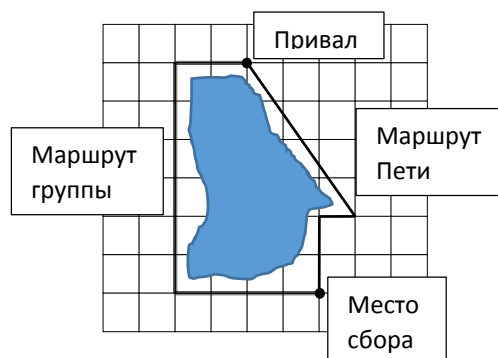


Открытая физико-математическая олимпиада. Физика. 8 класс. Решение.

1. Группа школьников пошла в поход по берегу озера по маршруту, показанному на рисунке. Петя Васечкин пришел на место сбора, опоздав на целый час, и решил догнать группу на привале, двигаясь по короткому пути. Школьники идут по маршруту со скоростью 4 км/ч, Петя - со скоростью 5 км/ч. Группа вышла в 9 часов утра и будет идти три часа по маршруту. Опередит группу, или отстанет от нее Васечкин? На сколько минут?



Решение:

Найдем, какой путь пройдут школьники до привала:  $L_1 = v_1 t_1 = 4 \text{ км/ч} \cdot 3 \text{ ч} = 12 \text{ км}$

Определим масштаб рисунка: 12 км пути соответствует длина 12 клеточек, - длина одной клеточки соответствует 1 км.

Рассчитаем, какой путь пройдет Петя:  $L_2 = 2 \text{ км} + 1 \text{ км} + \sqrt{(4 \text{ км})^2 + (3 \text{ км})^2} = 8 \text{ км}$

$$t_2 = \frac{L_2}{v_2} = \frac{8 \text{ км}}{5 \text{ км/ч}} = 1,6 \text{ ч} = 1 \text{ ч } 36 \text{ мин}$$

Определим, за какое время:

Даже с учетом того, что Петя вышел на час позже, он все равно опередит товарищей:  
 $\Delta t = t_1 - (t_2 + \tau) = 3 \text{ ч} - (1 \text{ ч } 36 \text{ мин} + 1 \text{ ч}) = 24 \text{ мин}$

Ответ: Петя опередит школьников на  $\Delta t = 24 \text{ мин}$ .

Замечания:

Задача простая, многие участники брались за ее решение, но часто допускали самые разнообразные ошибки. В зависимости от степени сделанного правильно и ставились баллы за решение. Примерная система оценивая выглядит в этой задаче так:

- нахождение пути, пройденного группой - 1 балл;
- нахождение пути, пройденного Петей – 2 балла;
- нахождение времени движения Пети – 1 балл;
- определение, того, кто и на сколько минут опередит – 3 балла

Часто участники не могли определить путь, пройденный Петей (определялся «на глазок» в 7-7,5 км), в остальном показывая понимание, как надо решать эту задачу. За такие решения можно было получить 3 балла.

Некоторые участники находя путь Пети, почему-то брали время движения 2 часа (такое время было в задании олимпиады для 7 класса!), а это совершенно неверно. Максимум, что они могли получить в этом случае – 1-2 балла. При арифметических ошибках возникших в самом конце решения задачи, участники получали 5 баллов.

2. Охлаждая воду в калориметре, экспериментатор записывал температуру содержимого калориметра через равные промежутки времени. Задумавшись над проблемами современной физики, он пропустил несколько измерений. Рассчитайте, какие значения должны быть в пустых клеточках. Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда 330кДж/кг, удельная теплоемкость льда 2100 Дж/(кг·°С).

Открытая физико-математическая олимпиада. Физика. 8 класс. Решение.

1	2	3	4	5	6	7
25°C	15°C	5°C				

Решение:

Из таблицы следует, что за первые два промежутка времени температура воды изменилась одинаково – на 10°C. Из формулы количества теплоты  $Q = cm|\Delta t|$  следует, что у воды отобрали одинаковые количества теплоты.

В следующий раз температура должна опять понизиться, до (-5 °C)? Нет! При 0°C вода начнет превращаться в лед!

Найдем, во сколько раз отличаются количества теплоты, необходимые для полной кристаллизации всей воды в калориметре, и для охлаждения воды на 10 °C, - во столько же раз будут и отличаться времена этих процессов.

$$\frac{\tau_{\text{крист}}}{\tau_{\text{охл}}} = \frac{\lambda m}{cm|\Delta t|} = \frac{\lambda}{c|\Delta t|} = \frac{330000 \text{ Дж/кг}}{4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°C)} \cdot 10^\circ\text{C}} = \frac{330}{42} = \frac{55}{7} = 7,8\dots$$

Процесс кристаллизации займет более четырех промежутков времени, через которые экспериментатор снимал показания термометра, - во всех клеточках приведенной таблицы надо записать нули!

Ответ:

1	2	3	4	5	6	7
25°C	15°C	5°C	0	0	0	0

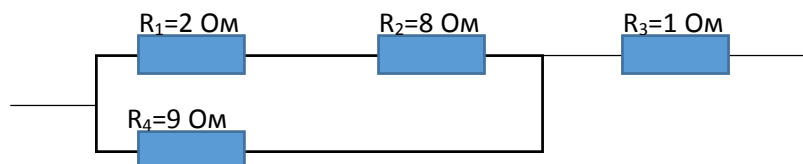
Замечания:

Ответы без решения не рассматривались (как, впрочем, в любой из задач олимпиады).

В некоторых решениях для удобства расчетов бралось конкретное значение массы содержимого калориметра, - например, 1 кг, но при этом указывалось, что от численного значения массы ответ не зависит. Такое решение засчитывалось «на равных» с более общим, приведенным здесь.

За ошибки в вычислении временного промежутка, необходимого для кристаллизации воды, использование неверных формул (например, Q- это характеристика процесса, а не состояния системы!) ставилось меньшее количество баллов.

3. Соединив резисторы как на схеме, представленной на рисунке, восьмиклассник измерил сопротивление этого участка цепи омметром, и получил значение  $R=10$  Ом. «Не сходится!», - удивился он. Рассмотрев внимательно резисторы, он обнаружил полустертый нолик на одном из них, - его сопротивление было в десять раз больше, чем предполагал школьник. Какой из резисторов вынудил школьника дважды рассчитывать сопротивление цепи?



Открытая физико-математическая олимпиада. Физика. 8 класс. Решение.

Решение:

Легко показать, что это резистор  $R_4$ . Это можно сделать, отбросив все остальные варианты.

Не  $R_3$ ! При последовательном соединении сопротивления складываются. Это означает, что общее сопротивление больше каждого. Увеличив сопротивление  $R_3$  в 10 раз, мы уже получим 10 Ом, а еще к нему последовательно подключена остальная цепь, значит общее сопротивление будет больше 10 Ом!

Не  $R_1$ ! Не  $R_2$ ! При параллельном соединении общее сопротивление меньше каждого из сопротивлений. Докажем это для двух:

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_2}{1 + R_2 / R_1} < R_2$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_1}{R_1 / R_2 + 1} < R_1$$

Таким образом, увеличив значение в НАШЕЙ цепи  $R_1$  или  $R_2$ , мы все равно будем иметь общее сопротивление параллельного участка меньше  $R_4=9$  Ом, а значит полное сопротивление участка цепи (вместе с  $R_3$ ) будет меньше 10 Ом.

Проверим, что мы не ошиблись с выбранным нами резистором:

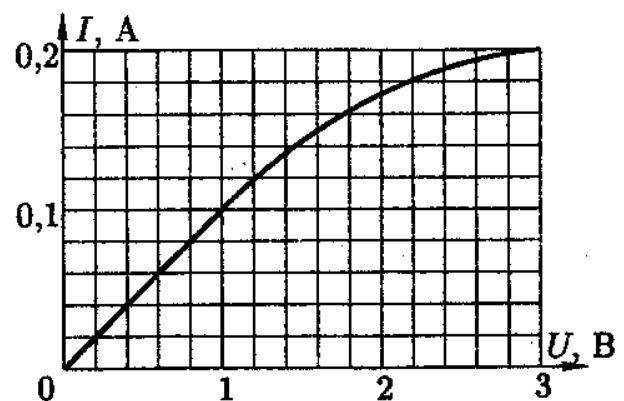
$$R = \frac{(R_1 + R_2) \cdot 10R_4}{(R_1 + R_2) + 10R_4} + R_3 = \frac{(2 + 8) \cdot 10 \cdot 9}{(2 + 8) + 10 \cdot 9} + 1 = \frac{900}{100} + 1 = 9 + 1 = 10 \text{ Ом}$$

Ответ: это резистор  $R_4$

Замечания:

Задача, которую многие участники решили, представив верное, но не полное решение. Быстро определив, что это резистор  $R_4$ , на этом остановились. Для полного количества баллов надо было показать (любым способом), что все остальные резисторы на эту роль не годятся! В зависимости от того, сколько различных случаев проанализировано, ставилось количество баллов – от 4 баллов (рассмотрена только схема с резистором  $R_4$ , в 10 раз большим по величине) до 7 баллов (рассмотрены все четыре возможных случая).

4. При нагревании тела меняются многие его характеристики, в том числе и электрическое сопротивление. В частности, из-за выделения тепла при протекании электрического тока, сопротивление лампы накаливания растет, а значит, зависимость силы тока от напряжения перестает быть прямой пропорциональной зависимостью. На рисунке показана зависимость силы тока от напряжения для одной лампочки (ее вольт-амперная характеристика, - ВАХ). Нарисуйте ВАХ участка цепи, в котором к двум таким лампочкам, соединенным параллельно, последовательно подключен резистор сопротивлением  $R=10$  Ом, при изменении напряжения от 0 до 7 В. Сопротивление



Открытая физико-математическая олимпиада. Физика. 8 класс. Решение.  
резистора остается неизменным (он изготовлен иначе, чем лампочки).

Решение:

На участке графика от 0 до 0,1 А между напряжением и силой тока прямая пропорциональная зависимость, - то есть выполняется закон Ома. При таких значениях силы тока лампочка ведет себя как резистор. Найдем сопротивление этого резистора:

$$R_0 = \frac{U}{I} = \frac{1 \text{ В}}{0,1 \text{ А}} = 10 \text{ Ом}$$

Общее сопротивление описанной цепи равно  $R_{\text{общ}} = \frac{R_0 \cdot R_0}{R_0 + R_0} + R_p = \frac{10 \cdot 10}{10 + 10} + 10 = 15 \text{ Ом}$

и не меняется, пока ток через каждую лампочку не превысит указанное значение.

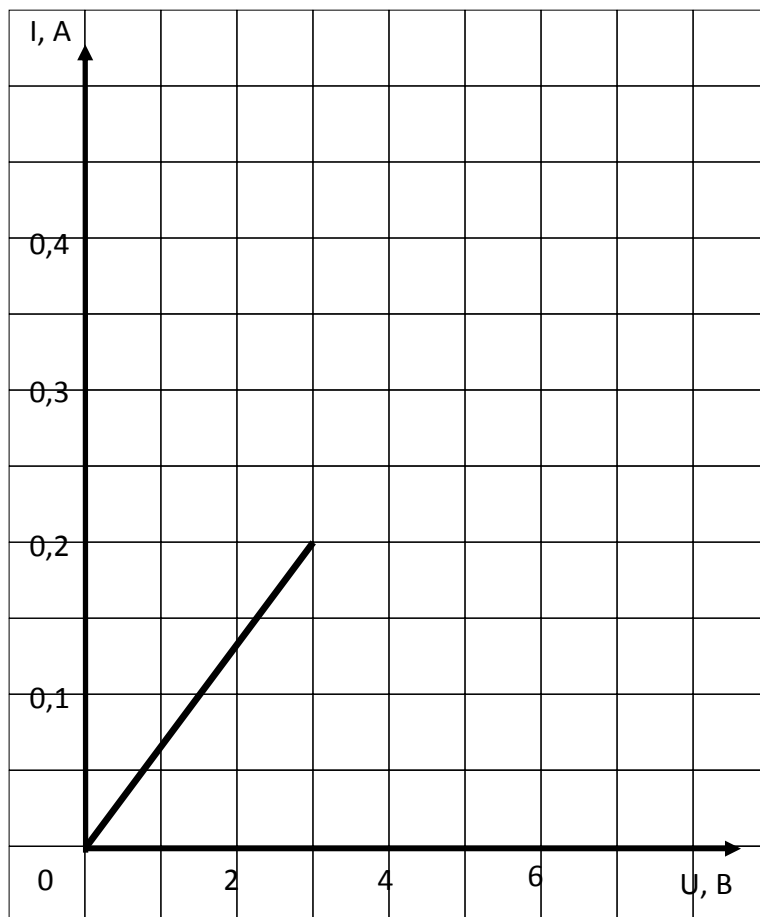
Найдем напряжение на концах этой цепи при критической силе тока.

Поскольку при этом через каждую лампочку протекает ток силой 0,1 А, а лампочки соединены параллельно, то общая сила тока в цепи  $I = I_n + I_n = 0,2 \text{ А}$ , а напряжение на концах цепи равно  $U = IR_{\text{общ}} = 0,2 \text{ А} \cdot 15 \text{ Ом} = 3 \text{ В}$

Можно начинать строить ВАХ (пока только на этом участке)

Открытая физико-математическая олимпиада. Физика. 8 класс. Решение.

Дальше придется строить график по точкам. Возьмем удобные точки на ВАХ лампочки,



попадающие на пересечение координатных линий: т. А (1,8 В; 0,16 А) и т. В (3 В; 0,2 А).

Для точки А: сила тока через каждую лампочку равна 0,16 А, они соединены параллельно, общая сила тока равна 0,32 А. Напряжение на резисторе, по закону Ома, равно  $U_{RA} = IR = 0,32 \text{ А} \cdot 10 \text{ Ом} = 3,2 \text{ В}$

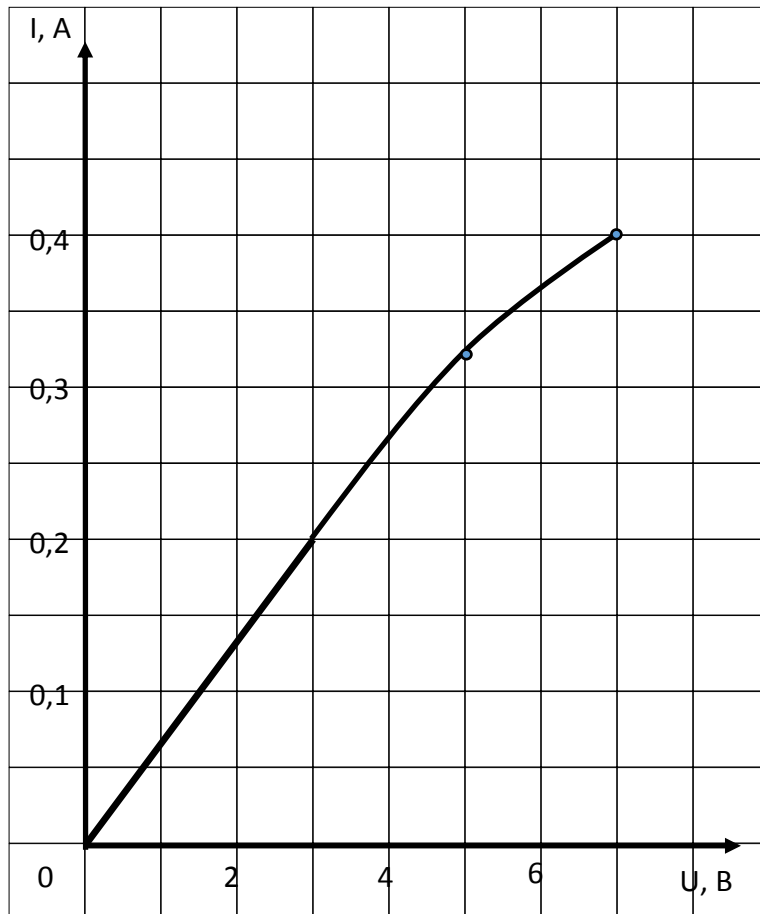
Общее напряжение равно сумме напряжений:  $U_A = U_{л} + U_{RA} = 1,8 \text{ В} + 3,2 \text{ В} = 5 \text{ В}$

Итак мы нашли точку на ВАХ цепи: (5 в; 0,32 А). Поставим ее на графике.

Делая аналогичные вычисления для точки В, получим: (7 В; 0,4 А)

Проводим плавную кривую от конца построенного нами отрезка через найденные точки графика. Все!

Открытая физико-математическая олимпиада. Физика. 8 класс. Решение.



Замечания.

Самая трудная задача. Максимум, чего добивались некоторые участники – верное построение участка графика, где лампочки обладают линейной зависимостью силы тока от напряжения (3 балла). Однако, и здесь многие запутались, не отличая напряжения на концах цепи от напряжения на одной лампочке.

Графики без решения не рассматривались. (да и верных среди них ни одного не было...)