

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада



ШИФР	Ф10-11
------	--------

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

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

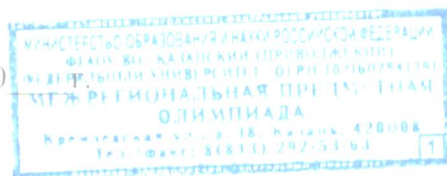
(наименование дисциплины)

Данные участника

ID номер участника

914740

Дата " " 20



Шифр **Ф10-11**
(заполняется оргкомитетом)

Оценка работы

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

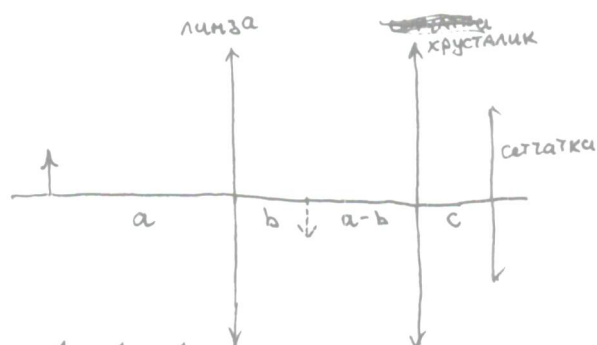
№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	17	18	16	23	18											92
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика

(профиль олимпиады)

10

(класс участия)



№1

$$c = 17 \text{ мм}$$

$$a = \frac{1 \text{ м}}{2} = 0,5 \text{ м}$$

b - расстояние от линзы до изображения

$$F_0 = 10 \text{ см}$$

$$\frac{1}{2a} + \frac{1}{c} = \frac{1}{F}; F - \text{начальное фокусное расстояние хрусталика} \quad (1)$$

$$\frac{1}{a-b} + \frac{1}{c} = \frac{1}{F'}; F' - \text{новое фокус.-ое расстояние хрусталика} \quad (2)$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F_0}; F_0 - \text{фокусное расстояние линзы} \quad (3)$$

$$b = \frac{aF_0}{a-F_0}; \rightarrow (2): \frac{1}{a - \frac{aF_0}{a-F_0}} = \frac{cF'}{c \cdot F'}; \rightarrow c \cdot F' = \frac{aF_0}{a-F_0} \cdot a(c-F') \left(1 - \frac{F_0}{a-F_0}\right)$$

$$c \cdot F' = \frac{aF_0}{a-F_0} \cdot a(c-F') \left(1 - \frac{F_0}{a-F_0}\right); c \cdot F' = \frac{aF_0}{a-F_0} \cdot a(c-F') \left(1 - \frac{F_0}{a-F_0}\right)$$

$$F' \left(\frac{c}{a} + 1 - \frac{F_0}{a-F_0} \right) = c \left(1 - \frac{F_0}{a-F_0} \right); F' = \frac{1 - \frac{F_0}{a-F_0}}{\frac{c}{a} + 1 - \frac{F_0}{a-F_0}} c = \frac{\left(1 - \frac{0,1}{0,5-0,1}\right) \cdot 17 \text{ мм}}{\frac{17}{500} + 1 - \frac{0,1}{0,5-0,1}} = \frac{\left(1 - \frac{1}{4}\right) \cdot 17 \text{ мм}}{\frac{17}{500} + 1 - \frac{1}{4}} = \frac{375}{392} \cdot 17 \text{ мм} =$$

$$= \frac{6375}{392} \text{ мм} \approx 16,26 \text{ мм}$$

$$F = \frac{2ac}{2a+c} \approx 16,72 \text{ мм};$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{16,26 \text{ мм}}{16,72 \text{ мм}} = 0,97$$

Для рассеивающей линзы $F_0' = -10 \text{ см}$
Тогда, новое фокус.-ое рас-ие хруст.-ка: $F'' = F \cdot \frac{1 + \frac{F_0}{a+F_0}}{\frac{c}{a} + 1 + \frac{F_0}{a+F_0}} \approx 16,52 \text{ (мм)}$

$$\frac{F''}{F} = 0,988$$

Пусть m_0 - масса воздуха; силы для удержания: $F = 10 \text{ Н}$; $F' = 6 \text{ Н}$;
 $h = 3 \text{ м}$; $h' = 7 \text{ м}$; T, ρ - тем-ра и коэф. вяз-ва газа.

При 3 м:



$$\rho V = \rho_0 + \rho_g h; \quad F_a = Mg + F; \quad M = m_0 + \mu V; \quad F_a = \rho_g V$$

(1) (2) (3) (4) (5)

(3) \rightarrow (2): \leftarrow (4):

$$\rho_g V = F + g(m_0 + \mu V) \leftarrow (1), (2):$$

$$\rho_g \frac{\rho_0 + \rho_g h}{\rho_0 + \rho_g h} = F + g(m_0 + \mu V)$$

$$\frac{\rho_g}{\rho_0 + \rho_g h} \cdot \rho_0 RT = \mu V g + g m_0 + F; \rightarrow \rho_g \left(\frac{\rho_0 RT}{\rho_0 + \rho_g h} - \mu \right) = g m_0 + F$$

$$\rightarrow \bullet \rho_g = \frac{g m_0 + F}{\frac{\rho_0 RT}{\rho_0 + \rho_g h} - \mu} \quad \text{Аналогично, для } 7 \text{ метров: } \bullet \rho_g = \frac{m_0 g + F'}{\frac{\rho_0 RT}{\rho_0 + \rho_g h'} - \mu}$$

$$\frac{m_0 g + F}{\frac{\rho_0 RT}{\rho_0 + \rho_g h} - \mu} = \frac{m_0 g + F'}{\frac{\rho_0 RT}{\rho_0 + \rho_g h'} - \mu}; \rightarrow \text{подставим: } \frac{10 m_0 + 10}{\frac{1000 TR}{100000 + 30000} - \mu} = \frac{10 m_0 + 6}{\frac{1000 TR}{100000 + 70000} - \mu}$$

Заметим, что при $\mu = 29 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, выражение $\frac{\rho_0 RT}{\rho_0 + \rho_g h} \gg \mu$ при μ ~~малом~~ T , а значит μ (как и всей массы воздуха) можно пренебречь.

$$\bullet \frac{m_0 g + F}{\frac{\rho_0 RT}{\rho_0 + \rho_g h}} = \frac{m_0 g + F'}{\frac{\rho_0 RT}{\rho_0 + \rho_g h'}} \Rightarrow \frac{m_0 g + F}{(\rho_0 + \rho_g h)} = \frac{m_0 g + F'}{(\rho_0 + \rho_g h')} \Rightarrow \frac{10 m_0 + 10}{130000} = \frac{10 m_0 + 6}{170000}$$

$$170 m_0 + 170 = 130 m_0 + 60$$

$$\Rightarrow (m_0 g + F)(\rho_0 + \rho_g h) = (m_0 g + F')(\rho_0 + \rho_g h') \Rightarrow (10 m_0 + 10) \cdot 130000 = (10 m_0 + 6) \cdot 170000$$

$$130 m_0 + 130 = 170 m_0 + 102$$

$$40 m_0 = 28; m_0 = \frac{28}{40} (\text{кг}) = 0,7 \text{ кг}$$

В искомым случае:

$$F_a = Mg; \quad m_0 g \text{ сравнимо с } F \text{ и } F', \text{ значит, } m_0 \gg \mu V$$

$$M = m_0$$

$$\bullet \rho_g = \frac{m_0 g (\rho_0 + \rho_g h)}{\rho_0 RT}; \quad \mu - \text{искалая } \text{высоты и глубины.}$$

$$\bullet \frac{(m_0 g + F)(\rho_0 + \rho_g h)}{\rho_g RT} = \frac{m_0 g (\rho_0 + \rho_g h)}{\rho_0 RT} \Rightarrow (7 + 10) \cdot 130000 = 7(100000 + 100000 H)$$

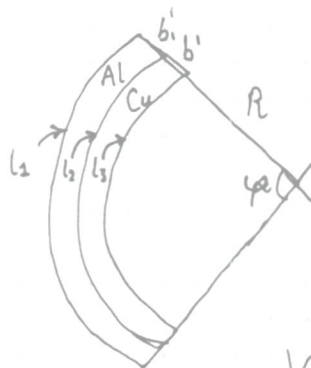
$$17 \cdot 13 = 70 + 7H; \quad H = \frac{17 \cdot 13 - 70}{7} (\text{м}) = 21,57 (\text{м})$$

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 10 класс,

вариант _____

№ 3

Объем до - V , Объем после - V' . $V_{Al} = V_{Cu} = b L h$, h - ширина пластин.

$$V_{Al}' = \alpha_{Al}^3 b L h \quad \text{! Я принял } \left\{ \begin{array}{l} \alpha_{Al} = 1 + 23 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \cdot 100^\circ\text{C} \\ \alpha_{Cu} = 1 + 17 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \cdot 100^\circ\text{C} \end{array} \right.$$

$$V_{Cu}' = \alpha_{Cu}^3 b L h$$

$$R \varphi = l_3; (R+b) \varphi = l_2; (R+2b) \varphi = l_3$$

$$V_{Cu}' = \frac{\varphi}{2\pi} (\pi(R+b)^2 - \pi R^2) \cdot h \cdot \alpha_{Cu}^3, \quad b' = \alpha_{Cu} b$$

из геометрии:

$$V_{Al}' = \frac{\varphi}{2\pi} (\pi(R+b')^2 - \pi(R+b)^2) \cdot h \cdot \alpha_{Al}^3$$

$$V_{Cu}' = \pi h \alpha_{Cu} \frac{\varphi}{2\pi} (R^2 + 2Rb' + b'^2 - R^2) = \frac{\varphi}{2} h \alpha_{Cu} (2Rb' + b'^2). \quad \text{Будем считать,}$$

$$\text{что } b'^2 \ll R. \quad \bullet V_{Cu}' = h \alpha_{Cu} R b' \varphi \quad (\text{т.к. } L \gg b)$$

$$\text{Для алюминия: } \bullet V_{Al}' = h \alpha_{Al} (R+b') \varphi, \quad b' = \alpha_{Al} b$$

$$\alpha_{Cu}^3 b L h = h \alpha_{Cu} R b' \varphi$$

$$\alpha_{Cu}^3 L = R \varphi; \quad \alpha_{Al}^3 b L h = h \alpha_{Al} (R + \alpha_{Cu} b) \alpha_{Al} b \varphi$$

$$\alpha_{Al} L = (R + \alpha_{Cu} b) \varphi$$

$$\alpha_{Al} L = (R + \alpha_{Cu} b) \frac{\alpha_{Cu} L}{R}$$

$$\frac{\alpha_{Al}}{\alpha_{Cu}} R = R + \alpha_{Cu} b$$

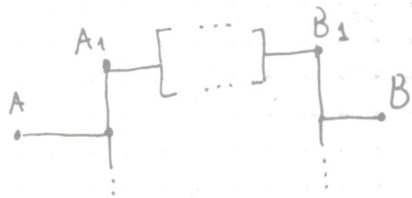
$$R = \frac{\alpha_{Cu}^2}{\alpha_{Al} - \alpha_{Cu}} b = \frac{(1 + 17 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 3 \text{ мм}}{100(23 \cdot 10^{-6} - 17 \cdot 10^{-6})} = 1672,34 \text{ мм} \approx \boxed{1,67 \text{ м}}$$

№41

Т.к. цепь симметрична отн. пр. AB , то потенциалы всех точек пр. CD равны! Вдоль прямой CD ни один ток не течёт.

$$AB = 2a_1 + 2\frac{1}{\gamma}a_1 + 2\frac{1}{\gamma^2}a_1 + \dots; \quad L = AB = 2 \cdot \frac{a_1}{1 - \frac{1}{\gamma}} \quad (1)$$

$$\text{Аналогично, } H = CD = 2 \frac{b_1}{1 - \frac{1}{\gamma}} \quad (2)$$



Сопр участка A_1B_1 : $R_{A_1B_1} = \frac{R_{AB}}{\gamma}$, т.к. сопр. каждой проволоки в γ раз меньше (R_{AB} — сопр. участка AB)

$$R_{AB} = 2a_1\rho + \frac{2b_1\rho + R_{A_1B_1}}{2} = 2a_1\rho + \frac{2b_1\rho + \frac{R_{AB}}{\gamma}}{2}$$

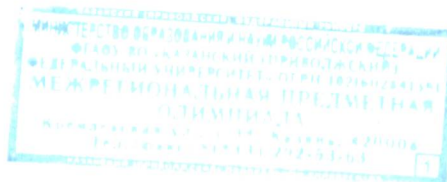
$$2R_{AB} = 4a_1\rho + 2b_1\rho + \frac{R_{AB}}{\gamma}; \quad R_{AB}\left(2 - \frac{1}{\gamma}\right) = 2\rho(2a_1 + b_1) \quad (3)$$

$$(1) \rightarrow a_1 = \frac{L}{2}\left(1 - \frac{1}{\gamma}\right); \quad (2) \rightarrow b_1 = \frac{H}{2}\left(1 - \frac{1}{\gamma}\right)$$

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

$$R_{AB} = \rho \frac{2 - \frac{1}{\gamma}}{2 - \frac{1}{\gamma}} (2L + H) = \boxed{\rho \frac{\gamma - 1}{2\gamma - 1} (2L + H)}$$

$$R_{AB} = \rho \cdot \frac{2-1}{4-1} (2 \cdot H + H) = \rho \cdot \frac{1}{3} \cdot 3H = \boxed{\rho H} = \rho L$$

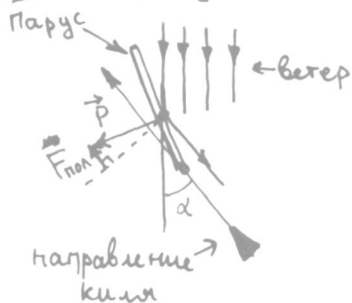


Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 10 класс,

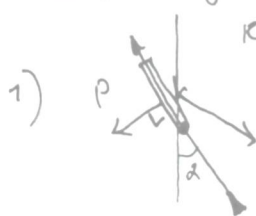
№5

1) На рисунке пример такой ситуации:



Полезная составляющая ($F_{пол}$) силы со стороны ветра на судно (P) направлена в сторону движения судна под острым углом к напр. ветра. Другая составляющая P компенсируется килем, который не даёт судну повернуть сильнее влево.

Чтобы определить диапазон углов рассмотрим два крайних случая:



Крайнее левое положение:

Парус вдоль килля. Ветер только поворачивает судно, ведь проекция $F_{пол} = 0$. При малейшем дополнительном повороте против час. стр. судно начнет плыть назад, т.к. будет $F_{пол} < 0$.

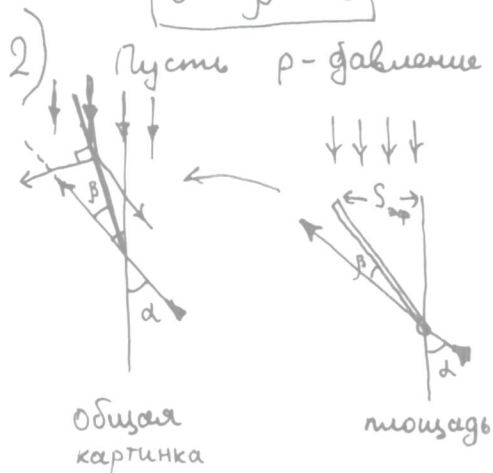


Крайнее правое положение:

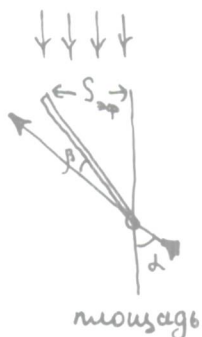
Парус вдоль ветра под α к киллю. Ветер никак не действует на парус ($P = 0$), но проекция P на ось килля $F_{пол} = P$. При повороте по часовой стрелке также судно начнет плыть назад.

Парус должен быть под углом β к киллю (повернут в сторону ветра) переднего борта

$$0 < \beta < \alpha$$

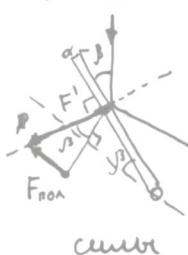


Общая картинка



площадь

Пусть p - давление воздуха, S - полная площадь паруса. $F_0 = pS$
При таком движении эффективная пл. паруса
 $S_{эф} = S \cdot \sin(\alpha - \beta)$



силы

$$F' = p S_{эф} = F_0 \cdot \sin(\alpha - \beta)$$

$$\text{Искомая } F_{пол} = F' \sin \beta = F_0 \sin \beta \sin(\alpha - \beta)$$

3) При оптимальном угле β , выражение $\sin\beta\sin(d-\beta)$ достигает максимума.

$$y = \sin\beta \sin(d-\beta)$$

$$y' = \cos\beta \sin(d-\beta) + \sin\beta \cdot \cos(d-\beta) \cdot (-1)$$

$$y' = \cos\beta \sin(d-\beta) - \sin\beta \cos(d-\beta) \text{ — формула синуса разности}$$

$$y' = \sin(d-\beta-\beta)$$

$$y' = \sin(d-2\beta)$$

β максимум $F_{\text{пол}}$, $y' = 0$:

$$0 = \sin(d-2\beta)$$

β найдем угол

$$\boxed{\beta = \frac{d}{2}}$$