

Казанский (Приволжский) федеральный университет  
Межрегиональная предметная олимпиада

---



ШИФР	Ф10-20
------	--------

(заполняется оргкомитетом)

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**  
участника Олимпиады

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по физике для 10 классов,  
заключительный этап, 2024-2025 учебный год

---

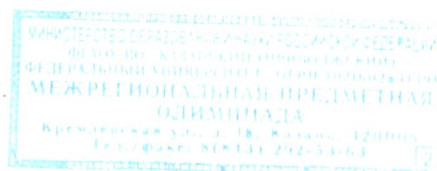
(наименование дисциплины)

**Данные участника**

ID номер участника

1092051

**Казанский (Приволжский) федеральный университет**  
**Межрегиональные предметные олимпиады**



Дата " \_\_\_\_ " \_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Шифр Ф 10-20  
 (заполняется оргкомитетом)

**Оценка работы**

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	17	18	17	23	19											94
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

(профиль олимпиады)

(класс участия)

№1

$f_0 = 17 \text{ мм}$       Для начала найдем  $F_0$  - фокусное расстояние  
 $d_0 = 1 \text{ м}$       хрусталика без внешних линз и  $d = d_0 = 1 \text{ м}$ .

$$\frac{1}{f_0} + \frac{1}{d_0} = \frac{1}{F_0}; \quad F_0 = \left( \frac{1}{f_0} + \frac{1}{d_0} \right)^{-1} = \frac{17000}{1017} \text{ мм} \approx 16,716 \text{ мм}$$

1) ~~Найдём~~ В этом случае глаз фокусируется на изображении, созданном линзой, а не на самом предмете. Найдём  $f_1$  - расстояние от линзы до изображения.

$$\frac{1}{d_0/2} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1}; \quad \frac{d_0}{2} - \text{расстояние от линзы до предмета,}$$

$F_1$  - фокусное расстояние линзы

$$f_1 = 12,5 \text{ см} \Rightarrow d_1 = \frac{d_0}{2} - f_1 - \text{расстояние от изображения до хрусталика.}$$

$$d_1 = 37,5 \text{ см}$$

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_0} = \frac{1}{F_2}; \quad F_2 - \text{новое фокусное расстояние.}$$

отсюда  $F_2 = \frac{6375}{392} \text{ мм} \approx 16,263 \text{ мм}$

тогда:  $\frac{F_0}{F_2} = \frac{3136}{3051} \approx 1,028 \Rightarrow F_{\text{мизы}} \text{ увеличилось в } 1,028 \text{ раз}$

2) Аналогично с 1 пунктом найдём расстояние до изображения

$$\frac{1}{d_0/2} + \frac{1}{f_2} = -\frac{1}{F_1} \Rightarrow f_2 = -\frac{25}{3} \text{ см} \Rightarrow d_2 = \frac{d_0}{2} - f_2 = \frac{175}{3} \text{ см}$$

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_0} = \frac{1}{F_3}; F_3 = \left( \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_0} \right)^{-1} = \frac{29750}{1801} \text{ мм} \approx 16,519 \text{ мм}$$

$$\frac{F_0}{F_2} = \frac{7204}{7119} \approx 1,012 \Rightarrow F_{\text{мизы}} \text{ увеличилось в } 1,012 \text{ раз}$$

Ответ: 1) в 1,028 раз; 2) в 1,012 раз

№2.

Запишем 2 закона Ньютона для случаев  $h=3 \text{ м}$ ;  $h=7 \text{ м}$  и  $h_{\text{крит}}$ , при котором сосуда motion

$$\begin{cases} F_{A1} = F_1 + Mg; & M - \text{масса сосуда}, F_1 = 10 \text{ Н} \\ F_{A2} = F_2 + Mg; & F_2 = 6 \text{ Н} \\ F_{A3} = Mg \end{cases}$$

$$F_A = \rho g V \Rightarrow \begin{cases} \rho g V_1 = \rho g V_{\text{крит}} + F_1 \\ \rho g V_2 = \rho g V_{\text{крит}} + F_2 \end{cases} \quad / \quad \begin{cases} \rho g (V_1 - V_{\text{крит}}) = F_1 \\ \rho g (V_2 - V_{\text{крит}}) = F_2 \end{cases}$$

$$\frac{V_1 - V_{\text{крит}}}{V_2 - V_{\text{крит}}} = \frac{F_1}{F_2}; \quad \begin{aligned} (p_0 + \rho g h_1) V_1 &= \rho R T_0 \\ (p_0 + \rho g h_2) V_2 &= \rho R T_0 \\ (p_0 + \rho g h_{\text{крит}}) V_{\text{крит}} &= \rho R T_0 \end{aligned}$$



## Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « \_\_\_\_\_ », \_\_\_\_\_ класс,

вариант \_\_\_\_\_

 $\sqrt{2}$  (прогалетение)

$$-V_1 F_2 + V_{\text{крит}} F_2 = -V_2 F_1 + F_1 V_{\text{крит}}$$

$$V_{\text{крит}} (F_1 - F_2) = F_1 V_2 - F_2 V_1$$

$$V_{\text{крит}} = \frac{F_1 V_2 - F_2 V_1}{F_1 - F_2} ; \frac{\cancel{JRT_0}}{p_0 + \rho g h_{\text{крит}}} = \frac{F_1 \frac{JRT_0}{(p_0 + \rho g h_2)} - F_2 \frac{JRT_0}{(p_0 + \rho g h_1)}}{F_1 - F_2}$$

$$p_0 + \rho g h_{\text{крит}} = \frac{F_1 - F_2}{\frac{F_1}{p_0 + \rho g h_2} - \frac{F_2}{p_0 + \rho g h_1}}$$

$$p_0 + \rho g h_{\text{крит}} = \frac{(F_1 - F_2)(p_0 + \rho g h_2)(p_0 + \rho g h_1)}{F_1(p_0 + \rho g h_1) - F_2(p_0 + \rho g h_2)}$$

$$h_{\text{крит}} = \frac{1}{\rho g} \left( \frac{(F_1 - F_2)(p_0 + \rho g h_2)(p_0 + \rho g h_1)}{F_1(p_0 + \rho g h_1) - F_2(p_0 + \rho g h_2)} - p_0 \right)$$

$$h_{\text{крит}} = \frac{151}{7} \approx 21,6 \text{ м}$$

Ответ: 21,6 м

13.

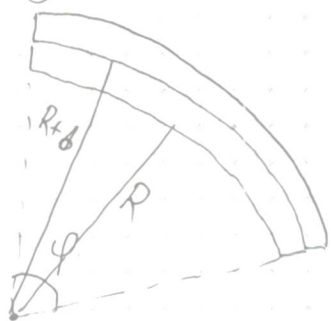
Для начала найдем новые длины полос после нагрева:

$$L_{Al} = L(1 + \alpha_{Al} t) = 100,23 \text{ см}$$

$$L_{Cu} = L(1 + \alpha_{Cu} t) = 100,17 \text{ см}$$

температурное изменение параметра  
в считаем пренебрежимо  
малым

тогда две полосы можно ~~так~~ считать за ~~2~~ ~~соседних~~  
2 участка 2х соседних прилегающих друг к другу  
калей.



выразим  $L_{Al}$  и  $L_{Cu}$  через  
длину дуги окружности:

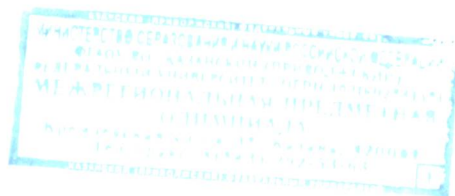
$$\begin{cases} R\varphi = L_{Cu} \\ (R+b)\varphi = L_{Al} \end{cases} \Rightarrow (R+b)L_{Cu} = RL_{Al} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R(L_{Al} - L_{Cu}) = bL_{Cu}$$

$$R = \frac{bL_{Cu}}{L_{Al} - L_{Cu}}$$

$$R = 500,85 \text{ см}$$

Ответ: 501 см

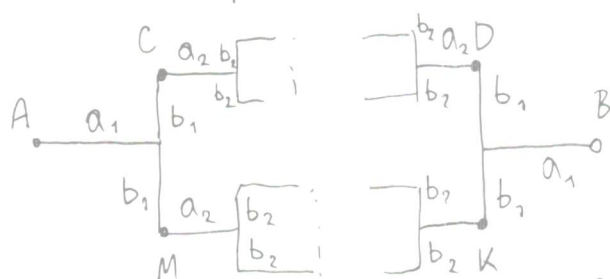


## Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « \_\_\_\_\_ », \_\_\_\_\_ класс,

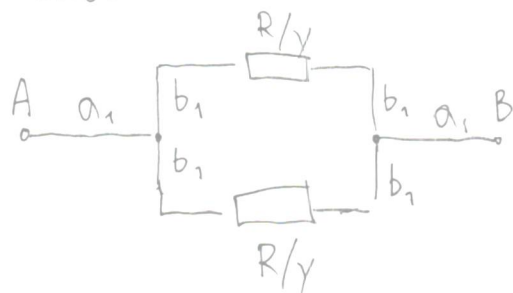
УЧ:

Рассмотрим цепь:



Если участок АВ имеет сопротивление  $R$ , то участки CD и МК - точные копии АВ, но все сопротивления в  $\gamma$  раз меньше - CD и МК имеют сопротивление  $\frac{R}{\gamma}$

Экв. схема:



$\Rightarrow$  A  $a_1$   $b_1$   $\frac{R}{2\gamma}$   $a_1$  B  
параллельное соединение одинаковых сопротивлений заменим на  $1/2$  сопротивления одного из них

$$\Rightarrow R = \rho(2a_1 + b_1) + \frac{R}{2\gamma}$$

$$R = \frac{2a_1 + b_1}{1 - \frac{1}{2\gamma}} \rho, \text{ выразим } a_1 \text{ и } b_1 \text{ через } H \text{ и } L$$

$$L = 2 \left( a_1 + \frac{a_1}{\gamma} + \frac{a_1}{\gamma^2} + \frac{a_1}{\gamma^3} + \dots \right)$$

$$L = 2a_1 \left( 1 + \frac{1}{\gamma} + \frac{1}{\gamma^2} + \frac{1}{\gamma^3} + \dots \right); \Rightarrow L = \frac{2a_1}{\gamma} \left( \gamma + 1 + \frac{1}{\gamma} + \frac{1}{\gamma^2} + \frac{1}{\gamma^3} + \dots \right)$$

$$\Rightarrow L = \frac{2a_1}{\gamma} \cdot \gamma + \underbrace{\left( \frac{2a_1}{\gamma} \left( 1 + \frac{1}{\gamma} + \frac{1}{\gamma^2} + \frac{1}{\gamma^3} + \dots \right) \right)}_{\frac{L}{\gamma}}$$

$$L = 2a_1 + \frac{L}{\gamma} ; \quad L = \frac{2a_1}{1 - \frac{1}{\gamma}} = \frac{2a_1\gamma}{\gamma - 1}$$

аналогично.  $H = \frac{2b_1\gamma}{\gamma - 1}$

$$\Rightarrow 2a_1 = \frac{L(\gamma - 1)}{\gamma}$$

$$b_1 = \frac{H(\gamma - 1)}{2\gamma}$$

$$\Rightarrow R = \frac{2\rho\gamma}{2\gamma - 1} (2a_1 + b_1)$$

$$R = \frac{2\rho\gamma}{2\gamma - 1} \left( \frac{L(\gamma - 1)}{\gamma} + \frac{H(\gamma - 1)}{2\gamma} \right)$$

$$R = \cancel{\rho\gamma(\gamma - 1)} \frac{\rho(\gamma - 1)}{2\gamma - 1} (2L + H)$$

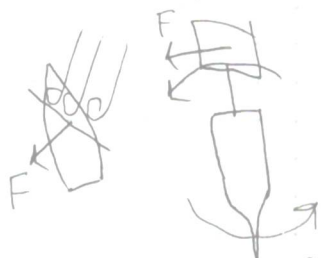
$$R = \rho \cdot \frac{\gamma - 1}{2\gamma - 1} \cdot (2L + H) \quad \text{при } \gamma = 2 \text{ и } L = H:$$

$$R' = \rho \cdot \frac{2 - 1}{4 - 1} \cdot 3H = \rho H$$

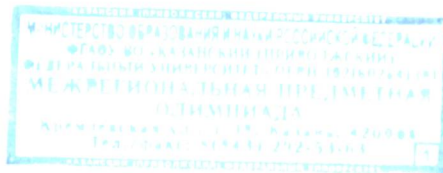
Ответ:	$R = \rho \frac{\gamma - 1}{2\gamma - 1} (2L + H)$	$R' = \rho H$
--------	--	---------------

№ 15.

Механизм движения против течения заключается в "вытеснении" из стороны в сторону. Парус ставится под углом к килю. Из-за силы ветра, действующей на парус, возникает момент силы, из-за чего судно ~~начинает~~ ~~наклоняется~~ ~~вдоль~~:



После этого, когда парус поворачивают, сила ветра пропадает. Выравниваясь, судно создаёт ~~киль~~ ~~киль~~ как весло, вытесняя воду, и само, соответственно тоже от воды отталкивается в направлении против ~~ветра~~ ~~ветра~~ ветра. (а не только против, ещё будет перпендикулярная часть скорости)



## Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

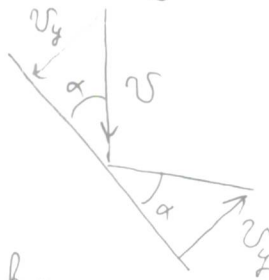
по « \_\_\_\_\_ », \_\_\_\_\_ класс,

15 (продолжение)

Сила, действующая на парус, может быть найдена из 2 закона Ньютона в импульсной форме:

$$F = \frac{\Delta m \Delta v}{\Delta t}$$

силу обеспечивает изменение импульса "частицы ветра", направленно ~~е~~ перпендикулярно парусу



$$F = \frac{2 v_y \Delta m}{\Delta t}; \quad \frac{\Delta m}{\Delta t} = \text{масса воздуха, ударяющегося о парус в ед. времени}$$

$\frac{\Delta m}{\Delta t} \sim S$  перпендикулярной парусу, то есть если  $S_{\text{полная}} = S_0$ , то

$$S_{\perp} = S_0 \sin \alpha \Rightarrow \frac{\Delta m}{\Delta t} = k S_0 \sin \alpha$$

$$F = 2 v \sin \alpha \cdot k S_0 \sin \alpha$$

$F(\alpha) = C \cdot \sin^2 \alpha$ ;  $C$  - произведение констант, которые были в формуле

$$F(\alpha = 90^\circ) = C = F_0 \Rightarrow C = F_0$$

$$\Rightarrow F(\alpha) = F_0 \sin^2 \alpha$$

из геометрии видим, что

$$F_{\parallel \text{килю}} = F(\alpha) \cdot \sin(\beta)$$

$$\Rightarrow F_{\parallel \text{килю}}(\alpha, \beta) = F_0 \sin^2 \alpha \sin \beta$$

