Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2024 – 2025 учебный год

10 класс

Возможное (авторское) решение.

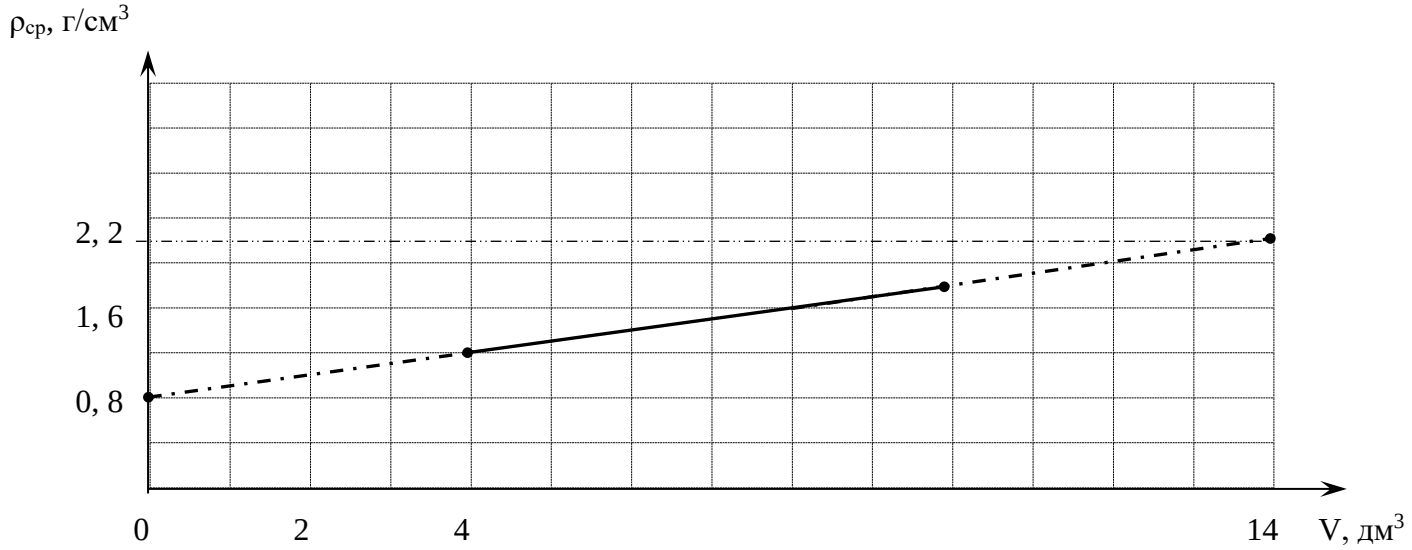
1. Лабораторный сосуд объёмом V_0 доверху заполнили жидкостью. Затем в сосуд по очереди стали опускать одинаковые небольшие шарики, изготовленные из вещества плотностью ρ = 2, 2 г/см^3. В зависимости от общего объёма шариков V ($V<V_0$) ***в*** сосуде средняя плотность $\rho_{ср}$ содержимого сосуда изменялась. Результаты измерений занесли в таблицу:

V, дм^3	4	5	6	7	8	9	10
$\rho_{ср}$, г/см^3	1, 2	1,3	1, 4	1, 5	1,6	1, 7	1,8

Определите объём сосуда V_0 и плотность жидкости ρ_0. Поясните ход решения задачи.

Решение.

По данным в таблице построим график:



Необходимо продлить (экстраполировать) график до объема 0 дм^3 и до плотности $\rho_{ср}$ = 2,2 г/см**.** В первом случае мы получим плотность жидкости ρ_0 = 0,8 г/см^3**,** а во втором – объем сосуда V_0 =14 дм^3.

Ответ: ρ_0 = 0,8 г/см^3**,** V_0 =14 дм^3.

Примерные критерии оценивания.

Выполнен правильный анализ процесса на основании результатов эксперимента – **2 балла.**

Построена центральная часть графика – **2 балла.**

Произведена экстраполяция графика – **4 балла.**

Правильно определены значения объёма и плотности – **2 балла.**

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2024 – 2025 учебный год

10 класс

Возможное (авторское) решение

2. Два тела движутся по прямой навстречу друг другу с начальными скоростями u_1 и u_2 и постоянными ускорениями a_1 и a_2, направленными противоположно соответствующим скоростям в начальный момент времени. При каком максимальном начальном расстоянии L_{max} между телами они ещё могут встретиться в процессе движения?

Решение.

Перейдём в систему отсчёта связанную с первым телом. Тогда первое тело находится в состоянии относительного покоя, а второе тело в начальный момент времени движется ему навстречу со скоростью $u_1 + u_2$. Ускорение второго тела постоянно, равно по модулю $a_1 + a_2$ и направлено против направления его начальной скорости. Условие встречи означает, что расстояние, на котором скорость тела обратится в нуль, должно быть чуть больше (равно), чем расстояние между телами в начале движения; отсюда получаем: $-2(a_1 + a_2)L_{max} = 0 - (u_1 + u_2)^2$ т. е. $L_{max} = \frac{(u_1 + u_2)^2}{2(a_1 + a_2)}$

Ответ: $L_{max} = \frac{(u_1 + u_2)^2}{2(a_1 + a_2)}$

Примерные критерии оценивания

Выбрана система отсчёта, связанная с одним из тел – **2 балла**.

Определены скорости и ускорения тел в выбранной системе отсчёта – **2 балла**.

Определены относительные направления скоростей и ускорений – **2 балла**.

Получена формула решения задачи – **4 балла**.

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2024 – 2025 учебный год

10 класс

Возможное (авторское) решение

3. Между двух клемм источника тока включена электрическая цепь, собственное сопротивление которой равно R. В эту цепь включают потребитель мощностью P, рассчитанный на номинальное напряжение U. **Как изменятся потери энергии в цепи**, если параллельно первому потребителю подключить ещё один такой же потребитель? Напряжение между клеммами источника считать постоянным.

Решение.

Учащийся должен понимать, что потери энергии являются тепловыми потерями цепи, подводящей ток к потребителю. Сопротивление всей цепи до подключения второго потребителя: $R + \frac{U^2}{P}$; после подключения второго потребителя: $R + \frac{U^2}{2P}$. Введём обозначение: $x = \frac{U^2}{2RP}$ **.** Тогда для сопротивления цепи в первом и втором случаях получим: $R_1 = (1 + 2x)R$ и $R_2 = (1 + x)R$. На основании закона Ома для силы тока в цепи получим: $I_1 = \frac{U_{ист}}{(1+2x)R}$ и соответственно: $I_2 = \frac{U_{ист}}{(1+x)R}$. Таким образом для тепловых потерь, за единичный отрезок времени, в электрической цепи имеем: $Q_1 = \frac{U_{ист}^2}{(1+2x)^2R}$ и $Q_2 = \frac{U_{ист}^2}{(1+x)^2R}$. Найдём отношение тепловых потерь: $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{(1+2x)^2}{(1+x)^2} = \left(1 + \frac{x}{1+x}\right)^2$. Следовательно: $1 < \frac{Q_2}{Q_1} < 4$.

Ответ: $1 < \frac{Q_2}{Q_1} < 4$. Потери энергии возрастут.

Примерные критерии оценивания

Определено сопротивление цепи до подключения второго потребителя – **1 балл.**

Определено сопротивление цепи после подключения второго потребителя – **1 балл.**

Введено обозначение группы величин – **2 балла.**

Получена формула для вычисления силы тока в обоих случаях – **2 балла.**

Записана формула для тепловых потерь в обоих случаях – **2 балла.**

Найдено соотношение тепловых потерь и получен ответ **– 2 балла.**

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2024 – 2025 учебный год

10 класс

Возможное (авторское) решение

4. С помощью насоса по горизонтальной трубе из бассейна откачивается вода. Во сколько раз нужно увеличить мощность насоса для того, чтобы за то же время количество перекачиваемой жидкости возросло в n раз? Трение жидкости о стенки трубы не учитывать.

Решение.

Насос совершает работу, увеличивая кинетическую энергию жидкости. Работа равна изменению кинетической энергии воды. Мощность насоса в первом случае $N_1 = \frac{mv^2}{2t}$, где m – масса жидкости, v – скорость движения жидкости (вода в бассейне неподвижна). Для того, чтобы прокачать большую, в несколько раз, массу воды, за то же время, необходимо во столько же раз увеличить скорость жидкости (при неизменном сечении трубы). Во втором случае мощность насоса $N_2 = \frac{nm(nv)^2}{2t}$; Таким образом $\frac{N_2}{N_1} = n^3$.

Ответ: $\frac{N_2}{N_1} = n^3$;

Примерные критерии оценивания

Записана формула для вычисления мощности насоса в первом случае – **4 балла.**

Получена формула для вычисления мощности во втором случае – **4 балла.**

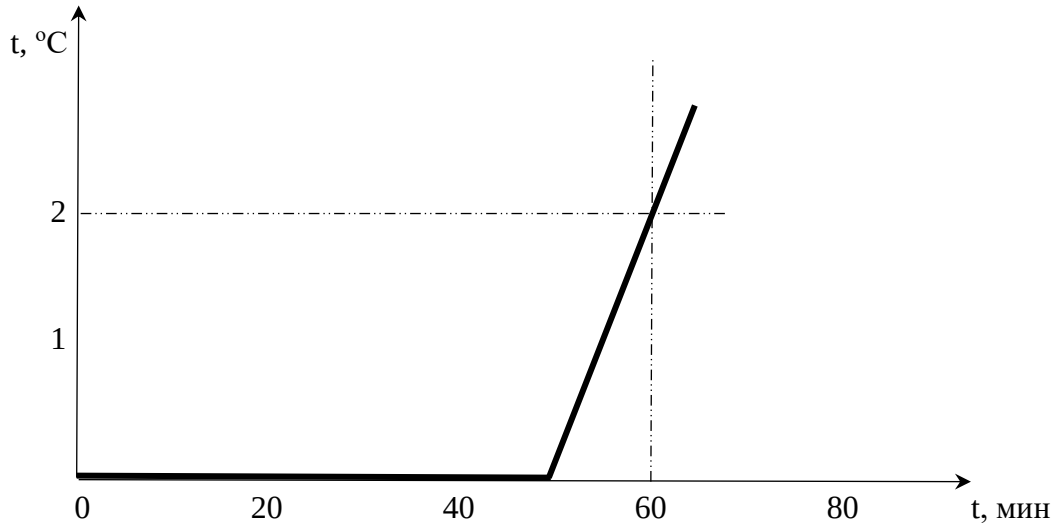
Произведены вычисления и получен правильный ответ – **2 балла.**

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2024 – 2025 учебный год

10 класс

Возможное (авторское) решение

5. В лабораторном сосуде находится смесь льда и воды общей массой 10 кг. Сосуд поместили в тёплую комнату и начали измерять температуру смеси. Получившаяся зависимость температуры от времени отображена на графике. Определите массу льда в сосуде на момент начала эксперимента. Теплоёмкостью сосуда пренебречь. Удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/кг °С, удельная теплота плавления льда 340 кДж/кг.



Решение.

На первом этапе эксперимента вся теплота, получаемая смесью из комнаты, шла на таяние льда. Через 50 минут весь лёд растаял и начала повышаться температура воды. За 10 минут от 50^{й} до 60^{й} минуты температура воды повысилась на Δt_2 = 2 °С. Количество теплоты поступившее за это время к воде $Q_2 = c_в m_в \Delta t_2 = 84$ кДж. За первые 50 минут эксперимента к смеси из комнаты поступило количество теплоты $Q_1 = 5Q_2 = 420$ кДж. Эта теплота пошла на таяние массы льда. $Q_1 = \lambda m_л$. Таким образом, $m_л = \frac{Q_1}{\lambda} \approx 1,2$ кг.

Ответ: $\boldsymbol{m_л \approx 1,2}$ кг.

Примерные критерии оценивания

Выполнен анализ этапов эксперимента, отражённых на графике – **3 балла.**

Определено количество теплоты на втором этапе – **3 балла.**

Определено количество теплоты на первом этапе – **3 балла.**

Правильно проведены вычисления и дан ответ задачи – **1 балл**