

Всероссийская олимпиада школьников по физике

Муниципальный этап

9-й класс

Время выполнения – 3 астрономических часа 50 минут.

Максимум – 50 баллов.

1. Поезд въезжает на мост со скоростью v_0 . Если он будет на мосту разгоняться с ускорением a , то проедет мост за время $t_1 = 30$ с, если с таким же ускорением он будет тормозить, то проедет мост за время $t_2 = 60$ с. За какое время t_3 поезд проедет мост при равномерном движении со скоростью v_0 ?

Возможное решение

Обозначив длину моста за L , запишем кинематические уравнения:

$$L = v_0 t_1 + \frac{a t_1^2}{2} \quad \text{– для разгона}$$

$$L = v_0 t_2 - \frac{a t_2^2}{2} \quad \text{– для торможения}$$

$$L = v_0 t_3 \quad \text{– для равномерного движения}$$

После умножения уравнения 1 на t_2^2 и уравнения 2 на t_1^2 и их суммирования получим

$$v_0 = \frac{L(t_1^2 + t_2^2)}{t_1 t_2 (t_1 + t_2)}.$$

После подстановки начальной скорости в уравнение для равномерного движения найдём время, за которое поезд пройдёт мост при равномерном движении

$$t_3 = \frac{t_1 t_2 (t_1 + t_2)}{(t_1^2 + t_2^2)} = 36 \text{ с.}$$

2. На горизонтальную поверхность льда при температуре $t_1 = 0$ °С кладут однокопеечную монету, нагретую до температуры $t_2 = 50$ °С. 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 $c = 380$ Дж/(кг * °С), его плотность $\rho = 8,9$ г/см³. Удельная теплота плавления льда $3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг, плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900$ кг/м³.

Возможное решение

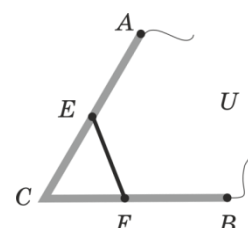
Теплота, отданная монетой при остывании $Q_1 = c m_1 \Delta t$. Теплота, затраченная на плавление льда, $Q_2 = \lambda m_{\text{л}}$. Тогда из уравнения теплового баланса можем записать: $c m_1 \Delta t = \lambda m_{\text{л}}$ (4 балла).

Пусть S – площадь одной из сторон монеты, d – её толщина, а d_1 – глубина лунки, тогда $m_1 = V_1 \rho = S d \rho$, $m_{\text{л}} = S d_1 \rho_{\text{л}}$ (4 балла).

Подставив выражения для масс, получим:

$$c S d \rho \Delta t = \lambda S d_1 \rho_{\text{л}}. \quad \text{Отношение} \quad \frac{d_1}{d} = \frac{c \rho \Delta t}{\lambda \rho_{\text{л}}} = 0,57 \quad \text{(2 балла).}$$

3. Провод ACB изогнут так, что точки A , C и B находятся в вершинах правильного треугольника. К серединам сторон AC и BC подключена перемычка EF из провода с вдвое меньшей площадью сечения. К точкам A и B подано напряжение $U = 3$ В. Найти падение напряжения на перемычке.

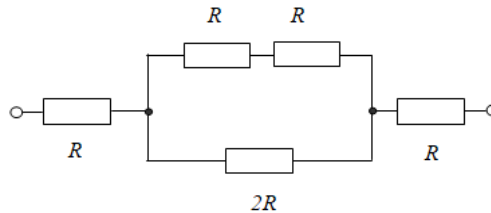


Возможное решение

Обозначим через R сопротивление любого из участков AE , EC , CF , FB . Найдём сопротивление участка EF – R_1 . Если S – площадь сечения любого из участков AE , EC , CF , FB , то площадь сечения участка EF будет $S/2$. Тогда R равно

$$R = \frac{\rho l}{S}, \text{ а для } R_1 \text{ получим } R_1 = \frac{\rho l \cdot 2}{S} = 2R$$

Тогда схема, эквивалентная нашему соединению, представлена на рисунке (см. ниже).



Сопротивление среднего участка равно R , а общее сопротивление цепи $3R$, поэтому падение напряжения на этом участке, а следовательно и на перемычке, будет

$$U_{EF} = I \cdot R = \frac{U}{3R} \cdot R = \frac{U}{3} = 1 \text{ В.}$$

4. Два одинаковых сообщающихся сосуда наполнены жидкостью плотностью ρ_0 и установлены на горизонтальном столе. В один из сосудов кладут маленький груз массой m и плотностью ρ . На сколько будут после этого отличаться силы давления сосудов на стол? Массой гибкой соединительной трубки с жидкостью можно пренебречь.

Возможное решение

При решении задачи следует рассмотреть два случая:

- 1) $\rho < \rho_0$. (5 баллов),
- 2) $\rho > \rho_0$. (5 баллов).

В первом случае груз плавает в жидкости, и поскольку её уровень в обоих сообщающихся сосудах одинаков, то давление жидкости на дно сосудов одинаково, и силы давления сосудов на стол также одинаковы. $F_{\text{давл}1} = F_{\text{давл}2}$.

Во втором случае утонувший груз будет лежать на дне сосуда и давить на него с силой, равной разности силы тяжести и силы Архимеда.

$$F_{\text{сп}} = mg - F_A. F_A = \rho_0 g V = \frac{\rho_0 g m}{\rho}.$$

При этом жидкость по-прежнему будет давить на дно сообщающихся сосудов с одинаковой силой. Поэтому сосуд с грузом будет давить на стол с силой, превышающей

силу давления сосуда без груза на величину $\Delta F = F_{\text{сп}}$. $\Delta F = mg \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right)$.

Примечание экспертам: если участник разбирает только один из случаев, то задача оценивается не более чем в 5 баллов.

5. Псевдоэксперимент

В лаборатории линейной электродинамики экспериментатор Иванов исследовал 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 Иванова попали данные, полученные в соседней лаборатории нелинейных элементов.

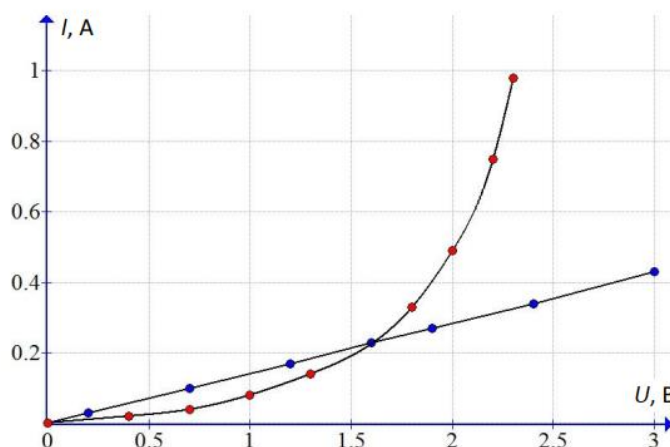
1. Построив график, определите, какие результаты относятся к эксперименту Иванова.
2. Найдите сопротивление исследуемого резистора.
3. Какая точка может соответствовать как резистору, так и нелинейному элементу?

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$U, \text{В}$	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
$I, \text{А}$	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

Оборудование: лист миллиметровой бумаги формата А5 для построения графика.

Возможное решение

1. Нанесём все экспериментальные точки на поле графика с осями U и I . 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. Не попавшие на прямую точки относятся к нелинейному элементу (**6 баллов**).



2. По угловому коэффициенту наклона прямой находим сопротивление резистора $R = 7 \text{ Ом}$. Резистору соответствуют точки таблицы (**2 балла**).

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

3. Точка $U = 1,6 \text{ В}$ может соответствовать как резистору, так и нелинейному элементу (**2 балла**).

Критерии и методики оценивания выполненных олимпиадных заданий муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике в Архангельской области в 2023/24 учебном году приводятся в соответствии с системой оценивания регионального этапа и осуществляются по критериям, предложенным центральной предметно-методической комиссией. При этом муниципальным предметно-методическим комиссиям рекомендуется оценивать выполнение заданий согласно стандартной методике оценивания решений, если нет специальных указаний.

Каждое задание оценивается в 10 баллов.

Максимальный балл – 50.

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
7–9	Верное решение. Имеются небольшие недочёты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки, не влияющие на знак ответа
5–7	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы
3–5	Решение содержит пробелы в образовании, приведены не все необходимые для решения уравнения
1–2	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения (или при ошибочном решении)
0	Решение неверное или отсутствует