

Всероссийская олимпиада школьников по физике

Муниципальный этап

9-й класс

Задание 1

В стакан с водой опустили кипятильник. Измерения показали, что вода нагревается от $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+56\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 1 минуту. Если при температуре $+56\text{ }^{\circ}\text{C}$ выдернуть вилку кипятильника из сети, температура падает до $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 3 минуты. Пусть при температуре $+55,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ мощность кипятильника снизилась ровно в 2 раза (например, из-за падения напряжения сети).

За какое время после этого температура воды изменится на полградуса? Нагреется или охладится при этом вода? Температура в комнате $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

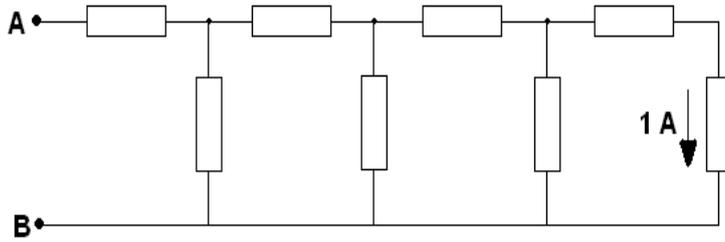
Решение

Будем считать, что теплоотдача в окружающую среду при изменении температуры в пределах от $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+56\text{ }^{\circ}\text{C}$ остаётся неизменной, и обозначим мощность тепловых потерь через P . Тогда из условия задачи следует, что мощность кипятильника N за вычетом мощности тепловых потерь втрое превышает мощность тепловых потерь, то есть $N - P = 3P$. Отсюда $N = 4P$. Так как половина мощности кипятильника превышает мощность тепловых потерь, то после падения напряжения в сети вода всё равно будет нагреваться. При упавшей мощности кипятильника время нагревания воды на 1 градус должно составить 3 минуты, то есть на 0,5 градуса вода нагреется за 1,5 минуты.

Заметим, что значение температуры в комнате в ответ не входит, оно нужно только для того, чтобы можно было обосновать постоянство теплоотдачи при изменении температуры в пределах от $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+56\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Задание 2

Каждый резистор цепи имеет сопротивление 1 Ом. Через резистор, расположенный справа, протекает ток 1 А. Каково напряжение между точками А и В?



Решение

Обозначим резисторы, как показано на верхнем рисунке. Через резисторы R_7 и R_8 протекает ток силой 1 А, потому что резисторы включены последовательно. Сопротивление $R_{78} = 2R = 2 \text{ Ом}$, а напряжение $U_{78} = 2 \text{ В}$. Сила тока через резистор R_6 будет равна $I_6 = U_{78}/R_6 = 2 \text{ А}$.

Через резистор R_5 сила тока будет равна $I_5 = I_6 + I_{78} = 3 \text{ А}$, а напряжение на нём 3 В.

Напряжение на резисторе R_4 будет определяться $U_4 = U_5 + U_{678} = 5 \text{ В}$. Через этот резистор будет протекать ток $I_4 = 5 \text{ А}$.

Через резистор R_3 будет протекать ток I_3 , который можно определить как $I_3 = I_4 + I_5 = 8 \text{ А}$. Напряжение на нём будет равно $U_3 = 8 \text{ В}$.

Напряжение на резисторе R_2 будет $U_2 = U_3 + U_4$.
 $U_2 = 13 \text{ В}$.

Через резистор R_2 будет протекать ток $I_2 = U_2/R_2$, $I_2 = 13 \text{ А}$.

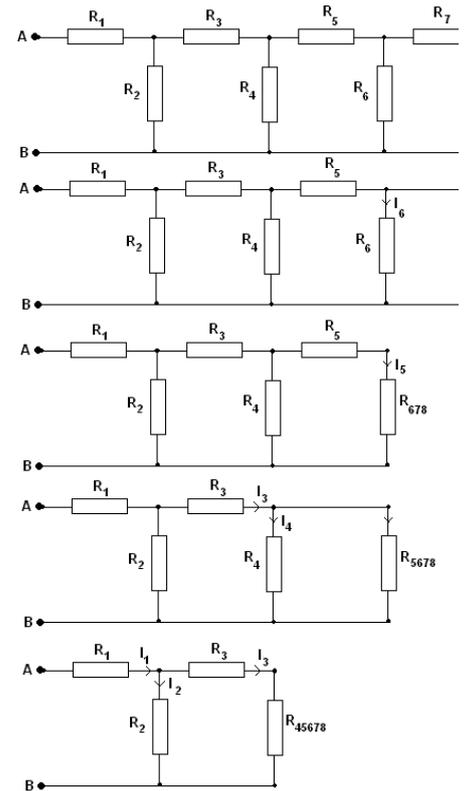
Через резистор R_1 будет протекать ток $I_1 = I_2 + I_3$ или $I_1 = 13 \text{ А} + 8 \text{ А} = 21 \text{ А}$, а напряжение на нём будет равно $U_1 = 21 \text{ В}$.

Напряжение между точками А и В будет равно $U_{AB} = U_1 + U_2 = 21 \text{ В} + 13 \text{ В} = 34 \text{ В}$.

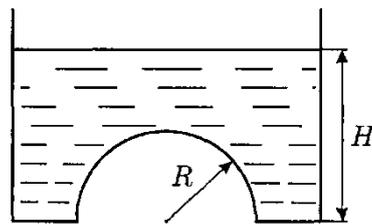
Ответ: $U_{AB} = 34 \text{ В}$.

Задание 3

Отверстие в горизонтальном дне сосуда закрыто лёгким полусферическим колпачком радиусом R . Сосуд наполнен жидкостью плотностью ρ . Дно сосуда находится на глубине H . Найдите силу, с которой



колпачок давит на дно сосуда. Ускорение свободного падения равно g .
 Объём шара радиусом R равен $\frac{4\pi R^3}{3}$.



Решение

Так как колпачок лёгкий и его веса учитывать не надо, то давление на дно сосуда определится весом жидкости над колпачком: $F = mg$.

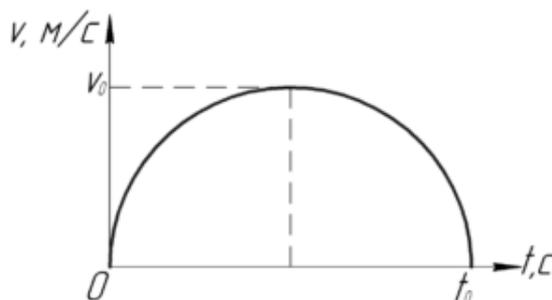
Масса m определится объёмом V воды над колпачком, а это разность объёмов цилиндра и полушара

$$V = \pi R^2 H - \frac{2}{3} \pi R^3.$$

$$F = \pi \rho g R^2 \left(H - \frac{2}{3} R \right).$$

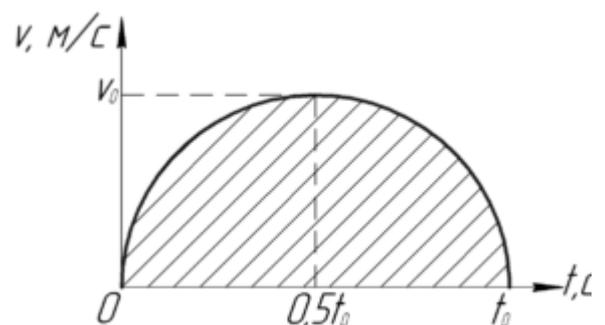
Задание 4

График зависимости скорости тела от времени имеет вид полуокружности (см. рисунок). Максимальная скорость тела v_0 , время движения t_0 . Определить путь, пройденный телом.



Решение

Используем тот факт, что путь, пройденный телом, возможно определить как площадь фигуры под графиком зависимости скорости тела от времени (на рисунке к решению заштриховано). Так как график имеет вид полуокружности, то и его площадь находится как половина площади круга.



Запишем формулу в виде $S = \frac{1}{2} \pi r \cdot r$.

Это необходимо для того, чтобы человек, решающий эту задачу не подставил вместо r либо только v_0 , либо только $t_0/2$, поскольку в таком случае ответ не будет соответствовать размерности пути. Поэтому вместо первого r подставим v_0 , а вместо второго – $t_0/2$. Только в этом случае мы сможем получить верный ответ:

$$S = \frac{1}{2} \pi v_0 \frac{t_0}{2} = 0,25 \pi v_0 t_0$$

Задание 5

Без использования посторонних измерительных приборов (линеек, тетрадей в клеточку и т. п.) определите линейную плотность линейки. Подробно опишите методику измерений и последовательность действий. Приведите расчётные формулы и результаты измерений.

Оборудование: линейка с заклеенной шкалой, лист А4 с поверхностной плотностью 80 г/м^2 , инсулиновый шприц 1 мл (внутренний диаметр 4,7 мм).

Примечание: поверхностная плотность — отношение массы к площади поверхности $\sigma = \frac{m}{S}$, $[\sigma] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$, линейная плотность — отношение массы тела к его длине $\lambda = \frac{m}{l}$, $[\lambda] = \frac{\text{кг}}{\text{м}}$, объём цилиндра находится по формуле $V = Sh$, где h — его высота, S — площадь основания. Площадь круга находится по формуле $S = \pi R^2$. **Строго запрещено применять свои измерительные приборы.**

Решение:

1. Будем использовать шприц как измеритель длины: длина шприца

$$H = \frac{V}{S} = \frac{1 \text{ см}^3}{0,785 D^2} = 5,8 \text{ см}, \text{ расстояние между делениями } H_0 = \frac{H}{50 \text{ делений}} = 1,16 \text{ мм}$$

(2 балла).

2. Находим размеры листа А4 и его площадь $S = ab$. Зная поверхностную плотность листа находим его массу $m = \sigma S$ (2 балла).

3. Измеряем длину линейки L (1 балл).

4. Для нахождения плеча l_1 нужно найти центр тяжести линейки, уравнивая её на какой-либо опоре. Так как центр тяжести находится точно не на середине её длины (линейка неоднородная) (1 балл).

5. Применяем правило рычага. Лист бумаги (его можно сложить в несколько раз) играет роль груза. Уравниваем бумагу на линейке. В качестве опоры можно использовать край стола или ручку.

$$m_{\text{линейки}} g l_1 = m_{\text{бумаги}} g l_2$$

$$\lambda L l_1 = m_{\text{бумаги}} l_2 \quad (4 \text{ балла})$$

$$\lambda = \frac{m_{\text{бумаги}} l_2}{L l_1}$$

Критерии и методики оценивания выполненных олимпиадных заданий муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников по физике в Архангельской области в 2022/23 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
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