

**Первый (заочный) этап академического соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету
«Физика», осень 2017 г.**

8 КЛАСС

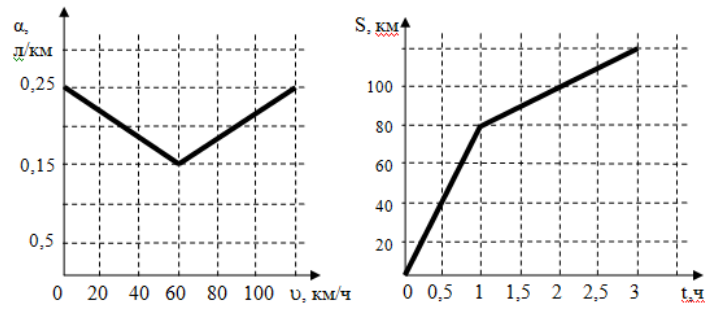
1. Расстояние между отметками 35°C и 42°C шкалы медицинского термометра равно 5 см, а в резервуаре термометра хранится 2 г ртути. Оцените по этим данным площадь поперечного сечения капилляра термометра (в квадратных миллиметрах). Известно, что из-за теплового расширения плотность ртути при температуре 42°C оказывается в 1,00125 раз меньше, чем при температуре 35°C . Плотность ртути при температуре 35°C считайте равной $13,6 \text{ г/см}^3$. Тепловым расширением стекла можно пренебречь.

2. С некоторых пор воздушные шары стали заполнять гелием вместо водорода. Это намного уменьшило опасность взрыва. Но ведь гелий вдвое тяжелее водорода, значит, наполненные им воздушные шары для достижения одинаковой подъемной силы должны быть вдвое больше, чем наполненные водородом. Правильно ли такое рассуждение? Найдите точное отношение величины подъемных сил для одинаковых воздушных шаров, наполненных гелием и водородом соответственно.

3. В калориметр, где уже был 1 кг льда при температуре -10°C , запустили некоторое количество пара при температуре кипения. Когда установилось равновесие, в калориметре находилась смесь воды и льда. Оцените, сколько пара могли запустить в калориметр. (Удельная теплоемкость воды: $4200 \text{ Дж/кг}^{\circ}\text{C}$, удельная теплоемкость льда: $2100 \text{ Дж/кг}^{\circ}\text{C}$, удельная теплота плавления льда: 335 кДж/кг , удельная теплота парообразования: $2,26 \text{ МДж/кг}$).

4. Для поддержания в доме постоянной температуры 20°C в печку всё время подкладывают дрова. При похолодании температура воздуха на улице понижается на 15°C ., и для поддержания в доме прежней температуры приходится подкладывать дрова в 1,5 раза чаще. Определите температуру воздуха на улице при похолодании. Какая температура установилась бы в доме, если бы дрова подкладывали с прежней частотой? Считайте, что мощность теплопередачи от комнаты к улице прямо пропорциональна разности их температур.

5. Расход топлива в автобусе (а) зависит от его скорости (v) так, как показано на первом графике. Из города А в город В автобус движется в соответствии с графиком движения (второй график). Узнайте, получится ли у водителя доехать до пункта назначения без дозаправки, если в баке у машины 25 л топлива?



Решения и критерии оценивания заданий 8 класса

За верное решение каждой задачи – 20 баллов

1. Расстояние между отметками 35°C и 42°C шкалы медицинского термометра равно 5 см, а в резервуаре термометра хранится 2 г ртути. Оцените по этим данным площадь поперечного сечения капилляра термометра (в квадратных миллиметрах). Известно, что из-за теплового расширения плотность ртути при температуре 42°C оказывается в 1,00125 раз меньше, чем при температуре 35°C. Плотность ртути при температуре 35°C считайте равной 13,6 г/см³. Тепловым расширением стекла можно пренебречь.

Решение.

Изменение объема ртути из-за ее нагревания от 35 до 42 градусов равно:

$$\frac{2}{13,6} - \frac{2}{13,6 \cdot 1,00125} \approx 0,0001835 \text{ см}^3.$$

С другой стороны объем ртути в капилляре равно: 5 см · S, тогда имеем: 5 · S = 0,0001835, отсюда:

$$S = 0,0001835 : 5 = 0,000037 \text{ см}^2 = 0,0037 \text{ мм}^2.$$

Критерии оценивания задания 1

Верно найдены объёмы ртути при каждой температуре – 2 балла за каждый,

Верно найдено изменение объёма ртути – 4 балла,

2. С некоторых пор воздушные шары стали заполнять гелием вместо водорода. Это намного уменьшило опасность взрыва. Но ведь гелий вдвое тяжелее водорода, значит, наполненные им воздушные шары для достижения одинаковой подъемной силы должны быть вдвое больше, чем наполненные водородом. Правильно ли такое рассуждение? Найдите точное отношение величины подъемных сил для одинаковых воздушных шаров, наполненных гелием и водородом соответственно.

Решение:

Подъемная сила воздушных шаров и дирижаблей определяется разностью сил Архимеда и тяжести: $k = \frac{\rho_{\text{возд}}gV - \rho_{\text{водорода}}gV}{\rho_{\text{возд}}gV - \rho_{\text{гелия}}gV} = \frac{1,293 \text{ г/см}^3 - 0,09 \text{ г/см}^3}{1,293 \text{ г/см}^3 - 0,18 \text{ г/см}^3} = 1,08.$

Критерии оценивания задания 2

Сделан динамический чертёж с указанием силы тяжести и силы Архимеда – 5 баллов,

Правильно записано выражение для расчёта подъёмной силы – 5 баллов за каждый случай,

Получено выражение для расчёта отношения подъёмных сил через плотности газов – 15 баллов.

3. В калориметр, где уже был 1 кг льда при температуре -10°C , запустили некоторое количество пара при температуре кипения. Когда установилось равновесие, в калориметре находилась смесь воды и льда. Оцените, сколько пара могли запустить в калориметр. (Удельная теплоемкость воды: $4200\text{Дж/кг}^{\circ}\text{C}$, удельная теплоемкость льда: $2100\text{Дж/кг}^{\circ}\text{C}$, удельная теплота плавления льда: 335кДж/кг , удельная теплота парообразования: $2,26\text{МДж/кг}$).

Решение:

Пренебрегая всеми потерями тепла, минимальное количество пара, необходимое для того, чтобы получить смесь воды и льда, будет в том случае, если лед нагреется до 0°C , но еще практически не начнет таять, а пар полностью сконденсируется, остынет и полностью кристаллизуется.

$Q_{\min} = c_{\text{уд.льда}} m_{\text{льда}} \Delta T_1$, где $\Delta T_1 = 10^{\circ}\text{C}$ – температура, на которую надо нагреть лед.

$$Q_{\min} = 21\text{кДж}$$

$Q_{\min} = (L + \lambda + c_{\text{уд.льда}} \Delta T_2) m_{\min}$, где $\Delta T_2 = 100^{\circ}\text{C}$, температура, на которую остынет сконденсированный пар.

Отсюда минимальное количество пара:

$$m_{\min} = \frac{c_{\text{уд.льда}} m_{\text{льда}} \Delta T_1}{L + \lambda + c_{\text{уд.воды}} \Delta T_2} \approx 7\text{г пара}$$

Максимальное количество пара будет, если лед практически полностью растает, а пар сконденсируется и остынет, но не начнет кристаллизоваться.

$$Q_{\max} = c_{\text{уд.льда}} m_{\text{льда}} \Delta T_1 + \lambda m = 356\text{кДж}$$

С другой стороны:

$$Q_{\max} = (L + c_{\text{уд.воды}} \Delta T_2) m_{\max}$$

Отсюда максимальное количество пара:

$$m_{\max} = \frac{c_{\text{уд.льда}} m_{\text{льда}} \Delta T_1 + \lambda m_{\text{льда}}}{L + c_{\text{уд.воды}} \Delta T_2} \approx 132\text{г}$$

Отсюда необходимая масса пара лежит от 7г до 132г.

Критерии оценивания задания 3

Обозначены граничные условия – 5 баллов,

Верно записано уравнение теплового баланса – 5 баллов за каждое,

Получено выражение для расчёта массы – 8 баллов за каждое.

Верно найдено только одно значение – 10 баллов.

4. Для поддержания в доме постоянной температуры 20°C в печку всё время подкладывают дрова. При похолодании температура воздуха на улице понижается на 15°C ., и для поддержания в доме прежней температуры приходится подкладывать дрова в 1,5 раза чаще. Определите температуру воздуха на улице при похолодании. Какая температура установилась бы в доме, если бы дрова подкладывали с прежней частотой? Считайте, что мощность теплопередачи от комнаты к улице прямо пропорциональна разности их температур.

Возможное решение:

Пусть t -температура воздуха до похолодания, T -температура воздуха 20 градусов в комнате, P -мощность передачи тепла. Тогда по условию

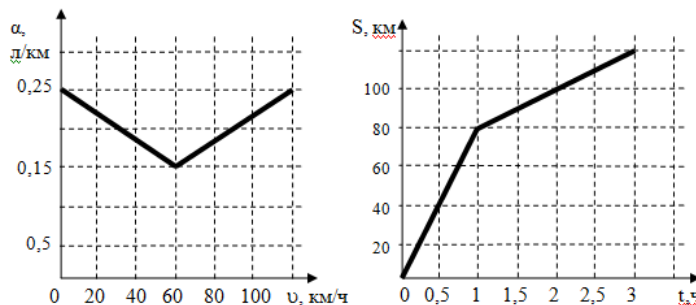
$$P = \alpha(T - t).$$

С другой стороны $1,5P = \alpha(T - (t - \Delta t))$, где $\Delta t = 15$ град.

Поделив одно уравнение на другое, получаем $t - \Delta t = T - 3\Delta t = -25$ град

Если бы дрова подкладывали с прежней частотой, то $\frac{2}{3}(T - (t - \Delta t)) = (T_0 - (t - \Delta t))$, откуда $T_0 = 5$ град.

5. Расход топлива в автобусе (a) зависит от его скорости (v) так, как показано на первом графике. Из города А в город В автобус движется в соответствии с графиком движения (второй график). Узнайте, получится ли у водителя доехать до пункта назначения без дозаправки, если в баке у машины 25 л топлива?



Решение

На первом участке скорость автобуса 80 км/ч, на втором – 20 км/ч. Определим по первому графику расход топлива при скоростях 20 км/ч и 80 км/ч: $11/60$ л/км и $13/60$ л/км.

Учтем, что со скоростью 80 км/ч автобус проехал 80 км, на которые истратил объем бензина $V_1 = a_1s_1 = (11/60) \cdot 80 = 44/3$ л. Со скоростью 20 км/ч автобус проехал 40 км, на которые истратил $V_2 = a_2s_2 = (13/60) \cdot 40 = 26/3$ л. Всего автобус израсходовал $70/3$ л, что меньше 25 л. Поэтому топлива хватит на проезд до пункта назначения без дозаправки.

Критерии оценивания задания 5

Верно найдены скорости на каждом участке – по 2 балла за каждую,

За каждое верно найденное значение объёма – 5 баллов.