

**Ключи к заданиям муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике  
2021-2022 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.

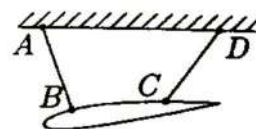
Все пометки в работе участника члены жюри делают только красными чернилами. Баллы за промежуточные выкладки ставятся около соответствующих мест в работе (это исключает пропуск отдельных пунктов из критериев оценок). Итоговая оценка за задачу ставится в конце решения. Кроме того, члены жюри заносит её 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	

**1. (10 баллов)**

Веретено переменного сечения подвешено на двух нитях к горизонтальной полке. Укажите на чертеже линию, на которой расположен центр тяжести веретена. Ответ обоснуйте.



**Возможное решение**

Расставим силы натяжения, действующие на веретено. Запишем два условия равновесия:

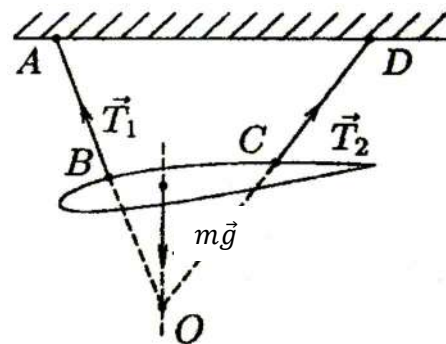
$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + m\vec{g} = 0$$

$$M_1 + M_2 + M_3 = 0$$

Они выполняются, только когда линия действия силы  $m\vec{g}$  проходит через точку O.

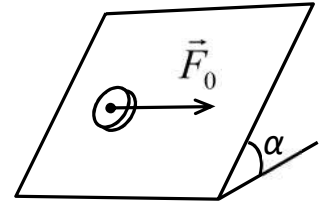
Геометрически найдено положение точки O

Правильно проведена линия, на которой расположен центр тяжести веретена и изображена сила тяжести  $m\vec{g}$



## 2. (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  $\vec{F}_{PEЗ} = \vec{F}_{TP}$ .

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

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

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

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

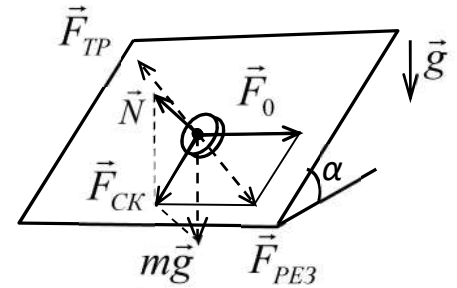


Рис.2

## 3. (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:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1} = n_{12} \Rightarrow \sin \alpha_1 = n_{12} \cdot \sin \beta_1$$

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

По основному тригонометрическому тождеству:

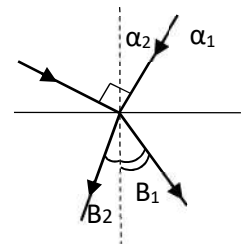
$$\sin^2 \alpha_1 + \cos^2 \alpha_1 = 1$$

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

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

## 4. (10 баллов)

Определите силу тока через каждый из резисторов, если к цепи (точки А и В) приложено напряжение  $U = 84$  В. Сопротивления резисторов в схеме:  $R_1 = R_5 = R_8 = 12$  Ом;  $R_2 = R_6 = R_7 = 6$  Ом;  $R_4 = 24$  Ом;  $R_3 = 3$  Ом.



### Возможное решение

Построим эквивалентную схему.

В верхней цепочке  $R_1:R_2:R_3 = 12:6:3 = 4:2:1$ , в нижней цепочке  $R_4:R_8:R_7 = 24:12:6 = 4:2:1$  (**1 балл**)

Поэтому сопротивление  $R_5$  соединяет точки с одинаковым потенциалом, тоже самое происходит с сопротивлением  $R_6$ .

Поэтому через эти сопротивления ток не проходит  $I_5 = I_6 = 0A$  (**1 балл**) и их можно исключить из цепи, тогда эквивалентная

схема будет состоять из двух параллельно соединённых цепочек в которых общее напряжение будет равно напряжению на всём

участке цепи  $U = U_{123} = U_{487}$ , (**1 балл**) согласно закона напряжения для параллельного соединения. В верхней веточке сопротивления  $R_1, R_2, R_3$  соединены

последовательно, значит согласно закона силы тока для последовательного соединения  $I_{123} = I_1 = I_2 = I_3$  (**1 балл**) и

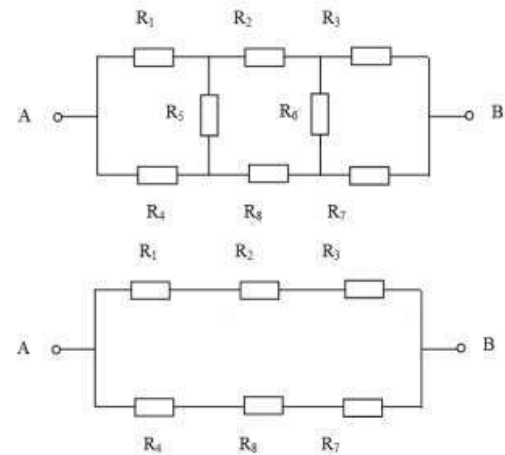
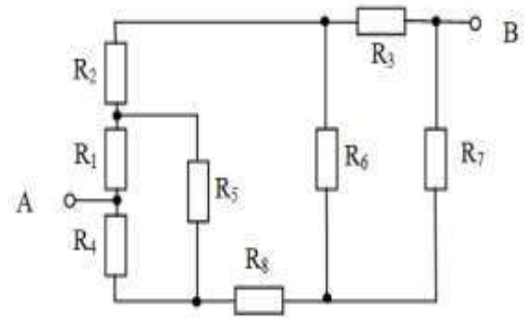
определяются по закону Ома для участка цепи  $I_{123} = \frac{U}{R_{123}} = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_3}$ ,

(**1 балл**) где  $R_{123} = R_1 + R_2 + R_3$ , (**1 балл**) согласно закона сопротивления для последовательного соединения. Выполнив

вычисления получаем  $I_{123} = I_1 = I_2 = I_3 = 4A$  (**0,5 балла**)

Аналогично вычисляются  $I_{487} = I_4 = I_8 = I_7$  (**1 балл**)  $I_{487} = \frac{U}{R_{487}} = \frac{U}{R_4 + R_8 + R_7}$ , (**1 балл**) где  $R_{487} = R_4 + R_8 + R_7$  (**1 балл**)

Выполнив вычисления получаем  $I_{487} = I_4 = I_8 = I_7 = 2A$  (**0,5 балла**)



### 5. (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  $1^\circ C$ , если убрать нагреватель. Теплоемкость воды  $4180 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ C$ .

### 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

$$\tau = \frac{c \cdot m \cdot \Delta T}{P} = \frac{4100 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3} \cdot 1 \text{кг} \cdot 1^\circ C}{100 \text{ Вт}} \approx 42 \text{ с.}$$