, а общее время движения –  $T$  часов. Тогда первую половину пути альпинист преодолел за время

$$t_1 = \frac{L}{2v_1}$$

Половина оставшегося времени, которую он шел пешком, равна:

$$t_2 = \frac{T - t_1}{2} = \frac{T - \frac{L}{2v_1}}{2}$$

Оставшийся путь, который альпинист преодолел на автомобиле УАЗ, занял у него время:

$$t_3 = \frac{L - \frac{L}{2} - t_2 v_2}{v_3}$$

Следовательно, полное время движения альпиниста:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{L}{2v_1} + \frac{T - \frac{L}{2v_1}}{2} + \frac{L - \frac{L}{2} - t_2 v_2}{v_3}$$

Вариант 1:

$$T = \frac{L}{2v_1} + \frac{T - \frac{L}{2v_1}}{2} + \frac{L - \frac{L}{2} - t_2 v_2}{v_3} = \frac{L}{2 \cdot 0,5} + \frac{T - \frac{L}{2 \cdot 0,5}}{2} + \frac{L - \frac{L}{2} - \frac{T - \frac{L}{2 \cdot 0,5}}{2} \cdot 6}{16}$$

$$= L + \frac{T - L}{2} + \frac{L - \frac{L}{2} - (T - L) \cdot 3}{16}$$

$$T = L + \frac{T}{2} - \frac{L}{2} + \frac{L}{16} - \frac{L}{32} - \frac{3T}{16} + \frac{3L}{16} = \frac{23L}{32} + \frac{5T}{16}$$



$$\frac{11}{16}T = \frac{23}{32}L$$

Отсюда средняя скорость его движения:

$$v = \frac{L}{T} = \frac{11}{16} \cdot \frac{32}{23} = \frac{22}{23} = 0,96 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

Вариант 2:

$$T = \frac{L}{2v_1} + \frac{T - \frac{L}{2v_1}}{2} + \frac{L - \frac{L}{2} - t_2 v_2}{v_3} = \frac{L}{2 \cdot 0,7} + \frac{T - \frac{L}{2 \cdot 0,7}}{2} + \frac{L - \frac{L}{2} - \frac{T - \frac{L}{2 \cdot 0,7}}{2} \cdot 4}{12}$$

$$= \frac{5}{7}L + \frac{T - \frac{5}{7}L}{2} + \frac{L - \frac{L}{2} - (T - \frac{5}{7}L) \cdot 2}{12}$$

$$T = \frac{5}{7}L + \frac{T}{2} - \frac{5}{14}L + \frac{L}{12} - \frac{L}{24} - \frac{1}{6}T - \frac{10}{84}L$$

$$\frac{2}{3}T = \frac{47}{168}L$$

Отсюда средняя скорость его движения:

$$v = \frac{L}{T} = \frac{2}{3} \cdot \frac{168}{47} = \frac{112}{47} = 2,4 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

Ответ: B1)  $v = 1 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$  B2)  $v = 2,4 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$