

**Ключи к заданиям муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике  
2025-2026 учебный год  
10 класс**

Продолжительность олимпиады: 230 минут. Максимально возможное количество баллов: 50

**Общие критерии оценок**

Жюри олимпиады оценивает записи, приведенные в чистовике. Черновики не проверяются.

Правильный ответ, приведенный без обоснования или полученный из неправильных рассуждений, не учитывается. Если задача решена не полностью, то этапы ее решения оцениваются в соответствии с критериями оценок по данной задаче.

Если задача решена отличным от авторского способа, то решение оценивается согласно приведенных ниже критериев.

Таблица 1

**Критерии проверки**

| Баллы | Правильность (ошибочность) решения                                                                         |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10    | Полное верное решение                                                                                      |
| 7-9   | Верное решение. Имеются небольшие недочёты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки |
| 5-6   | Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы                                                  |
| 3-4   | Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения формулы                  |
| 1-2   | Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения или при ошибочном решении                       |
| 0     | Решение неверно или отсутствует                                                                            |

Не допускается снижение оценок за плохой почерк, решение способом, отличным от авторского, и т.д. Все спорные вопросы рекомендуется решать в пользу школьника.

Рекомендуется проверять сначала первую задачу во всех работах, затем вторую и т.д.

Все пометки в работе участника члены жюри делают только красными чернилами. Баллы за промежуточные выкладки ставятся около соответствующих мест в работе (это исключает пропуск отдельных пунктов из критериев оценок). Итоговая оценка за задачу ставится в конце решения. Кроме того, члены жюри заносят её в таблицу (см. табл. № 2) на первой странице работы и ставит свою подпись (с расшифровкой) под оценкой. В случае неверного решения необходимо находить и отмечать ошибку, которая к нему привела. Это позволит точнее оценить правильную часть решения и сэкономит время в случае апелляции

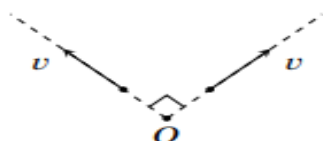
Таблица 2

| № задания | Набранные баллы |
|-----------|-----------------|
| 1         |                 |
| 2         |                 |
| 3         |                 |
| 4         |                 |
| итого     |                 |

**Задача № 1. Озорные мышата. (10 баллов)**

Озорные мышата подкрались к спящему в точке  $O$  коту Леопольду, дёрнули его за усы и одновременно бросились бежать со скоростью  $v$  по двум взаимно перпендикулярным прямым. Проснувшись и сообразив, что происходит, Леопольд побежал со скоростью  $5v$  вдогонку за первым мышонком, через время  $\tau$  догнал его и сразу же побежал ко второму.

1. Через какое минимальное время после встречи с первым мышонком кот догонит второго?
2. Через какое минимальное время после встречи со вторым мышонком кот вернётся в точку  $O$ ? Скорость кота по величине не меняется.

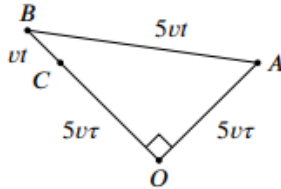


**Возможное решение**

**Решение:** Расстояние от точки  $A$ , в которой Леопольд поймал первого мышонка, до точки  $O$  равно  $5v\tau$  (см. рис. 10.4). Пусть  $t$  — время погони за вторым мышонком, тогда расстояние  $AB$ , пройденное котом до встречи в точке  $B$ , равно  $5vt$ . Отсюда по теореме Пифагора

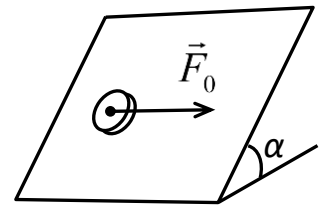
$$(vt + 5v\tau)^2 + (5v\tau)^2 = (5vt)^2 \Rightarrow t^2 + 10\tau t + 50\tau^2 = 25t^2 \Rightarrow 24t^2 - 10\tau t - 50\tau^2 = 0.$$

Решая это уравнение и отбрасывая отрицательный корень, получим, что  $t = 5\tau/3$ . Второй мышонok, таким образом, успел убежать от точки  $O$  на расстояние  $s = OB = vt + 5v\tau = 20v\tau/3$ , следовательно, время возвращения кота в точку  $O$  равно  $t' = s/(5v) = 4\tau/3$ .



### **Задача № 2. Шайба. (10 баллов)**

На плоскости, образующей угол  $\alpha$  с горизонтом, лежит шайба массы  $m$ . Какую минимальную силу  $\vec{F}_0$  надо приложить к шайбе в горизонтальном направлении вдоль плоскости, чтобы она сдвинулась? Коэффициент трения равен  $k$ .



### **Возможное решение**

Из условия задачи ясно, что на тело реально действуют 4 силы:

$\vec{N}$ ,  $m\vec{g}$ ,  $\vec{F}_{TP}$  и  $\vec{F}_0$ . Изобразим их на рисунке.

С плоскости тело будет скатываться, если  $\vec{F}_{PE3} = \vec{F}_{TP}$ .

$$\vec{F}_{PE3}^2 = \vec{F}_0^2 + (mg \sin \alpha)^2.$$

Условие сдвига:  $\vec{F}_{PE3} \geq \vec{F}_{TP\max} = kN = k \cdot mg \cos \alpha$ .

Тогда  $\vec{F}_0 = mg \sqrt{k^2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha}$ . ( $k > \tan \alpha$ ).

Обязательно должен присутствовать анализ соотношения между  $k$  и  $\alpha$ .

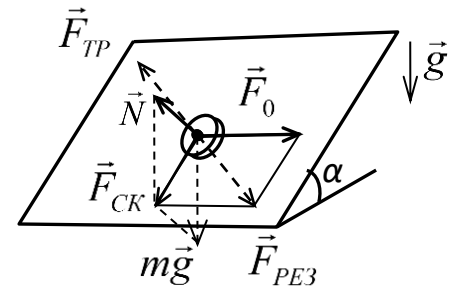


Рис.2

### **Задача № 4. Охлаждение воды. (10 баллов)**

В легкой тонкостенной кастрюле, в которую налили 1 л воды, никак не удается довести воду до кипения при помощи нагревателя мощностью 100 Вт. Определить, за какое время вода остынет на  $1^\circ\text{C}$ , если убрать нагреватель. Теплоемкость воды  $4180 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$ .

### **Возможное решение**

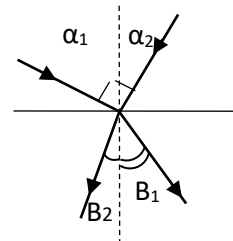
Из условия ясно, что мощность нагревателя равна мощности, рассеивающейся в окружающее пространство (температура воды со временем не меняется). Значит, если нагреватель выключить, то отдаваемая водой мощность составит 100 Вт, и на один градус она остынет за время

$$\tau = \frac{c \cdot m \cdot \Delta T}{P} = \frac{4100 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \cdot 1 \text{ кг} \cdot 1^\circ\text{C}}{100 \text{ Вт}} \approx 42 \text{ с}.$$

#### Задача № 4. Световые лучи. (10 баллов)

Взаимно перпендикулярные лучи идут из воздуха в жидкость. Каков относительный показатель преломления этой жидкости, если один луч преломляется под углом  $36^\circ$ , а другой под углом  $20^\circ$ .

**Примечание:**  $\sin(20^\circ)=0.342$ ,  $\sin(36^\circ)=0.588$ .



#### Возможное решение

По закону преломления:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1} = n_{12} \Rightarrow \sin \alpha_1 = n_{12} \cdot \sin \beta_1 \quad \frac{\sin \alpha_2}{\sin \beta_2} = \frac{\sin(90^\circ - \alpha_1)}{\sin \beta_2} = n_{12} \Rightarrow \cos \alpha_1 = n_{12} \cdot \sin \beta_2$$

По основному тригонометрическому тождеству:

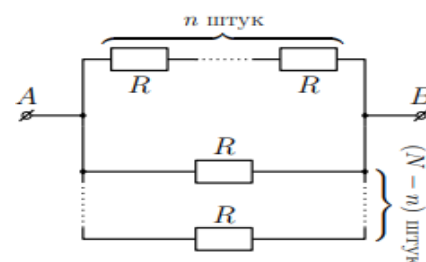
$$\sin^2 \alpha_1 + \cos^2 \alpha_1 = 1$$

$$(n_{12} \cdot \sin \beta_1)^2 + (n_{12} \cdot \sin \beta_2)^2 = 1$$

$$n_{12} = \frac{1}{\sqrt{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}} = 1.47$$

#### Задача № 4. Последовательное и параллельное соединения. (10 баллов)

У школьника Саши есть  $N$  одинаковых резисторов сопротивлением  $R$  каждый. Саша собрал из них такую цепочку:  $n$  резисторов он соединил последовательно, а все остальные присоединил параллельно к ним. Саша с помощью омметра измерил зависимость общего сопротивления цепочки от числа последовательно соединённых резисторов, получившаяся зависимость приведена в таблице ниже



| n                           | 2   | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|-----------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|
| $R_{\text{общ}}, \text{Ом}$ | 9,4 | 10,9 | 12,8 | 15,4 | 19,2 | 25,5 | 37,6 |

1. Запишите формулу для сопротивления цепочки  $R_{\text{общ}}$ , выразив его следующие параметры: сопротивление одного резистора  $R$ , число соединённых последовательно резисторов  $n$  и полное число резисторов  $N$ .
2. Перепишите эту формулу в виде  $y = N - R \cdot x$ , для чего определите величины  $x$  и  $y$ .
3. Постройте зависимость  $y(x)$  и графически определите значения сопротивления одного резистора  $R$  и полного числа резисторов  $N$ .

#### Возможное решение

Общее сопротивление последовательно соединённой части цепочки будет равно  $nR$ , тогда для параллельного соединения

$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \underbrace{\frac{1}{R} + \dots + \frac{1}{R}}_{N-n \text{ раз}} + \frac{1}{nR} = \frac{N-n}{R} + \frac{1}{nR} = \frac{(N-n)n + 1}{nR}. \quad (1)$$

Тогда полное сопротивление цепочки

$$R_{\text{общ}} = \frac{nR}{(N-n)n + 1}. \quad (2)$$

Преобразуем полученное уравнение:

$$nR = R_{\text{общ}} ((N - n)n + 1) = R_{\text{общ}} (Nn - n^2 + 1). \quad (3)$$

Чтобы при полном числе резисторов  $N$  был множитель, равный единице, разделим это уравнение на  $R_{\text{общ}} \cdot n$ :

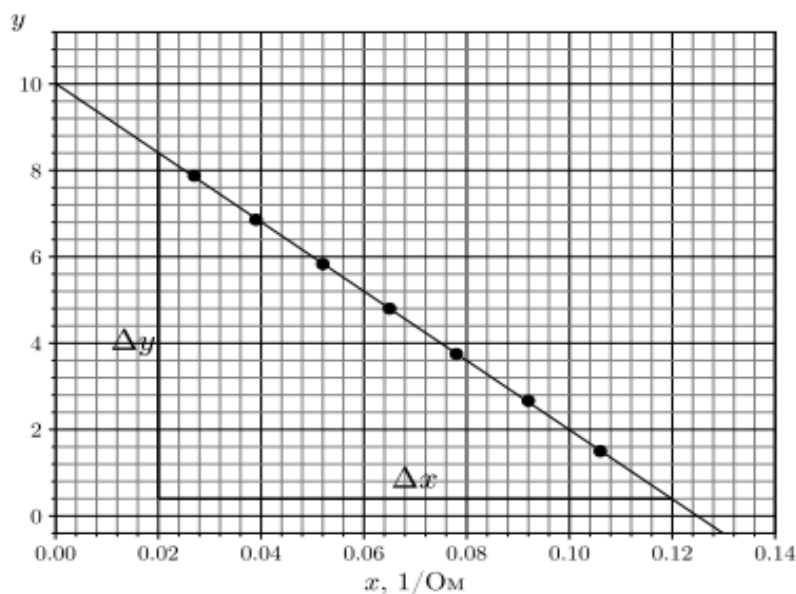
$$\frac{R}{R_{\text{общ}}} = N - n + \frac{1}{n}, \quad n - \frac{1}{n} = N - R \cdot \frac{1}{R_{\text{общ}}}. \quad (4)$$

Сравнивая полученное уравнение с уравнением  $y = N - R \cdot x$ , установим, что

$$y = n - \frac{1}{n}, \quad x = \frac{1}{R_{\text{общ}}}. \quad (5)$$

График зависимости  $y(x)$  будет иметь вид прямой линии, полное число резисторов  $N$  можно найти по точке пересечения прямой с осью  $Oy$ , а сопротивление одного резистора  $R$  — по угловому коэффициенту прямой. Вычисляем значения  $x$  и  $y$ , заносим их в таблицу и строим график:

|                              |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $n$                          | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| $R_{\text{общ}}, \text{ Ом}$ | 9,4   | 10,9  | 12,8  | 15,4  | 19,2  | 25,5  | 37,6  |
| $x, 1/\text{Ом}$             | 0,106 | 0,092 | 0,078 | 0,065 | 0,052 | 0,039 | 0,027 |
| $y$                          | 1,500 | 2,667 | 3,750 | 4,800 | 5,833 | 6,857 | 7,875 |



По графику находим:

$$N = 10, \quad R = \frac{|\Delta y|}{|\Delta x|} = \frac{8,4 - 0,4}{0,12 - 0,02} = 80 \text{ Ом}. \quad (6)$$