

Физика, 8 класс, муниципальный этап

Возможные решения задач

Задача № 1. «Лиса и колобки» (10 баллов)

Колобки катятся по прямой дорожке с постоянной скоростью $v = 1 \text{ м/с}$, плотной цепочкой длиной $l = 3 \text{ м}$. Навстречу им бежит лиса с постоянной скоростью $u = 0,5 \text{ м/с}$. Каждый колобок, достигнув лисы, мгновенно разворачивается и катится назад с той же скоростью v . Наконец, лисе удастся поймать последнего колобка в цепочке. На какое расстояние от лисы сможет при этом укатиться первый колобок?

Возможное решение:

Нетрудно видеть, что последний колобок будет сближаться с лисой с относительной скоростью $v_1 = u + v$, а первый колобок будет убегать относительно лисы со скоростью $v_2 = u - v$.

Пусть $t_1 = \frac{l}{v_1}$ – время, за которое последний колобок достиг лисы. За это время первый колобок

удалится от лисы на расстояние

$$L = t_1 v_2 = l \frac{v - u}{v + u} = 1 \text{ м.}$$

Критерии оценивания:

найдена скорость v_1 сближения последнего колобка с лисой – 3 балла,

найдена скорость v_2 убегания первого колобка с лисой – 3 балла,

найденно время t_1 – 1 балл,

найденно расстояние L удаления первого колобка от лисы – 3 балла.

Задача № 2. «Неизвестная плотность» (10 баллов)

Эксперимент по определению плотности неизвестной жидкости состоит в следующем. В один из концов U – образной трубки сечением $S = 4 \text{ см}^2$, заполненной жидкостью с неизвестной плотностью ρ , опущен легкий поршень, который плотно прилегает к трубке и может скользить по стенкам трубки без трения. В процессе эксперимента на поршень кладут грузы разной массы, в результате чего уровень жидкости в противоположном конце трубки будет увеличиваться на величину h . К сожалению, в таблице данные эксперимента оказались перепутанными:

m , г	6	9	10	13	15	20
h , мм	12,5	16,3	11,3	25,0	7,5	18,8

Восстановите правильную зависимость высоты подъема жидкости от массы груза на поршне и найдите плотность неизвестной жидкости.

Возможное решение:

После того, как на поршень положили грузик массы m , условие равновесия жидкости в трубке можно записать в виде:

$$\rho g(H - h) + \frac{mg}{S} = \rho g(H + h), \quad (1)$$

где H – начальная высота жидкости в трубке.

Отсюда получаем $m = 2\rho Sh$, т.е. масса грузика прямо пропорциональна высоте подъема жидкости. Следовательно, исправленная таблица с данными будет выглядеть следующим образом:

m , г	6	9	10	13	15	20
h , мм	7,5	11,3	12,5	16,3	18,8	25,0

Из данных таблицы сразу получаем, что плотность неизвестной жидкости $\rho = 10^3 \text{ г/см}^3$ (вода).

Критерии оценивания:

получено условие равновесия жидкости (1) – 2 балла,
 установлена зависимость массы груза от высоты подъема жидкости – 2 балла,
 представлена исправленная таблица – 4 балла,
 найдена плотность неизвестной жидкости – 2 балла.

Задача № 3. «Два сосуда» (10 баллов)

В теплоизолированном сосуде находятся вода и масло с начальными температурами $T_1 = 50^\circ \text{C}$ и $T_2 = 60^\circ \text{C}$ и удельными теплоемкостями $c_1 = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$ и $c_2 = 2000 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$ соответственно, разделенные теплоизолирующей перегородкой. Перегородку убирают, и после установления теплового равновесия разность между начальной температурой воды и некоторой установившейся в сосуде температурой оказывается в $n = 3$ раза меньше разности начальных температур жидкостей. Найдите отношение масс воды и масла m_1/m_2 .

Возможное решение:

Так как сосуд теплоизолирован, то уравнение теплового баланса примет вид

$$c_1 m_1 (T - T_1) + c_2 m_2 (T - T_2) = 0, \quad (1)$$

где T – установившаяся в сосуде температура.

Отсюда

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{c_2 (T_2 - T)}{c_1 (T - T_1)}.$$

Согласно условию задачи, $n(T_1 - T) = T_1 - T_2$, т.е. $T = ((n-1)T_1 + T_2)/n$.

Таким образом,

$$\frac{m_1}{m_2} = (n-1) \frac{c_2}{c_1} = 0.95.$$

Критерии оценивания:

записано уравнение теплового баланса (1) – 3 балла,

выражена температура T – 3 балла,

получено отношение масс – 4 балла.

Задача № 4. «Остывание» (10 баллов)

Вася решил поставить следующий опыт. Он взял кастрюлю и налил в нее $V = 2$ л воды, а затем попытался ее вскипятить с помощью нагревательного прибора, который передает воде каждую секунду $Q = 200$ Дж тепла. Однако вода никак не хотела закипать. Чтобы понять причину этого явления, Вася выключил нагреватель, опустил в кастрюлю термометр и заметил время, за которое вода остынет на $\Delta T = 1^\circ\text{C}$. Найдите это время и объясните, почему вода в кастрюле не закипала. Удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·К).

Возможное решение:

Вода в кастрюле не закипает вследствие того, что количество теплоты, отдаваемое нагревателем воде, будет равно количеству теплоты, уходящему в окружающее пространство. При этом температура воды со временем меняться не будет. Значит, если нагреватель выключить, то отдаваемое в окружающую среду за $t_0 = 1$ с количество теплоты составит $Q = cm\Delta T$, где $m = \rho V$ – масса воды, и на ΔT вода остынет за время

$$t = \frac{t_0 cm \Delta T}{Q} = 42 \text{ с.}$$

Критерии оценивания:

найдена причина того, что вода в кастрюле не закипает – 3 балла,

указано, что температура воды не зависит от времени – 2 балла,

найденно количество теплоты, отдаваемое водой в окружающую среду – 2 балла,

найденно время остывания воды на величину ΔT – 3 балла.

Всего за все задания олимпиады – 40 баллов.