

Решения заданий
муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников
Камчатского края по физике в 2023 – 2024 учебном году.
Время выполнения – 230 минут (3 часа 50 минут).
Максимальное количество баллов – 50 б.
9 класс

Задача 1. (10 баллов)

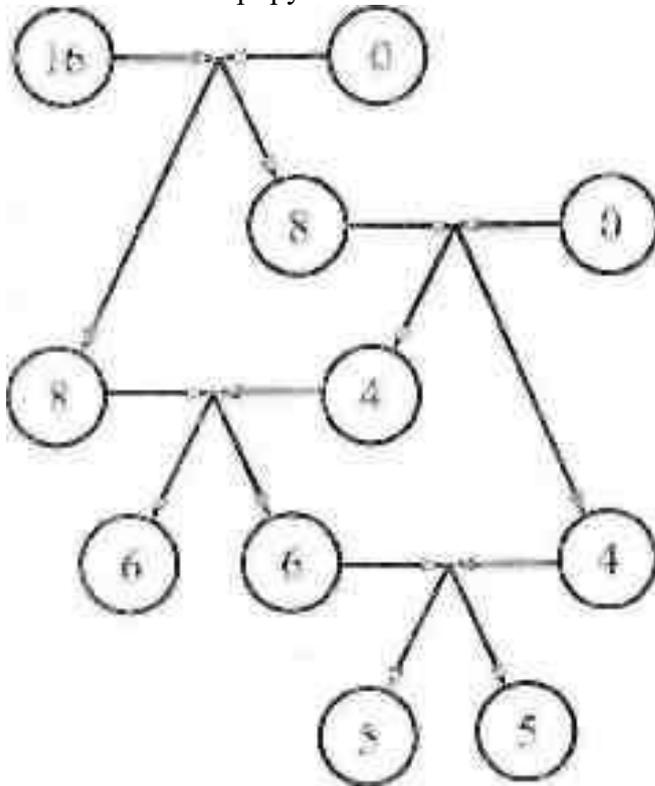
Есть несколько одинаковых металлических шариков, один из них имеет отрицательный заряд $-1,6 \cdot 10^{-8}$ Кл. Сколько шариков, дополнительно к заряженному, нужно взять, чтобы получить на одном из шариков отрицательный заряд $-5 \cdot 10^{-9}$ Кл? Как это сделать?

Возможное решение:

$-1,6 \cdot 10^{-8}$ Кл = $-16 \cdot 10^{-9}$ Кл.

Надо коснуться заряженным шариком одного из нейтральных шариков, после этого на каждом на них окажутся одинаковые заряды по $-8 \cdot 10^{-9}$ Кл. Потом одним из этих шариков коснуться другого нейтрального шарика, и на каждом окажется по $-4 \cdot 10^{-9}$ Кл. Потом одним из этих шариков коснуться второго шарика с зарядом $-8 \cdot 10^{-9}$ Кл, и на каждом окажется по $-5 \cdot 10^{-9}$ Кл.

Решение иллюстрирует схема:



Ответ: для получения шарика с зарядом $-5 \cdot 10^{-9}$ Кл нужно взять дополнительно два незаряженных шарика.

Критерии оценивания:

Описана идея изменения заряда	2 балла
Описан способ получения данного заряда	4 балла
Дан правильный ответ	4 балла

Задача 2. Снятие вольтамперной характеристики лампы накаливания (10 баллов)

Девятиклассникам необходимо изучить работу лампы накаливания, выяснить, как зависит сила тока в лампочке от приложенного напряжения. Для этого они использовали следующие оборудование: электрическая лампа на подставке, реостат, вольтметр, амперметр, источник тока, выключатель, соединительные провода. Сохранилась только таблица, которую заполнили ребята в ходе работы.

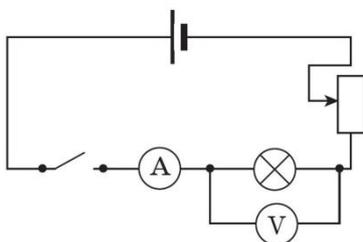


Напряжение, В	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Сила тока, А	0,24	0,36	0,46	0,52	0,62

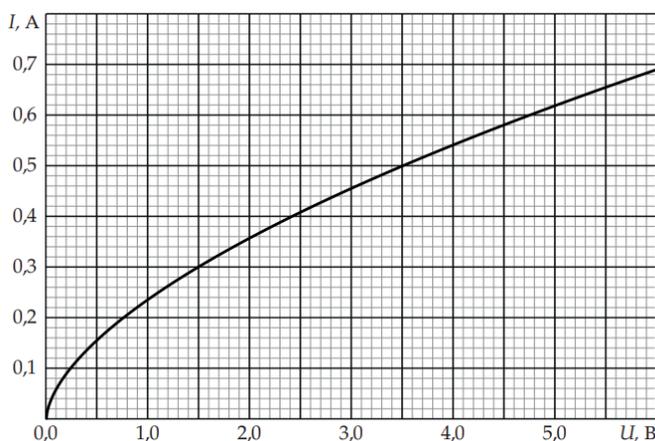
- 1) Нарисуйте электрическую схему эксперимента.
- 2) Рассчитайте электрическое сопротивление лампочки для каждого измерения (ответ округлите до сотых).
- 3) Объясните причину роста сопротивления лампочки.
- 4) На миллиметровой бумаге постройте вольтамперную характеристику лампы накаливания.
- 5) Ребята также измерили температуру этой лампы при подключении к идеальному источнику, напряжение между выводами которого равно 5 В. Эта температура равнялась $t_1 = 52^\circ\text{C}$. Температура в комнате вдали от лампочки $t_0 = 20^\circ\text{C}$. Затем лампочку соединили последовательно с резистором сопротивлением 3 Ом и подключили образовавшуюся цепь к тому же идеальному источнику с напряжением 5 В, что и в первом случае. Найдите величину силы тока I , протекающего через резистор.

б) Считая мощность теплоотдачи с поверхности лампочки пропорциональной разности температур лампочки и окружающей среды вдали от лампочки, найдите температуру t_2 лампочки.

Возможное решение:



Напряжение, В	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Сила тока, А	0,24	0,36	0,46	0,52	0,62
Электрическое сопротивление, Ом	4,17	5,56	6,52	7,69	8,06



При прохождении тока через лампу увеличивается температура нити накала, вместе с ней растёт сопротивление лампы.

$$I_p = \frac{U}{R_l + R_p} = \frac{5 \text{ В}}{(8,06 + 3) \text{ Ом}} = 0,45 \text{ А}$$

I_1 - сила тока протекающая через лампочку без резистора

$I_1 = I_p = I_2$ - сила тока, протекающая через лампочку, U_2 - напряжение на лампочке при подключении с резистором.

Так как мощность теплоотдачи с поверхности лампочки пропорциональной разности температур лампочки и окружающей среды вдали от лампочки, то $P_1 = k(t_1 - t_0)$; $P_2 = k(t_2 - t_0)$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{I_1 \cdot U}{I_2 \cdot U_2} = \frac{k(t_1 - t_0)}{k(t_2 - t_0)}; \quad U_2 = U - I_2 \cdot R_p = 3,65 \text{ В}; \quad \frac{0,62 \text{ А} \cdot 5 \text{ В}}{0,45 \text{ А} \cdot 3,65 \text{ В}} = \frac{32^\circ\text{C}}{(t_2 - t_0)} \Rightarrow (t_2 - t_0) =$$

$$16,95^\circ\text{C} \Rightarrow t_2 \approx 37^\circ\text{C}$$

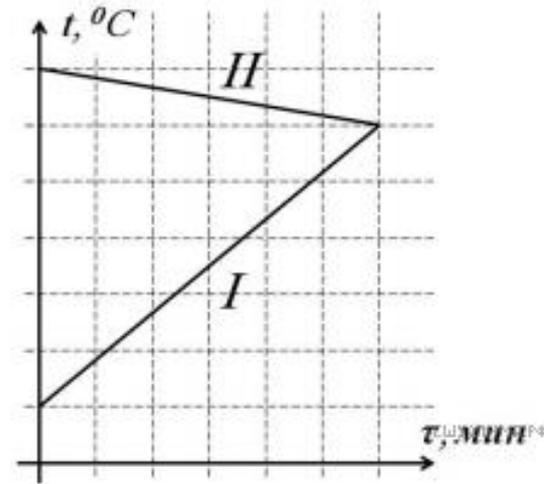
Критерии оценивания:

Правильно нарисована схема	1 балл
Рассчитано электрическое сопротивление лампочки для каждого измерения	1 балл

Правильно объяснена причина роста сопротивления лампочки	1 балла
Правильно построен график зависимости силы тока от напряжения	2 балла
Определена величина силы тока I_p , протекающего через резистор	2 балла
Определена температура t_2 лампочки	3 балла

Задача 3. Нагрели (10 баллов)

Девятиклассники проводят эксперимент. В спирт опускают металлический шарик и датчиками фиксируют температуру жидкости и шарика. По этим данным построили график. Известно, что удельная теплоёмкость спирта в 5 раза больше удельной теплоёмкости металла, а плотность спирта в 10 раз меньше, чем у шарика. Графики зависимости температуры шарика I и спирта II от времени представлены на рисунке. Во сколько раз объём спирта больше объёма шарика?



Возможное решение:

Согласно графику температура жидкости в процессе теплообмена уменьшилась на Δt , а температура шарика увеличилась на $5\Delta t$. Количество теплоты, отданное горячей водой равно

$Q = c_c m_c \Delta t$, количество теплоты, полученное шариком равно $Q = c_{ш} m_{ш} 5\Delta t$

По условию $c_c = 5 c_{ш}$; $\rho_{ш} = 10 \rho_c$; Учитывая, что $m = \rho \cdot V$, запишем уравнение теплового баланса $5 c_{ш} \rho_c \cdot V_c \Delta t = c_{ш} 10 \rho_c V_{ш} 5\Delta t \Rightarrow \frac{V_c}{V_{ш}} = \frac{50}{5} = 10$

Критерии оценивания:

Указаны изменения температур жидкости и шарика	2 балла
Определено количество теплоты, отданное горячей водой	2 балла
Определено количество теплоты, полученное шариком	2 балла
Составлено уравнение теплового баланса	2 балла
Дан правильный ответ	2 балла

Задача 4. Безопасный обгон (10 баллов)

Автомобиль Toyota Prado длиной 5 м, следующий по трассе Морпорт-Аэропорт, догоняет автобус DAEWOO длиной 14 м, который движется со скоростью 85 км/ч. Водитель Prado также снижает скорость до 85 км/ч и начинает готовиться к обгону. Какое минимальное время понадобится для безопасного обгона, если скорость Prado при обгоне не должна превышать 105 км/ч? Автомобиль ускоряется равномерно так, что за каждую секунду скорость автомобиля увеличивается на 5 км/ч. После окончания обгона скорость автомобиля равна 105 км/ч. При безопасном обгоне общее расстояние между автомобилем и автобусом до и после обгона равно 55 м.

Возможное решение:

Возьмём систему отсчёта, связанную с автобусом. В этой системе скорость Prado в начале обгона равна $v_{отн1} = 0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$; а в конце обгона равна $v_{отн2} = v_{автомобиля} -$

$$v_{автобуса} = 105 \frac{\text{км}}{\text{ч}} - 85 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 20 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = \frac{100}{18} \frac{\text{м}}{\text{с}}; a = 5 \frac{\text{км}}{\text{ч} \cdot \text{с}} = \frac{25}{18} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$t = t_1 + t_2$; t_1 – время разгона, t_2 – время обгона; S_1 – путь при разгоне, S_2 – путь обгона; $S = S_1 + S_2 = 5 + 14 + 55 = 74 \text{ м}$

$$v_{отн2} = v_{отн1} + a \cdot t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_{отн2}}{a} = \frac{100}{18 \cdot 25} = 4 \text{ с.}$$

$$S_1 = \frac{v_{отн2}^2}{2a} = \frac{200}{18} \text{ м}; S_2 = S - S_1 = 74 - \frac{200}{18} = \frac{1132}{18} \text{ м}$$

$$t_2 = \frac{S_2}{v_{отн2}} = \frac{1132}{18 \cdot 100} = 11,32 \text{ с}; t = 4 + 11,32 = 15,32 \text{ с}$$

$$t = t_1 + t_2 = \frac{v_{отн2}}{a} + \frac{S - S_1}{v_{отн2}} = \frac{v_{отн2}}{a} + \frac{S - \frac{v_{отн2}^2}{2a}}{v_{отн2}} = \frac{v_{отн2}}{a} + \frac{2Sa - v_{отн2}^2}{2a v_{отн2}} =$$

$$\frac{v_{отн2}^2 + 2Sa}{2a v_{отн2}} = 15,32 \text{ с.}$$

Критерии оценивания:

Выбрана система отсчёта, связанная с автобусом	1 балл
Определены относительные скорости	1 балл
Найден общий путь	1 балл
Записано выражение для t_1	1 балл
Записано выражение для определения пути при разгоне	2 балла
Записано выражение для определения пути обгона	2 балла
Записано выражение для определения t_2	1 балла
Найдено общее время	1 балла

Задача 5. Плавание (10 баллов)

В сосуд налиты две жидкости: вода плотности ρ_0 и масло плотности $\rho = 0,8\rho_0$. При опускании в сосуд кубика, плотностью ρ_1 он плавает на границе раздела жидкостей, находясь наполовину объёма в воде и наполовину – в масле. Если этот кубик склеить с кубиком, имеющим такие же размеры, но плотность ρ_2 , и опустить в сосуд, то они плавают, полностью погрузившись в воду. Выразите плотности материалов кубиков через плотность воды.

Возможное решение:

Для плавания первого кубика из закона Архимеда следует, что масса кубика равна массе вытесненной жидкости. Суммарная масса вытесненной жидкости, учтя равенство вытесненных объёмов воды и масла, равна $m = \frac{\rho V}{2} + \frac{\rho_0 V}{2}$; так как $m = \rho_1 V \Rightarrow \rho_1 = \frac{\rho + \rho_0}{2} = 0,9 \rho_0$;

В случае плавания склеенных кубиков в воде из закона Архимеда имеем

$$\rho_1 V + \rho_2 V = 2\rho_0 V \Rightarrow \rho_2 = 2\rho_0 - \rho_1 = 2\rho_0 - 0,9\rho_0 = 1,1\rho_0$$

Критерии оценивания:

Записано условие плавание тел	1 балл
Выражена масса кубика $m = \rho_1 V$	1 балл
Выражена масса вытесненной жидкости первым кубиком	2 балла
Выражена плотность первого кубика	2 балл
Выражена масса вытесненной жидкости двумя кубиками	2 балла
Выражена плотность второго кубика	2 балла