

Критерии оценивания и ответы
Всероссийская олимпиада школьников по физике 2024-2025 года
Муниципальный этап.
9 класс
Время выполнения 230 минут.
Каждая задача оценивается в 10 баллов

Задача 1.

На горизонтальную поверхность льда при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$ кладут однокопеечную монету, нагретую до температуры $t_2 = 50^\circ\text{C}$. Монета проплавляет лёд и опускается в образовавшуюся лунку. На какую часть своей толщины она погрузится в лёд? Масса льда много больше массы монеты, теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Удельная теплоёмкость материала монеты $c = 380 \text{ Дж/ (кг} \cdot ^\circ\text{C)}$, его плотность $\rho = 8,9 \text{ г/см}^3$.

Удельная теплота плавления льда $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$, плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900 \text{ кг/м}^3$.

Решение:

Теплота, отданная монетой при остывании $Q_1 = cm_1\Delta t$. Теплота, затраченная на плавление льда $Q_2 = \lambda m_{\text{л}}$. Тогда из уравнения теплового баланса можем записать: $Q_1 = Q_2$ и $cm_1\Delta t = \lambda m_{\text{л}}$.

Обозначим S – площадь одной из сторон монеты, d - её толщина, а d_1 - глубина лунки.

Тогда для масс получим выражения:

$$m_1 = V_1\rho = Sd\rho \text{ и } m_{\text{л}} = V_{\text{л}}\rho = Sd_1\rho_{\text{л}}$$

Подставив выражения для масс, получим: $cSd\rho\Delta t = \lambda Sd_1\rho_{\text{л}}$

Найдем отношение $\frac{d_1}{d} = \frac{cSd\rho\Delta t}{\lambda Sd_1\rho_{\text{л}}} = \frac{c\rho\Delta t}{\lambda\rho_{\text{л}}} = 0,57$.

№		Баллы
1	Найдена теплота, отданная монетой при остывании $Q_1 = cm_1\Delta t$	1
2	Найдена Теплота, затраченная на плавление льда $Q_2 = \lambda m_{\text{л}}$	1
3	Составлено уравнение теплового баланса $cm_1\Delta t = \lambda m_{\text{л}}$	2
4	Найдены выражения для масс	2
5	Получено выражение для $\frac{d_1}{d}$	2
6	Получен верный результат	2

Ответ: 0,57.

Задача 2. Огромный космический транспорт совершает очередной рейс между двумя космическими станциями А и Б. Между станциями он движется по прямой с постоянной скоростью v . Через равные промежутки времени от него к каждой станции отправляются небольшие боты, которые движутся с одинаковыми постоянными скоростями u , превышающими скорость транспорта. Интервал времени между ботами, прибывающими на станцию А, равен τ_A . Определите интервал времени τ_B между прибытием ботов на станцию Б.

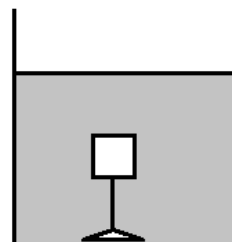
Решение:

№		Баллы
1	При движении к станции А очередному боту потребуется преодолеть расстояние на $\Delta l = v\tau$ больше, чем предыдущему (v -скорость ботов), при движении к станции Б – расстояние на $\Delta l = v\tau$ меньше	2
2	Очередной бот, движущийся к станции А, будет затрачивать время на $\Delta\tau = \Delta l/u = v\tau/u$ больше предыдущего	2
3	Таким образом, интервал времени между прибытием ботов на станцию А будет $\tau_A = \tau + \Delta\tau$	1
4	Найдено $\Delta\tau = \tau_A - \tau$	1
5	Очередной бот, движущийся к станции Б, будет затрачивать время на $\Delta\tau = \Delta l/u = v\tau/u$ меньше предыдущего	2
6	Найден интервал времени между прибытием шаттлов на станцию Б $\tau_B = \tau - \Delta\tau = 2\tau - \tau_A$	2

Ответ: $\tau_B = \tau - \Delta\tau = 2\tau - \tau_A$

Задача 3.

Чему равна минимальная площадь присоски, с помощью которой можно прикрепить кубик из пенопласта массы m ко дну сосуда, заполненного водой до уровня h ? Плотность пенопласта ρ , плотность воды ρ_0 , атмосферное давление p_0 .



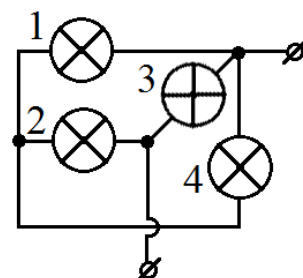
Решение:

№		Баллы
1	Найдено, давление у дна сосуда равно сумме атмосферного давления и гидростатического давления столба жидкости $p = p_0 + \rho gh$	1

2	Получено, что сила, прижимающая присоску к дну $F = (p_0 + \rho_0 gh)S$	2
3	Использована сила Архимеда $F_A = \rho_0 mg/\rho$	1
4	Сформулировано условие, при котором присоска не оторвется $F \geq F_A - mg$	2
5	Подставлена сила F в условие п.4 и получено неравенство $(p_0 + \rho_0 gh)S \geq F_A - mg$	2
6	Получен правильный ответ $S = \frac{mg(\frac{\rho_0}{\rho} - 1)}{P_0 + \rho_0 gh}$	2

Ответ: $S = \frac{mg(\rho - \rho_0)}{P_0 + \rho_0 gh}$.

Задача 4. Электрическая схема, изображенная на рисунке, собрана из четырех одинаковых лампочек и подключена к источнику постоянного напряжения. Мощность, выделяющаяся на первой лампочке, равна P. Определите мощности трех других лампочек.



Решение:

№		Баллы
1	Найдено, что лампочка 4 параллельна лампочке 1, поэтому $P_4 = P_1 = P$	1
2	Ток через лампочку 2 вдвое больше тока через лампочку 1 $I_2 = 2I_1$	1
3	Использовано, что мощность пропорциональна квадрату силы тока $p = I^2 R$ и поэтому $P_2 = 4P_1 = 4P$	2
4	Найдено, что сопротивление участка цепи из лампочек 1, 2 и 4 равно $R_{124} = 3R/2$	2
5	Найдено, что лампочка 3 параллельна участку цепи из лампочек 1, 2 и 4.	1
6	Из параллельного соединения следует, что $U = U_3 = U_{124}$ и мощности для этих участков обратно пропорциональны сопротивлениям $P_{124} = U^2/R_{124}$ и $P_3 = U^2/R$	2
7	Найдена мощность, выделяющаяся на 3 лампочке $P_3 = 9P$	1

Ответ: P, 4P и 9P.

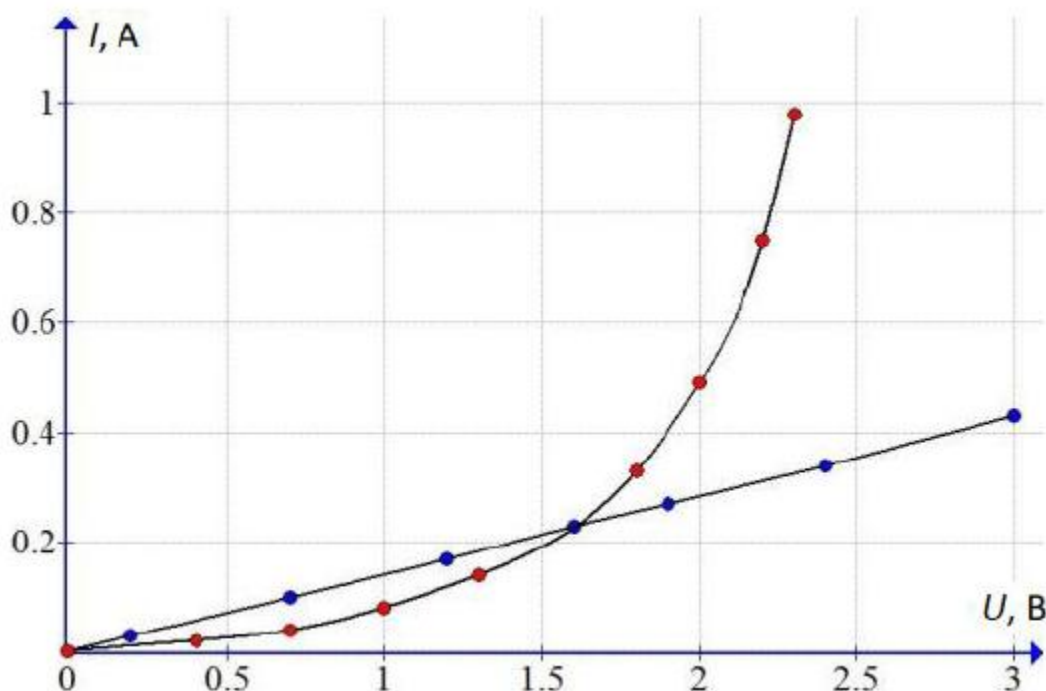
Задача 5. Псевдоэксперимент

Экспериментатор Глюк исследовал своей лаборатории явление электросопротивления и получил вольтамперную характеристику резистора, заносая в таблицу значения силы тока I , текущего через резистор, и поданное на него напряжение U . Позже выяснилось, что в таблицу кроме результатов самого Глюка попали данные его помощника, полученные в соседней лаборатории нелинейных элементов. 1. Построив график, определите, какие результаты относятся к эксперименту самого Глюка. 2. Найдите сопротивление исследуемого резистора. 3. Какая точка может соответствовать как резистору, так и нелинейному элементу?

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$U, В$	0,2	3,0	0,4	0,7	1,0	1,3	1,9	1,4	1,6	1,8	2,4	0,7	2,0	2,2	2,3
$I, А$	0,03	0,43	0,02	0,04	0,08	0,14	0,27	0,14	0,23	0,33	0,34	0,10	0,49	0,75	0,98

Решение:

1. Нанесём все экспериментальные точки на поле графика с осями U и I .
2. Так как по закону Ома зависимость силы тока от напряжения для резистора должна быть линейной, выделим точки, лежащие на одной прямой, в широком диапазоне напряжений.
3. Не попавшие на прямую точки относятся к нелинейному элементу.



4. По угловому коэффициенту наклона прямой найдем сопротивление резистора $R = 7 \text{ Ом}$.

5. Резистору соответствуют точки таблицы:

$U, В$	0,2	0,7	1,2	1,9	2,4	3,0
$I, А$	0,03	0,10	0,17	0,27	0,34	0,43

6. Точка $U = 1,6$ В может соответствовать как резистору, так и нелинейному элементу.

№		Баллы
1	Построен график $I(U)$	2
2	Замечено, что по закону Ома зависимость силы тока от напряжения для резистора должна быть линейной, выделены точки, лежащие на одной прямой, в широком диапазоне напряжений.	2
3	Найдено, что не попавшие на прямую точки относятся к нелинейному элементу	2
4	По угловому коэффициенту наклона прямой найдено сопротивление резистора $R = 7$ Ом	2
5	Определены точки, соответствующие резистору	1
6	Определена точка $U = 1,6$ В, которая может соответствовать как резистору, так и нелинейному элементу	1

Ответ: $R = 7$ Ом и $U = 1,6$ В.