# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
## участника Олимпиады

(заполняется организатором)

| ШИФР | Ф10 - 20 |
|---|---|

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по физике для 10 классов, заключительный этап, 2025-2026 учебный год

### Данные участника

ID номер участника 924930

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа



Дата "20" января 2026 г.

Шифр Ф10-20
(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 | 9 | 6 | 3 | 10 | 12 | | | | | | | | | | | 40 |
| № задания | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
| Балл | | | | | | | | | | | | | | | | |

Физика
(профиль олимпиады)

10
(класс участия)

Задание 2.

Т.к. $S_{внутр} = S_{внешн}$, материал одинаковый, $l \to \infty$ (одинакова), то $R_{внутр} = R_{внешн} = R$
соприкасающиеся нити

В установившемся режиме: $q_{приходящие} = q_{уход}$, $q$ – тепловой поток.

Для внутренней нити теплообмен с изолятор:
$q = \alpha \cdot \Delta T_{внутр.изол.} \cdot \sigma$; $\alpha$ – коэф. проп., зависящий от материала
(по з-ну Фурье)
$\sigma$ – площадь контакта.

Так как, $l \to \infty$, то $\Delta l \ll l$ и $\sigma \approx const$.
$\Rightarrow q_1 = k_1 \cdot \Delta T_1$.

Для внешней нити теплообмен с окр. средой по з-ну Ньютона – Рихмана и с изоляцией по з-ну Фурье.
$q_2 = k_2 \cdot \Delta T_2$.

Задание 2 (Продолжение).

Р/м случай по отдельности. $T_0$ – темп. окр. среды.

N(1) $T_1 = 45°C$ $T_2 = 35°C$. Ток $I_0$

+2

Внутр. (In): $I_0^2 R = k_1(T_1 - T_2)$ (1)

+4

Внешн. (Out): $I_0^2 R + k_1(T_1 - T_2) = k_2(T_2 - T_0)$ (2).

N(2) $T_3 = 90°C$; $T_4$ – ? Ток $2I_0$

In: $4I_0^2 R = k_1(T_3 - T_4)$ (3)

Out: $4I_0^2 R + k_1(T_3 - T_4) = k_2(T_4 - T_0)$ (4)

N(3): $T_5$ – ?; $T_6$ – ? Ток $3I_0$

In: $9I_0^2 R = k_1(T_5 - T_6)$ (5)

Out: $9I_0^2 R + k_1(T_5 - T_6) = k_2(T_6 - T_0)$ (6)

N(4): $T_7$ – ? $T_8$ – ? Ток $4I_0$; 0.

In: $16 I_0^2 R = k_1(T_7 - T_8)$ (7)

Out: $k_1(T_7 - T_8) = k_2(T_8 - T_0)$ (8).

Пусть $I_0^2 R = j$, тогда получим систему ур-й:

$$\begin{cases} j = k_1(T_1 - T_2) & (1) \\ j + k_1(T_1 - T_2) = k_2(T_2 - T_0) & (2) \\ 4j = k_1(T_3 - T_4) & (3) \\ 4j + k_1(T_3 - T_4) = k_2(T_4 - T_0) & (4) \\ 9j = k_1(T_5 - T_6) & (5) \\ 9j + k_1(T_5 - T_6) = k_2(T_6 - T_0) & (6) \\ 16j = k_1(T_7 - T_8) & (7) \\ k_1(T_7 - T_8) = k_2(T_8 - T_0) & (8) \end{cases}$$

Решив систему ур-й, получим:

а) $T_4 = 80°C$; б) $T_5 = 165°C$; $T_6 = 155°C$; в) $T_7 = 405°C$, $T_8 = 395°C$.

Ответ

**Итоговый балл** ________ ________________

(подпись председателя жюри)

**Шифр** Ф10-20

(заполняется оргкомитетом)

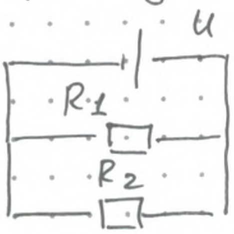


**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

**по «** физика **»,** 10 **класс,**

Задание 4

$\rho(x) = \rho_{max} \cdot \frac{x}{l}$




$R_1 = \rho_{max} \cdot \frac{x^2}{l}$

$R_2 = \rho_{max} \cdot \frac{(l-x)^2}{l}$

$P_\Sigma = P_{R_1} + P_{R_2} = \frac{U^2}{R_1} + \frac{U^2}{R_2} =$

$= U^2\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = U^2 l \left(\frac{1}{\rho_{max} x^2} + \frac{1}{\rho_{max}(l-x)^2}\right)$

$P_\Sigma = \frac{U^2 l}{\rho_{max}} \underbrace{\left(\frac{1}{x^2} + \frac{1}{(l-x)^2}\right)}_{f(x)} = P(x) \longrightarrow min \Rightarrow f(x) \rightarrow min$

$f(x) \rightarrow min : \left(\frac{1}{x^2} + \frac{1}{(l-x)^2}\right) \longrightarrow min$

$f'_x = -2 \frac{1}{x^3} + 2 \frac{1}{(l-x)^3} = 0 \longrightarrow \frac{1}{x^3} = \frac{1}{(l-x)^3} \Rightarrow$

$\Rightarrow x^3 = (l-x)^3 ; \quad x = l - x \longrightarrow x = l/2$

$P_{min} = P(l/2) = \frac{U^2 l}{\rho_{max}} \cdot \left(\frac{4}{l^2} + \frac{4}{l^2}\right) = \frac{8U^2}{l\rho_{max}}$

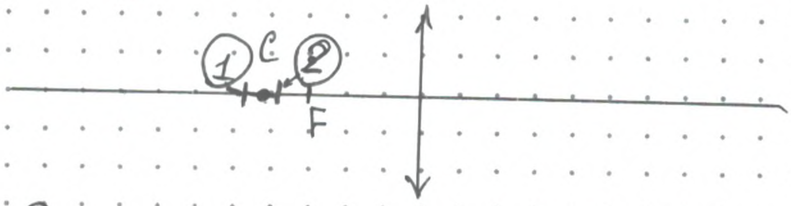
Ответ: $x = l/2$

$P_{min} = \frac{8U^2}{l \cdot \rho_{max}}$

Задание 5.

Дано: $F$; $L \ll F$; $d > F$; $k$. Найти: $d$ — ?

$1^й$ случай:




$b_i$ — р-е $i^й$ точки от оптич. центра линзы до положения точки вдоль ГОО.

Для точки 1:

$$\frac{1}{d+\frac{L}{2}} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{F} \quad (1)$$

Для точки 2:

$$\frac{1}{d-L/2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{F} \quad (2)$$

Для точки C:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{b_C} = \frac{1}{F} \quad (3)$$

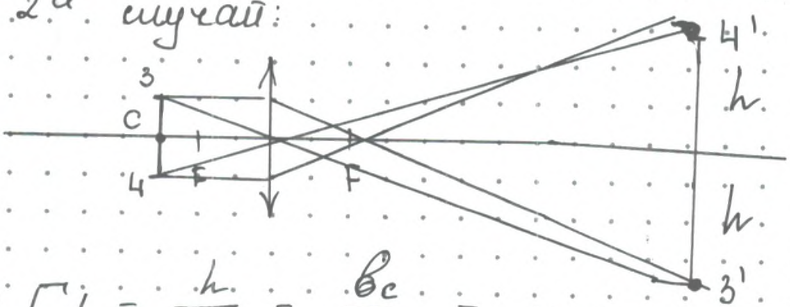
$$(1) \Rightarrow b_1 = \frac{(2d+L)\cdot F}{2d+L-2F} \quad (1')$$

$$(2) \Rightarrow b_2 = \frac{(2d-L)\cdot F}{2d-L-2F} \quad (2')$$

$$(3) \Rightarrow b_C = \frac{Fd}{d-F} \quad (3')$$

Длина отрезка $l_1 = |b_2 - b_1|$ (4)

$2^й$ случай:




В силу симметрии: $l_2 = 2h$ (**)

(4) $\Gamma_\perp = \frac{h}{L/2} = \frac{b_C}{d}$ — поперечное увеличение.

(5): $\frac{l_1}{l_2} = k > 1$.

Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)



Шифр Ф10-20

(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

по «Физика», 10 класс,

Задание 5 (Продолжение)

(1') и (2') $\longrightarrow$ (*): $l_1 = |b_2 - b_1| =$

$$= \left| \frac{(2d-L)\cdot F}{2d-L-2F} - \frac{(2d+L)\cdot F}{2d+L-2F} \right| = \left| \frac{4F^2L}{4F^2-8Fd+4d^2-L^2} \right| \approx$$

$$\approx \frac{F^2L}{(F-d)^2}$$

(3') $\rightarrow$ (4): $h = \dfrac{b_c - L}{2d} = \dfrac{F\cancel{d}L\cdot d}{2d(d-F)} \longrightarrow$ (**)

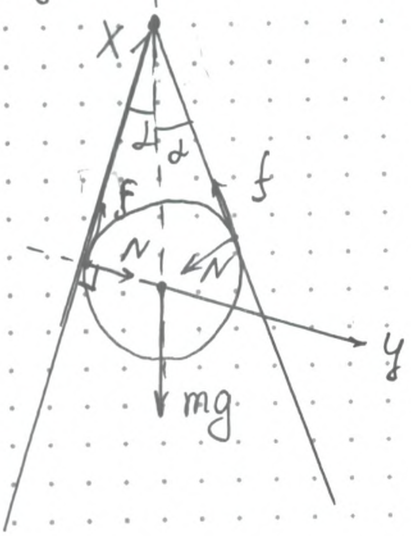
$$\Rightarrow l_2 = \frac{FL}{2(d-F)}$$

$\rightarrow$ (5): $\dfrac{F^2L}{(F-d)^2} \cdot \dfrac{2(d-F)}{FL} = k = \dfrac{2F}{d-F}$

$$\Rightarrow d = F\cdot\frac{2+k}{k}$$

Ответ: $d = F\cdot\left(\dfrac{2}{k}+1\right)$

Задание 3




Для бруска: $f = \mu N$

Т.к. положение равновесие: $\sum \vec{F} = 0$, $\sum M = 0$.

$2\vec{N} + 2\vec{f} + m\vec{g} = 0.$

на ось x: $2f = mg\cdot\cos\alpha$

на ось y: $2N = mg\sin\alpha$.

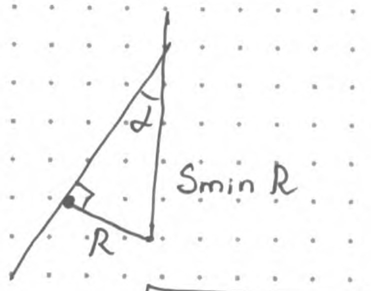
$\longrightarrow \mu\cdot\dfrac{mg\cos\alpha}{2} = \dfrac{mg\cdot\sin\alpha}{2}$

$\mu = ctg\alpha$

Задание 3 (Продолжение)

Из геометрии системы:

$$\sin\alpha = \frac{R}{S_{min}R} = \frac{1}{S_{min}}$$

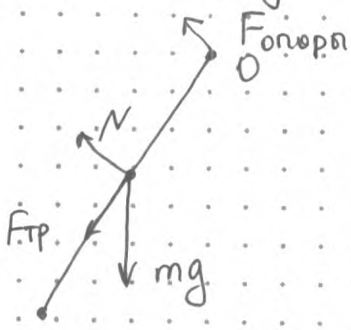



$$1 + ctg^2\alpha = \frac{1}{\sin^2\alpha} = S_{min}^2 \Rightarrow \quad ctg\,\alpha = \sqrt{S_{min}^2 - 1}$$

$$\Rightarrow \mu = \sqrt{S_{min}^2 - 1} = 2 \quad (\text{при } S_{min} = \sqrt{5})$$

Т.к. $k = 50$ (длина досок $50R > R$ на порядок), то касание обеспечивается

Р/м одну из досок.




$$\Sigma \vec{M} = 0$$

отн. т. O: $M_N = M_{mg}$

$$N \cdot R(S_{min} - \sin\alpha) = mg \cdot \frac{kR}{2}$$

$$N = mg \frac{k}{2\left(S_{min} - \frac{1}{S_{min}}\right)}$$

Накладываемые ограничения:

Значение сила трения ≥ сила трения на доску.

$$\frac{mg\cos\alpha}{2} \geq \mu mg \frac{k}{2\left(S_{min} - \frac{1}{S_{min}}\right)}$$

$S_{min}$ зависит от угла $\alpha$.

$$\cos\alpha \geq S_{min}\mu k / (S_{min}^2 - 1) \qquad \cos\alpha = \frac{\sqrt{S_{min}^2 - 1}}{S_{min}}$$

(из ОТТ)

$$\mu k \geq \frac{(S_{min}^2 - 1)^{3/2}}{S_{min}^2}$$

От длина доски также зависит угол $\alpha$

$S_{min} > 1$

Ответ: а) $\mu = 2$ ?

б) $S_{min} > 1$; $\mu k \geq \frac{(S_{min}^2 - 1)^{3/2}}{S_{min}^2}$

Итоговый балл ______ ______________ (подпись председателя жюри)



Шифр Ф10-20 (заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

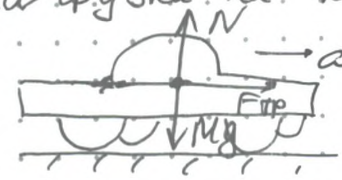
**по «Физика», 10 класс,**

Задание 1

Дано: $\alpha = 60°$; $\mu = 0,5$; $\mu_d = 0,9$; $P \in [0; 250 \text{ кВт}]$ $\xrightarrow{P_{max}}$

$M = 1,5$ т, $g = 10$ м/с²

Так как машина полноприводная, то нагрузка на колеса распределится равномерно.





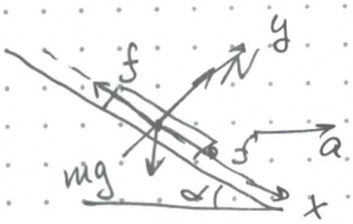
$$\begin{cases} F_{тр} = Ma \\ Mg = N \\ F_{тр} = \mu_d N \end{cases} \Rightarrow F_{тр} = \mu_d Mg = Ma$$

Развиваемая двигателем мощность идет на преодоление сила трения. $P = \frac{|A_{тр}|}{\Delta t} = \frac{\mu_d Mg \cdot S}{\Delta t}$

Т.к. разгон из состояния покоя: $S = \frac{a\Delta t^2}{2}$

$$P = \frac{\mu_d Mg\, a\Delta t}{2}$$

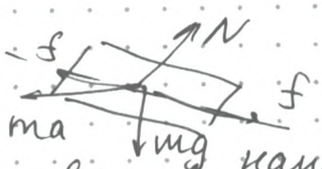
Р/м телефон на наклонной плоскости.





В НеИСО, движ. с $\vec{a}$:

$$\vec{f} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{ин} = 0.$$





f – сила трения ее ~~величина~~ направление зависит от величины a.

$2^{й}$ ЗН для бруска на ось x:

$mg\sin\alpha - ma\cos\alpha \pm f = 0$. $\quad f \le \mu N$.

на y: $N = ma\sin\alpha + mg\cos\alpha$

Задание 1 (Продолжение) $\mu m a\sin\alpha - \mu m g\cos\alpha$

Р/м пограничный случай, когда $f = \mu N$, но скольжение ещё не началось и сила трения — покоя.

①


(1) $mg\sin\alpha - ma\cos\alpha + \mu m a\sin\alpha - \mu m g\cos\alpha = 0$

~~$a_1 = \frac{\sin\alpha - \mu\cos\alpha}{\cos\alpha - \mu\sin\alpha} g$~~

~~$a_1 = g \frac{\cos\alpha - \mu\sin\alpha}{\sin\alpha - \mu\cos\alpha}$~~

② (вверх


(2) $mg\sin\alpha - ma_2\cos\alpha + \mu m a_2\sin\alpha + \mu m g\cos\alpha = 0$

~~$a_2 = g\frac{\sin\alpha + \mu\cos\alpha}{\mu\sin\alpha + \cos\alpha}$~~

~~Подставив численные значения:~~

~~$a_1 \approx 9{,}2$ м/с²~~ $a_2 \approx 12$ м/с²

$$a_1 = g\,\frac{\sin\alpha - \mu\cos\alpha}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha} \approx 6{,}6 \text{ м/с}^2 \quad < a = 9 \text{ м/с}^2 = \mu_d \cdot g$$

$$a_2 = g\,\frac{\sin\alpha + \mu\cos\alpha}{-\mu\sin\alpha + \cos\alpha} \approx 166{,}6 \text{ м/с}^2$$

$a_1 < a_2 \Rightarrow$

При $P = P_{max}$

$$\Delta t_a = \frac{2P_{max}}{\mu_d \cdot Mg \cdot a_1} \approx 5{,}6 \text{ с}$$

~~Этот~~ интервал (2) будет максимальным ~~при~~ $a_2$, т.к. сила трения, став силой трения скольжения, поменяет своё направление на противоположное, и телефон начнёт соскальзывать вниз.

~~$\Delta t \approx \frac{2P_{max}}{\mu_d Mg}$~~

Ответ: а) $\Delta t = 5{,}6$ с

б) $\Delta t = 5{,}6$ с

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
## участника Олимпиады

(заполняется организатором)

| ШИФР | Ф11 - 8 |
|---|---|

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по физике для 11 классов, заключительный этап, 2025-2026 учебный год

### Данные участника

ID номер участника 1092051

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

Место штампа

Дата "20" января 2026 г.



**Шифр** Ф11-8
(заполняется оргкомитетом)

## Оценка работы

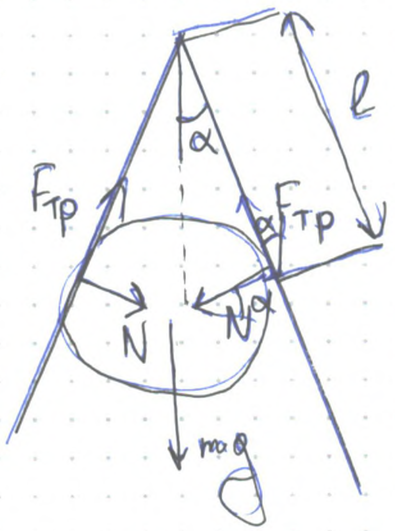
(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

| № задания | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Балл | 20 | 18 | 13 | 18 | 20 | | | | | | | | | | | 89 |
| № задания | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
| Балл | | | | | | | | | | | | | | | | |

Физика
(профиль олимпиады)

11
(класс участия)

№1.




Сделаем рисунок и расставим силы, действующие на шар. Введем угол раствора $\alpha$ и расстояние от т. касания шара до петли $l$

$\Rightarrow \quad mg + 2N\sin\alpha = 2F_{тр}\cos\alpha$ +5

$mg + 2N\sin\alpha = 2\mu N\cos\alpha$

З/м равновесие доски:


$mg\frac{kR\sin\alpha}{2} = Nl$

$$\boxed{\mu = \operatorname{tg}\alpha + \frac{mg}{2N\cos\alpha}}$$

Сдано _____ листов

подпись участника

подпись наблюдателя в аудитории

Лист №1

IV перепишем $\operatorname{tg}\alpha = \frac{R}{\ell}$

$\cos\alpha = \frac{\ell}{\sqrt{\ell^2+R^2}}$

$\sin\alpha = \frac{R}{\sqrt{\ell^2+R^2}}$

$$\mu = \frac{R}{\ell} + \frac{mg\sqrt{\ell^2+R^2}}{2N\ell}$$

$$\frac{mgkR}{2}\cdot\frac{R}{\sqrt{\ell^2+R^2}} = N\ell$$

$$\mu = \frac{R}{\ell} + \frac{\ell^2+R^2}{kR^2}$$

$$\mu = \frac{R}{\ell} + \frac{\ell^2}{kR^2} + \frac{1}{k}$$

введем $f(\ell) = \frac{R}{\ell} + \frac{\ell^2}{kR^2}$

$$f'(\ell) = \frac{-R}{\ell^2} + \frac{2\ell}{kR^2} = 0$$

$$\ell^3 = \frac{k}{2}R^3$$

$$\ell_0 = R\sqrt[3]{\frac{k}{2}}$$

$$\mu_{min} = \frac{R}{\ell_0} + \frac{\ell_0^2+R^2}{kR^2}, \text{ где } \ell_0 = R\sqrt[3]{\frac{k}{2}}$$

для $k = 54$

$$\boxed{\mu_{min} = \frac{14}{27} \simeq 0{,}5}$$ ✓

Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)



Шифр Ф11-8

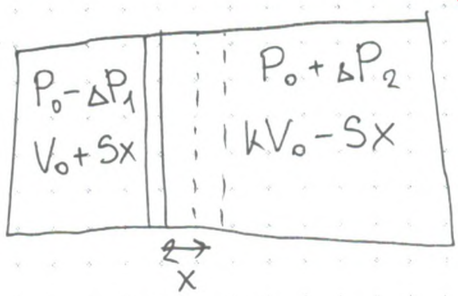
(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

**по «________________________», ______ класс,**

**вариант ________**

№2.




Сдвинем поршень из равновесия на x вбок. Тогда:

$$ma + S(\Delta P_1 + \Delta P_2) = 0$$

~~За~~ т.к. теплообмена нет, все процессы адиабатические:

1) $P_0 V_0^\gamma = (P_0 - \Delta P_1)(V_0 + Sx)^\gamma$, $\gamma$ – показатель адиабаты

$$1 = \left(1 - \frac{\Delta P_1}{P_0}\right)\left(1 + \frac{Sx}{V_0}\right)^\gamma$$

$$1 \simeq \left(1 - \frac{\Delta P_1}{P_0}\right)\left(1 + \gamma\frac{Sx}{V_0}\right)$$

$$1 = 1 - \frac{\Delta P_1}{P_0} + \gamma\frac{Sx}{V_0} - \frac{\Delta P_1 \gamma S x}{P_0 V_0}$$

пренебрежимо мало по сравнению с другими слагаемыми

$$\Delta P_1 = \frac{\gamma S x P_0}{V_0}$$

аналогично, $\Delta P_2$

$$\Delta P_2 = \frac{k\gamma S x P_0}{V_0}$$

Лист № 2

$$\Delta P_1 + \Delta P_2 = \frac{\gamma S x P_0}{\cancel{P_0} V_0}(k+1)$$

$$V_0 + kV_0 = S\ell$$

$$V_0 = \frac{S\ell}{k+1}$$

$$\Delta P_1 + \Delta P_2 = \frac{\gamma x P_0}{\cancel{P_0}\ell}(k+1)^2$$

~~ma~~

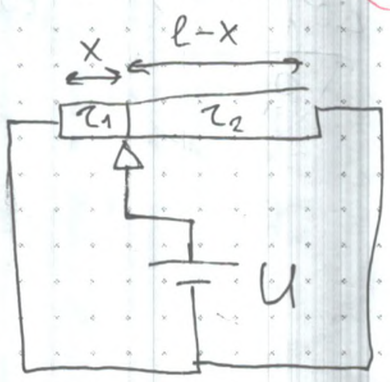
$$m\ddot{x} + \frac{\gamma P_0 S}{\ell}(k+1)^2 x = 0$$

$$\ddot{x} + x\,\frac{\gamma P_0 S}{m\ell}(k+1)^2$$

$$\omega = (k+1)\sqrt{\frac{\gamma P_0 S}{m\ell}}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } \omega = (k+1)\sqrt{\frac{\gamma P_0 S}{m\ell}}}$$

№5




найдём $\tau_1$ и $\tau_2$

$$\cancel{d\tau_1 = \rho_{max}\frac{x}{\ell}}$$

$$\int_0^{\tau_1} d\tau_1 = \int_0^{x} \rho_{max}\cdot\frac{y}{\ell}\cdot dy$$

$$\tau_1 = \frac{\rho_{max}\, x^2}{2\ell}$$

**Итоговый балл** ________ ________________
(подпись председателя жюри)

**Шифр** ФР11-8
(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

**по «Физике», 11 класс,**

**вариант** ________

№5 (продолжение)

$$\int_0^{\tau_2} d\tau_2 = \int_x^{l} \rho_{max} \frac{y}{l} \frac{dy}{\phantom{x}}$$

$$\tau_2 = \cancel{\frac{\rho_{max}}{l(l-x)} \cdot \frac{l^2-x^2}{2} = \frac{\rho_{max}(l+x)}{2l}}$$

$$\tau_2 = \frac{\rho_{max}(l^2-x^2)}{2l}$$

$$P = \frac{U^2}{\tau_1} + \frac{U^2}{\tau_2} = \frac{2U^2 l}{\rho_{max}} \left(\frac{1}{x^2} + \frac{1}{l^2-x^2}\right)$$

Введем:

$$f(x) = \frac{1}{x^2} + \frac{1}{l^2-x^2}$$

$$f'(x) = \frac{-2}{x^3} + \frac{2x}{(l^2-x^2)^2} = 0$$

$$\frac{1}{x^3} = \frac{x}{(l^2-x^2)^2}$$

$$x^4 = (l^2-x^2)^2$$

$$x^2 = l^2 - x^2$$

$$2x^2 = l^2$$

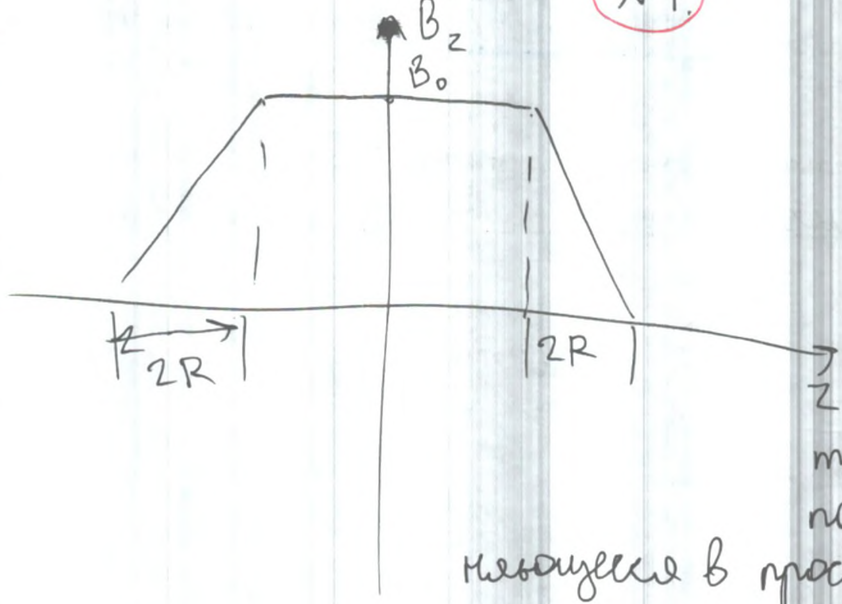
$$x = \frac{l}{\sqrt{2}}$$

$$P = \frac{2U^2 l}{\rho_{max}} \left(\frac{2}{l^2} + \frac{1}{l^2/2}\right) = \frac{8U^2}{\rho_{max} l}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } \frac{8U^2}{\rho_{max} l}}$$

Лист № 3

№4.



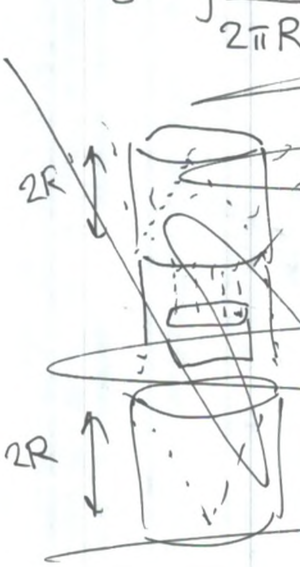

1) Качественное объяснение: Магнит, влетая в трубу, создает в каждом отдельновзятом „срезе" трубы токи, т.к. двигаясь ~~к~~ меняет поток сквозь них. Изменяющееся в пространстве поле создаёт ЭДС индукции, возникают токи, которые ~~де~~ создают магнитное поле, направленное против изменения внешнего магнитного поля. Это поле токов действует на магнит, стремясь его затормозить.

2) ~~V~~ В установившемся режиме ~~мощ~~ тепловая мощность, выделяющаяся в трубе, равна скорости изменения потенциальной энергии магнита

$$(1)\quad \frac{U^2}{\tau} = mg v_s$$

$$U = \pi R^2 \cdot \frac{dB}{dt}\ ;\quad \frac{dB}{dt} = \frac{dB}{dz}\cdot\frac{dz}{dt} = \frac{B_0}{2R}\cdot v_s$$ см прод. далее

$\tau = \rho\frac{4R}{2\pi R d}$ ~~— сопротивление участков трубы, на которых магнитное поле магнита изменяется с координатой (наклонные участки на графике)~~




$$\frac{B_0^2}{4R^2} v_s^2 \cdot \frac{2\pi R d}{4R\rho} = mg v_s$$

$$\boxed{v_s = \frac{8mgR^2\rho}{\pi d B_0^2}}$$

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)



Шифр ФП11-8
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

№4 (продолжение)

$$U = \pi R^{\cancel{2}} \cdot \frac{B_0}{2\cancel{R}} \upsilon_s$$ V

слоЖено с направлением токов; но ± близко

$$r = \rho \frac{4R}{2\pi R d}$$ ? ? – сопротивление участков трубы, на которых магнитное поле магнита изменяется с координатой (наклонные участки на графике) ±

$$(1) \Rightarrow \frac{\pi^2 R^2 B_0^2 \upsilon_s^{\cancel{2}}}{4} \cdot \frac{2\pi R d}{4\rho R} = mg\cancel{\upsilon_s}$$ ±

$$\boxed{\upsilon_s = \frac{8mg\rho}{\pi^3 R^2 B_0^2 d}}$$ ±

в) $ma = F + mg$, $mg$ считаем пренебрежимо малым для оценки. V

$F$ – сила, с которой поле токов действует на магнит.

$F\upsilon = P$ – мощность тепловая, ~~д~~ выделяющаяся в трубе.

№4 (прод.)

$$P = \frac{\pi^3 R^2 B_0^2 v^2 d}{8\rho}$$

$$F = \frac{\pi^3 R^2 B_0^2 v d}{8\rho} = m \frac{dv}{dt}$$

$$\int_0^{\tau_{1/2}} \frac{\pi^3 R^2 B_0^2 \cancel{v} d}{8\rho} dt = \int_{v_0/2}^{v_0} m \frac{dv}{dt}$$

$$\frac{\pi^3 R^2 B_0^2 d}{8\rho} \tau_{1/2} = m \ln 2$$

?

$$\boxed{\tau_{1/2} = \frac{8\rho \ln 2}{\pi^3 R^2 B_0^2 d}}$$

2.) Численные ответы:

$v_s = 8{,}95$ см/с

$\tau_{1/2} = 0{,}062$ с

**Итоговый балл** ________ ______________

(подпись председателя жюри)



**Шифр** Ф11-8

(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

**по «Физике», 11 класс,**

№4 (продолжение)

3) $ma = F + mg$, но т.к. $mg$ $v_0$ велико то для оценки можно $mg$ пренебречь

F – сила, с которой поле токов действует на магнит.

$F \cdot v = P$ – тепловая мощность, выделяющаяся в трубе

$$F = \frac{P}{v} = \frac{B_0^2 \pi d v}{8R^2 \rho}$$

$$\frac{m\,dv}{dt} = \frac{B_0^2 \pi \cancel{d} v}{8R^2\rho}$$

$$\int_{v_0/2}^{v_0} \frac{m\,dv}{v} = \int_0^{\tau_{1/2}} \frac{B_0^2 \pi}{8R^2\rho}\,dt$$

$m \ln($

$$m \ln 2 = \frac{B_0^2 \pi}{8R^2\rho}\tau_{1/2}$$

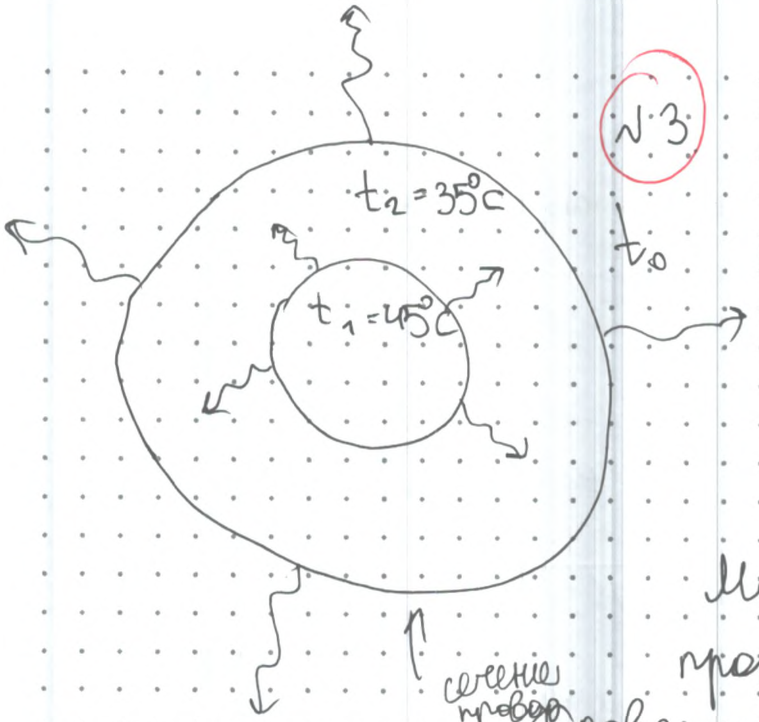
$$\boxed{\tau_{1/2} = \frac{8R^2\rho m}{B_0^2 \pi}\ln 2}$$

4) численные ответы:

$v_S = 8{,}8 \cdot 10^{-9}$ м/с

$\tau_{1/2} = 6{,}1 \cdot 10^{-13}$ с

№ 3




а) $P_0$ – ~~так~~, в мощность, которая выделяется в каждой из жил при токе $I_0$

Мощность теплопередачи пропорциональна площади поверхности и разнице температур

$\Rightarrow P_{тепл} = K \cdot r \cdot (t_1 - t_2)$ $r$ – радиус ~~в~~ внутреннего провода

$\pi r^2 = \pi R^2 - \pi r^2 \Rightarrow R = \sqrt{2} r$ – радиус ~~в~~ внешнего провода

$P_0 = Kr(t_1 - t_2)$

$4P_0 = Kr(t_3 - t_4)$ $t_3 = 90°C$, $t_4$ – ?

$4P_0$ – мощность, выделяющаяся во внутр проводе т.к $P \sim I^2$

$4 = \frac{t_3 - t_4}{t_1 - t_2}$

$\boxed{t_4 = 50°C}$ – температура наружнего провода при токе $2I_0$

Итоговый балл ________ ______________

(подпись председателя жюри)



Шифр Ф11-8

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

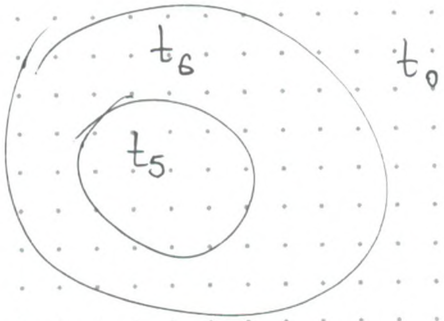
№3 (продолжение)

б) пусть $t_0$ - темп. окруж. среды.

$\Rightarrow \quad P_0 + P_0 = k\tau\sqrt{2}\,(t_2 - t_0)$ $\quad P_0 + P_0$ – ~~теплота~~ мощность, которая выделяется во внешней тиле + мощность теплопроводности изнутри

$P_0 = k\tau(t_1 - t_2)$

$$\boxed{t_0 \simeq 21^\circ C}$$




$\Rightarrow$ при токе $3I_0$

$$\begin{cases} 9P_0 = k\tau(t_5 - t_6) \\ 9P_0 + 9P_0 = k\tau\sqrt{2}\,(t_6 - t_0) \end{cases}$$

$\cancel{9\sqrt{2}P_0 = k\tau(t_6 - t_0)}$

$+ \cancel{9P_0 = k\tau(t_5 - t_6)}$

$\cancel{9(1+\sqrt{2})P_0 = k\tau(t}$

$P_0 = k\tau(t_1 - t_2)$

$$\frac{18P_0}{P_0} = \frac{k\tau\sqrt{2}\,(t_6 - t_0)}{k\tau(t_1 - t_2)}$$

$$\boxed{t_6 = 148^\circ C}$$

$$\frac{9P_0}{P_0} = \frac{k\tau(t_5 - t_6)}{k\tau(t_1 - t_2)}$$

$$\boxed{t_7 = 238^\circ C}$$

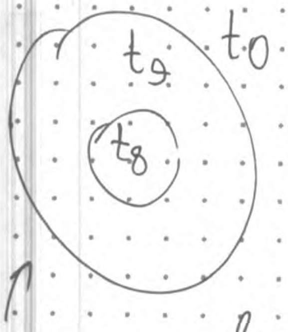
№9 (продолжение)

в) при токе $4I_0$ внутри и 0 во внешнем.

$$16P_0 = k\tau(t_8 - t_9)$$

$$16P_0 = k\tau\sqrt{2}(t_9 - t_0)$$

$$P_0 = k\tau(t_1 - t_2)$$




сечение провода

$$t_9: \frac{16P_0}{P_0} = \frac{k\tau\sqrt{2}(t_9 - t_0)}{(t_1 - t_2)k\tau} \Rightarrow \boxed{t_9 = 134^\circ C}$$

$$\frac{16P_0}{P_0} = \frac{k\tau(t_8 - t_9)}{k\tau(t_1 - t_2)} \Rightarrow \boxed{t_8 = 294^\circ C}$$

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
## участника Олимпиады

алабуга
ОСОБАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗОНА

(заполняется организатором)

| ШИФР | Ф11 - 42 |
|---|---|

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по физике для 11 классов, заключительный этап, 2025-2026 учебный год

---

### Данные участника

ID номер участника 1267164

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады



Дата "20" января 20 26 г.



Шифр Ф11-42
(заполняется оргкомитетом)

## Оценка работы

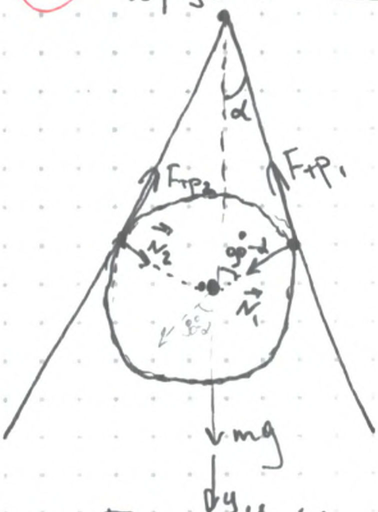
(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

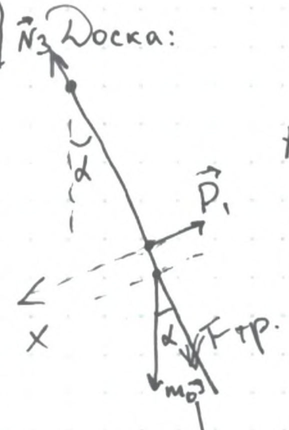
| № задания | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Балл | 5 | 19 | 11 | 3 | 20 | | | | | | | | | | | 58 |
| № задания | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
| Балл | | | | | | | | | | | | | | | | |

Физика
(профиль олимпиады)

11
(класс участия)

N1 Обрезок: ~~Брусок.~~ $\boxed{m_{обр} = m_{дос} = m}$ Доска:




По II з.н. для доски:
~~В~~ на ось $Ox$:

$P_1 = mg \cdot \sin\alpha$

$P_1 = N_1$ по III з.н.

В силу симметрии (или в силу аналог. рас.) $|N_2| = |N_1|$ обозначим $= N$

$N_1 = N_2 = mg \cdot \sin\alpha$

1 $F_{тр_1} = \mu N_1$ т.к. это крит. случай нескольжен.
аналог. $F_{тр_2} = \mu N_2 \Rightarrow F_{тр_1} = F_{тр_2} = F_{тр.}$

По II з.н. для обр.:
на ось $Oy$: $0 = mg + 2 \cdot N \cdot \cancel{\sin} \cos(90° - \alpha) - 2 F_{тр.} \cdot \cos\alpha$ +3

$mg + 2 \cdot mg \cdot \sin^2\alpha = 2 \mu N \cdot \cos\alpha = 2 \mu mg \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha$

$1 + 2 \cdot \sin^2\alpha = 2 \mu \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha$

$2\mu = \dfrac{1 + 2 \cdot \sin^2\alpha}{\sin\alpha \cdot \cos\alpha}$ $\qquad \mu = \dfrac{1 + 2\sin^2\alpha}{2\sin\alpha \cdot \cos\alpha}$

Сдано ____ листов



подпись участника

подпись наблюдателя в аудитории

$$\mu = \frac{1+2\cdot\sin^2\alpha}{2\cdot\sin\alpha\cdot\cos\alpha} = \frac{1+2\cdot\sin^2\alpha}{\sin(2\alpha)}$$ — ~~Заметим что~~ $f\downarrow$

тогда при ~~меньших~~ $\alpha$ больше $\mu$

Надо найти min этой $f$:

$$\left(\frac{1+2\sin^2\alpha}{\sin(2\alpha)}\right)' = \frac{(1+2\cdot\sin^2\alpha)'\cdot(\sin 2\alpha) - (\sin 2\alpha)'\cdot(1+2\sin^2\alpha)}{\sin^2 2\alpha} =$$

$$= \frac{2\cdot 2\cdot\sin\alpha\cdot\cos\alpha\cdot\sin 2\alpha - 2\cdot\cos(2\alpha)\cdot(1+2\cdot\sin^2\alpha)}{\sin^2 2\alpha} =$$

$$= \frac{4\cdot 2\sin^2\alpha\cdot\cos^2\alpha - 2\cdot(\cos^2\alpha - \sin^2\alpha)(1+2\sin^2\alpha)}{2\sin^2 2\alpha} =$$

$$= \frac{8\cdot\sin^2\alpha\cdot\cos^2\alpha - 2\cdot\cos^2\alpha + 2\cdot\sin^2\alpha - 2\cdot\cos^2\alpha\cdot 2\sin^2\alpha + 2\cdot\sin^4\alpha\cdot 2}{\sin^2 2\alpha} =$$

$$= \frac{4\cdot\sin^2\alpha\cdot\cos^2\alpha + 4\cdot\sin^4\alpha - 2\cdot\cos^2\alpha + 2\cdot\sin^2\alpha}{\sin^2 2\alpha} =$$

Через производную находится минимальный

~~Ан~~

А вообще $\operatorname{tg}\alpha = \frac{R}{x}$ где $x$ расстояние от подвеса палки до бруска

при малых $\alpha$: $\operatorname{tg}\alpha \approx \sin\alpha$

$\cos\alpha \approx 1$

Ответ: $\mu = \dfrac{1+2\cdot\sin^2\alpha}{\sin(2\alpha)}$

Итоговый балл _______ _____________

(подпись председателя жюри)



Шифр Ф11-42

(заполняется оргкомитетом)

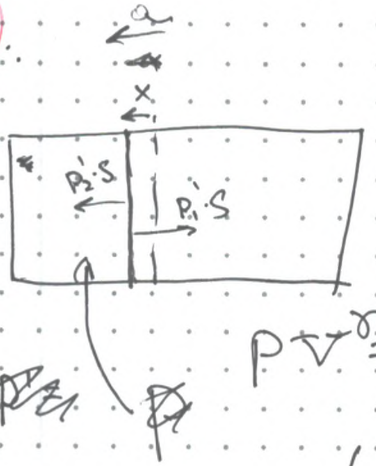
**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

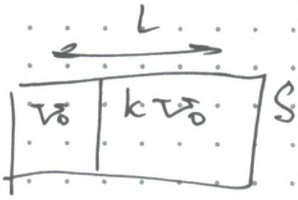
по «_______________________», ______ класс,

№4

а) Магнит с некоторой скоростью входит в медную трубу. Поток Магн. Поля через каждое маленькое колечко трубы начинает изменяться => Возникает Вихревое электрическое поле и им порождённые токи Фуко. ~~трубе~~ Поток растёт а значит появится сила препятствующая увеличению магнитного потока. Эта сила не будет давать разгоняться магниту +3 а значит он получит установившуюся скорость.

№2




$$(1+k)V_0 = L\cdot S$$

$$V_0 = \frac{L\cdot S}{1+k}$$

$pV^\gamma = const$ т.к. процесс адиабатический) т.к. $Q=0$, где $\gamma$ показатель адиабаты

$$p_1' = p_0 V_0^\gamma \left(V_0 - x\cdot S\right)^{-\gamma}$$

$$p_2' = p_0 k^\gamma \cdot V_0^\gamma \left(kV_0 + x\cdot S\right)^{-\gamma}$$

$$ma = S\left(p_0 \cdot V_0^\gamma \left(k^\gamma \left(k\cdot V_0 + x\cdot S\right)^{-\gamma} - \left(V_0 - x\cdot S\right)^{-\gamma}\right)\right) =$$

x мала => применяем данные соотн.

$$= S\cdot p_0 V_0^\gamma \left(\frac{k^\gamma}{k^\gamma \cdot V_0^\gamma}\left(1 + \frac{x\cdot S}{kV_0}\right)^{-\gamma} - \frac{1}{V_0^\gamma}\left(1 - \frac{x\cdot S}{V_0}\right)^{-\gamma}\right) =$$

$$= Sp_0\left(1 - \frac{x\cdot S}{kV_0}\gamma - \left(1 + \gamma\cdot\frac{x\cdot S}{V_0}\right)\right) =$$

$$= Sp_0\left(-\frac{x\cdot S}{k\cdot V_0}\cdot\gamma - \gamma\cdot\frac{x\cdot S}{V_0}\right)$$

Получаем диф уравнение:

$$m\ddot{x} + Sp_0\cdot\gamma\cdot x\left(\frac{S}{kV_0} + \frac{S}{V_0}\right) = 0$$

$$m\ddot{x} + Sp_0\cdot\gamma\cdot x\cdot\frac{S}{V_0}\left(\frac{1}{k} + 1\right) = 0$$

$$m\ddot{x} + Sp_0\cdot\gamma\cdot\frac{S}{V_0}\left(\frac{k+1}{k}\right)\cdot x = 0 \qquad \omega_0^2 = \frac{S^2 p_0\cdot\gamma\cdot(k+1)^2}{k\cdot L\cdot S}$$

Поделить на массу перед выделением $\omega^2$

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)



Шифр Ф11-42
(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

**по «________________________», ______ класс,**

№2 Продолжение:

$$\omega^2 = \frac{Sp_0 \cdot \gamma \cdot (k+1)^2}{k \cdot L}$$

и $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{5+2}{2}R}{\frac{5}{2}R} = \frac{7}{5}$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{\nu}$$

$\cancel{T = 2\pi}$

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi}$$

Ответ: $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{Sp_0 \cdot 7 \cdot (k+1)^2}{5k \cdot L}}$

**Итоговый балл** ________ ________________
(подпись председателя жюри)

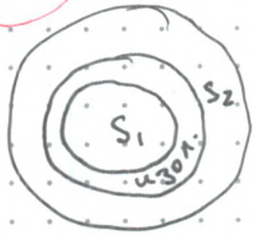


**Шифр** Ф11-42
(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

**по «________________________», ______ класс,**

№ 3. $S_1=S_2=S$




По Закону ~~Ньютона-Рихмана~~:

$$P = k\cdot\frac{S_{пов}}{d}\cdot\Delta T \leftarrow P_{теплоотдачи}$$

X некоторый участок: длина участка X

$S_1 = S_2 = S \Rightarrow R_1 = R_2 = R$ ← сопрот. внутр, ← сопр. внеш., ← обозначим, т.к. $\rho_{меди}$ и X равны

Тогда $P_{тока} = I^2\cdot R \Rightarrow P_1 = P_2$

Поскольку температура установилась, то для I провода:

$$P_{T.} = P_{отдачи} \qquad 45^\circ C - 35^\circ C = 10^\circ C$$

$$I_0^2 R = k\cdot\frac{S_{пов_1}}{d}\,\Delta T_1$$

Тогда при токе большем в 2 раза $P_{тока}$ больше в 4 раза

Тогда и $P_{от.}$ больше в 4 раза $\Rightarrow \Delta T_2$ больше в 4 раза $\Delta T_1$

$$T_2' = \Delta T_1\cdot 4 + T_1' = 40^\circ C + 90^\circ C = \underline{130^\circ C}$$

№3 Продолжение:

Для второй жилы:

$P_{\text{от 1 жилы}} + P_{\text{тока 2}} = P_{\text{в окруж среду}}$

$\overset{\shortparallel}{P}_{\text{1 тока}}$

$$\begin{cases} I_0^2 R + I_0^2 \cdot R = f \cdot \Delta T_3 \\ 4 I_0^2 R + I_0^2 \cdot 4R = f \cdot \Delta T_4 \end{cases}$$

$f$ — некоторый коэф.

$\Delta T_3 = T_2 - T_{\text{окр. ср.}}$, $T_{\text{окр. ср.}} = t_0$

$\Delta T_4 = T_2' - T_0$

$$\Downarrow$$

$$\frac{\Delta T_3}{\Delta T_4} = \frac{1}{4}$$

$$T_2 \cdot 4 - 4T_0 = T_2' - T_0$$

$$T_2 \cdot 4 - T_2' = 3T_0$$

$$T_0 = 35 \cdot 4 - 130 = 10\ (°C) \leftarrow T_{\text{окруж сред ы}}$$

---

$$\begin{cases} I_0^2 \cdot R + I_0^2 \cdot R = f \cdot \Delta T_3 \\ 9 I_0^2 \cdot R + 9 I_0^2 \cdot R = f \Delta T_5 \end{cases}$$

когда $3I_0$ течёт

$$\frac{1}{9} = \frac{\Delta T_3}{\Delta T_5}$$

$$\Delta T_5 = T_2'' - T_0 = 9(T_2 - T_0)$$

$$T_2'' = 9 \cdot (25) + 10 = \underline{235}\ (°C)$$

$\leftarrow$ втор. жила при токе $3I_0$

Итоговый балл _______ _______________
(подпись председателя жюри)



Шифр Ф11-42
(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

по «_______________________________», ______ класс,

Ответ на №3: $T_2' = 130°C$

$T_2'' = 235°C$ $T_2''' = 210°C$

$T_1'' = 325°C$ $T_1''' = 370°C$

г3. Продолжение: неизвестный коэф.

$$\begin{cases} 9 I_0^2 R = \cancel{\ } m \cdot \Delta T_б \\ I_0^2 \cdot R = m \cdot \cancel{\ } (T_1 - T_2) \end{cases}$$

$\Delta T_б = T_1'' - T_2''$

$$T_1'' - T_2'' = 9 (T_1 - T_2)$$

$$T_1'' = 9 \cdot (10) + 235 = 325 \ (^\circ C)$$

б) Для первой:

$$16 I_0^2 \cdot R = m \cdot (T_1''' - T_2''')$$

Для второй:
$$\begin{cases} 16 I_0^2 \cdot R = f \cdot (T_2''' - T_0) \\ I_0^2 R + I_0^2 \cdot R = f \cdot \Delta T_3 \end{cases}$$ ← ранее

$$8 = \frac{T_2''' - T_0}{T_2 - T_0}$$

$$T_2''' = 8 \cdot T_2 - 8 \cdot T_0 + T_0 = 280 - 70 = \underline{210 (^\circ C)}$$

$- 7 \cdot T_0$

$$\begin{cases} 16 I_0^2 \cdot R = m (T_1''' - T_2''') \\ I_0^2 \cdot R = m (T_1 - T_2) \end{cases} \Rightarrow 16 = \frac{T_1''' - T_2'''}{T_1 - T_2}$$

$$T_1''' = 16 (T_1 - T_2) + T_2'''$$

$$\boxed{T_1''' = 16 \cdot 10 + 210 = 370 (^\circ C)}$$

Итоговый балл _______ _______________

(подпись председателя жюри)



Шифр 911-42

(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

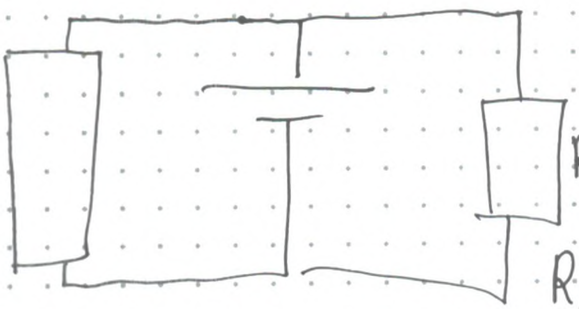
по «________________________», ______ класс,

№5 $P_{min}$ - ? при $x$ - ?

$\rho(x) = \rho_{max} \frac{x}{L}$ вел. $x$ откладывается от левого края

$R = d \cdot \rho(d)$

Можно получить схему эквивал. данной:




$R_0 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

$P = \frac{U^2}{R_0}$ => чем $\uparrow R_0$ тем $P \downarrow$

=> нужен $R_0$ max

$R_x = x \cdot \rho_{max} \cdot \frac{x}{L}$

$R_{L-x} = \cancel{(L-x)}(R_{max} - R_x) = \cancel{(L-x)}\left(\cancel{L} \cdot L \cdot \rho_{max} - \frac{x^2}{L} \cdot \rho_{max}\right)$

т.к. при послед. соед. R складываются

$$R_0 = \frac{\frac{x^2}{L} \rho_{max} \cdot \cancel{(L-x)}\left(L - \frac{x^2}{L}\right)\rho_{max}}{\rho_{max}\left(\frac{x^2}{L} + \cancel{(L-x)}\left(L - \frac{x^2}{L}\right)\right)} = \frac{\frac{x^2}{L}\cancel{(L-x)}\left(L - \frac{x^2}{L}\right)}{\frac{x^2}{L} + \cancel{(L-x)}\left(L - \frac{x^2}{L}\right)} \rho_{max}$$

№5 продолж. Для нахождения max $R_0$ возьмём производную и приравняем к 0.

$$\rho_{max}\left(\frac{\frac{x^2}{L}\left(\cancel{\frac{L-x}{x\cdot L}}\right)\left(\frac{L^2-x^2}{L}\right)}{\frac{x^2}{L}+\cancel{(L-x)}\left(\frac{L^2-x^2}{L}\right)}\right)' = \frac{\cancel{L}\,\rho_{max}}{L^2}\left(\frac{x^2\,\cancel{(L-x)}\,(L^2-x^2)}{x^2+\cancel{(L-x)}(L^2-x^2)}\right)' =$$

$$= \frac{\rho_{max}}{L}\left(\frac{x^2\left(L^2-x^2\right)}{L^2}\right)' = \frac{\rho_{max}}{L^3}\left(x^2\cdot L^2 - x^4\right)' =$$

$$= \frac{\rho_{max}}{L^3}\left(L^2\cdot 2x - 4x^3\right)$$

$$L^2\cdot 2x = 4x^3$$

$x = 0$ | $2x^2 = L^2$

$x = \frac{L}{\sqrt{2}}$

Интересно, что при $x=0$ мы получаем короткое замыкание и мощность минимальна, она $=0$.

Ответ: при $x=0$, $P=0$ и $P_{min}$ т.к. тогда короткое замыкание и ток через $R$ не идёт
аналогично при $x=L$ ток идти через $R$ не будет.

нет, это точка частн. реостата, но ОК

Итоговый балл ________ ______________

(подпись председателя жюри)



Шифр Ф11-42

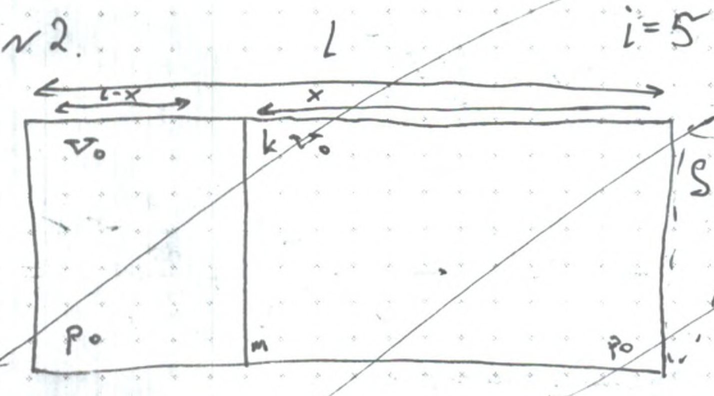
(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

**по «______________________», ______ класс,**

**вариант ________**

№2. $L$ $i=5$




$S\cdot L=(1+k)V_0$

$\frac{S\cdot L}{V_0}=1+k$

$k=\frac{S\cdot L}{V_0}-1$

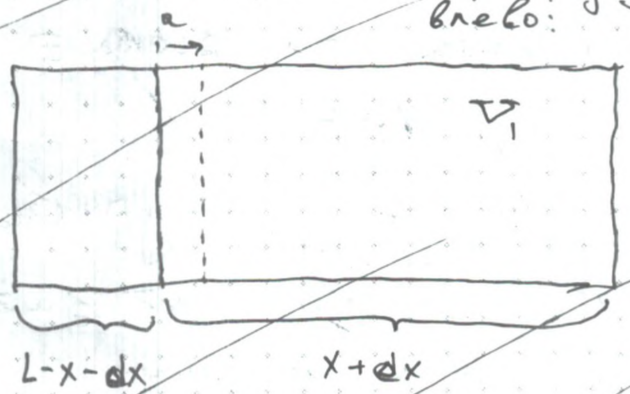
$\frac{x}{kV_0}=\frac{L-x}{V_0}$

$x\cdot V_0=kV_0\cdot L-xkV_0$

$x\,V_0(1+k)=kV_0$

$x=\frac{k}{1+k}$

Чуть-чуть отклоним перегородку на $dx$ влево:




$V_1=(x+dx)\cdot S$

$V_2=(L-x-dx)\cdot S$

Д. Поскольку сосуд теплоизолирован, то процесс адиабатический => $pV^\gamma=const$, где $\gamma=\frac{c_p}{c_v}$

Для левой стороны: $p_0V_0^\gamma=p_л'\cdot(L-x-dx)^\gamma\cdot S^\gamma$ изм. давл.

$p'=p_0\left(\frac{V_0}{S(L-x-dx)}\right)^\gamma$

Для правого: $p_п'=p_0\left(\frac{kV_0}{S(x+dx)}\right)^\gamma$

~~Тогда силы действующие на перегородку:~~

Второй З.Н. для перегородки: $m\ddot{x}=(p_л-p_п)\cdot S$

$$m\ddot{x} = S\cdot p_0\left(\left(\frac{V_0}{S(L-x-dx)}\right)^{\gamma} - \left(\frac{kV_0}{S(x+dx)}\right)^{\gamma}\right) =$$

$$= S\cdot p_0\cdot\left(\frac{V_0}{S}\right)^{\gamma}\left(\left(\frac{1}{L-x-dx}\right)^{\gamma} - \left(\frac{k}{x+dx}\right)^{\gamma}\right) =$$

$$= S\cdot p_0\cdot\left(\frac{V_0}{S}\right)^{\gamma}\left((L-x-dx)^{-\gamma} - \left(\frac{x+dx}{k}\right)^{-\gamma}\right) =$$

$$= S\cdot p_0\cdot\left(\frac{V_0}{S}\right)^{\gamma}\left((L-x)^{-\gamma}\left(1-\frac{dx}{L-x}\right)^{-\gamma} - \frac{1}{k^{-\gamma}}\cdot x^{-\gamma}\left(1+\frac{dx}{x}\right)^{-\gamma}\right) =$$

приб. равно почелов.

$$= -S\cdot p_0\left(\frac{V_0}{S}\right)^{\gamma}\left(\frac{1}{(L-x)^{\gamma}}\cdot\left(1+\gamma\frac{dx}{L-x}\right) - \frac{k^{\gamma}}{x^{\gamma}}\left(1-\gamma\frac{dx}{x}\right)\right) =$$

Пусть $dx$ - это координата перегородки $z$

тогда ускорение перегородки $\ddot{z}$

#1 Тогда мы получили ~~однородное~~ неоднор. диф. уравнение

Оно является ур. гарм. кол. т.к. ~~содержит~~ $z$ и $\ddot{z}$

Заметим что для нахождения $\omega_0$ достаточно решить однородное, тогда:

$$m\ddot{z} = -S\cdot p_0\cdot\left(\frac{V_0}{S}\right)^{\gamma}\cdot\left(\gamma\cdot\frac{\cancel{z}}{L-x}\cdot\frac{1}{(L-x)^{\gamma}} + \frac{k^{\gamma}}{x^{\gamma}}\gamma\cdot\frac{\cancel{z}}{x}\right)$$

См. Решение на другом листе!

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
## участника Олимпиады

(заполняется организатором)

| ШИФР | Ф10 - 16 |
|---|---|

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по физике для 10 классов, заключительный этап, 2025-2026 учебный год

### Данные участника

ID номер участника 920776

Место штампа

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

**Дата** "20" января 2026 г.



**Шифр** Ф10-16
(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 | 8 | 6 | 3 | 9 | 9 | | | | | | | | | | | 35 |
| № задания | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
| Балл | | | | | | | | | | | | | | | | |

ФИЗИКА
(профиль олимпиады)

10
(класс участия)

1 Дано:

$\alpha = 60^\circ$

$P_м = 250$ кВт

$\mu = 0.5$

$\mu t = 0.9$

$m = 1.5$ т

$\tau_1 - ?$

$\tau_2 - ?$

Решение:

Для телефона:


$OY: \; mg\cos\alpha + ma\sin\alpha = N$

$OX: \; F_{тр} = mg\sin\alpha - ma\cos\alpha$

$\Downarrow$

$F_{тр} = m(g\sin\alpha - a\cos\alpha)$

при пределе $F_{тр} = \mu N = \mu m(g\cos\alpha + a\sin\alpha)$

$\Downarrow$

$\mu(g\cos\alpha + a\sin\alpha) = g\sin\alpha - a\cos\alpha$

$\mu g\cos\alpha + \mu a\sin\alpha = g\sin\alpha - a\cos\alpha$

$a(\mu\sin\alpha + \cos\alpha) = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

$a = \frac{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}{\mu\sin\alpha + \cos\alpha}$ — минимальное ускорение, чтобы телефон не сползал.

$P = \frac{F \cdot dS}{dt} = F dv \;\Big|\; \frac{dv}{dt} = a \Rightarrow dv = a\,dt$

$P = F \cdot a \cdot dt$

т.к. $P$ – const $\Rightarrow$ $P = dF \cdot a \cdot dt$

$F = ma + \mu mg$

$\frac{P}{dt} = d(ma + \mu mg) \cdot a = ma\,da + \ldots$

$\Downarrow$

$\frac{P}{t - 0} = \frac{ma^2}{2}$

$t = \frac{2P}{ma^2} = \frac{2P}{m\left(\frac{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}{\mu\sin\alpha + \cos\alpha}\right)^2} \approx 7{,}65$ с.

Ответ: 7,65 с. — мин. интервал (ответ на а) и б))

4. Дано:

$\rho(x) = \rho_m \frac{x}{L}$

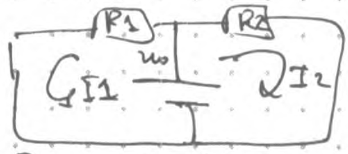
$L$

$U_0$

$x$ — ?

Решение:

Перерисуем схему в удобном виде



$R_1 = \rho_m \frac{x}{L}$

$R_2 = \rho_m \frac{L-x}{L}$

правило Кирхгофа:

$U_0 = I_1 R_1 = I_2 R_2$

$P_0 = \frac{U_0^2}{R_1} + \frac{U_0^2}{R_2} = U_0^2 \left( \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \right)$

$$P_0 = U_0^2 \left( \frac{\rho_m \frac{x}{L} + \rho_m \frac{L-x}{L}}{\frac{\rho_m^2 x \cdot (L-x)}{L^2}} \right) = U_0^2 \left( \frac{\rho_m \cdot L^2}{\rho_m^2 x (L-x)} \right) =$$

$= U_0^2 \left( \frac{L^2}{\rho_m x (L-x)} \right)$ — ~~максимальна~~ минимальна при $\rho_m x (L-x)$ — макс.

$$(\rho_m x (L-x))' = 0$$

$$\rho_m L - 2\rho_m x = 0$$

$x = \frac{L}{2}$ проверим, что именно такой случай:

↑ ∩ ↓ подставляем значение

$$P_0 = U_0^2 \cdot \left( \frac{L^2}{\rho_m \frac{L}{2} \cdot \frac{L}{2}} \right) = \frac{U_0^2}{4\rho_m}$$

Ответ: $x = \frac{L}{2}$; $P_0 = \frac{U_0^2}{4\rho_m}$.

Итоговый балл ________ ______________
(подпись председателя жюри)



Шифр Ф10-16
(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

**по «физике», 10 класс,**

2. Дано:
$t_1 = 45^\circ C$
$t_2 = 35^\circ C$
$t_3 = 90^\circ C$

$t_4 - ?$
$t_5, t_6 - ?$
$t_7, t_8 - ?$

Ответ: при $2I_0$ $t_4 = 50^\circ C$; при $3I_0$ $t_5 = 165^\circ C$, $t_6 = 75^\circ C$; при $4I_0$ $t_8 = 30^\circ C$; $t_7 = 190^\circ C$.

Решение:

$P = I^2R \Rightarrow$ мощность зависит квадратично от тока.

для внутр. жилы:

$P = \alpha(t_2 - t_1)$ т.к. она контактирует только с внеш. жилой.

+4

$$\begin{cases} I_0^2R = \alpha(t_1 - t_2) \\ 4I_0^2R = \alpha(t_3 - t_4) \end{cases}$$

+2

$4t_1 - 4t_2 = t_3 - t_4$

$t_4 = t_3 + 4t_2 - 4t_1 = 50^\circ C$.

для внеш. жилы:

$P = \beta(t_2 - t)$, где $t$ – температура снаружи.

$$\begin{cases} I_0^2R = \beta(t_2 - t) \\ 4I_0^2R = \beta(t_4 - t) \end{cases}$$

$4t_2 - 4t = t_4 - t$.

$4t_2 - t_4 = 3t$

$t = 30^\circ C$

$$\begin{cases} 9I_0^2R = \beta(t_6 - t) \\ I_0^2R = \beta(t_2 - t) \end{cases}$$

$9t_2 - 9t = t_6 - t$.

$t_6 = 9t_2 - 8t = 75^\circ C$.

$$\begin{cases} I_0^2R = \alpha(t_1 - t_2) \\ 9I_0^2R = \alpha(t_5 - t_6) \end{cases}$$

$9t_1 - 9t_2 = t_5 - t_6$

$t_5 = 9t_1 + t_6 - 9t_2 = 165^\circ C$

В) т.к. по внеш. жиле ток не течёт, то $P = 0$

$t_8 = t = 30^\circ C$.

$$\begin{cases} I_0^2R = \alpha(t_1 - t_2) \\ 16I_0^2R = \alpha(t_7 - t) \end{cases}$$

$16t_1 - 16t_2 = t_7 - t$

$t_7 = t + 16t_1 - 16t_2 = 190^\circ C$.

3. Дано:

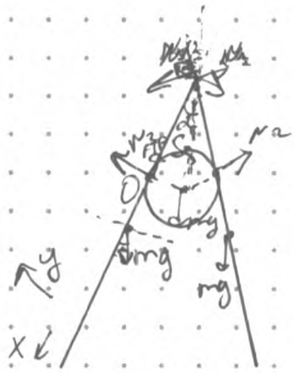
$K = 50$

$sm = \sqrt{5}$

$l = K \cdot R$

$\mu - ?$

Решение:




$$F_{тр} = \mu N_2$$

$$\sin\alpha = \frac{R}{smR} = \frac{R}{\sqrt{5}R} = \frac{1}{\sqrt{5}} \Rightarrow \alpha \approx 26{,}565$$

$$OX: N_1 \cdot \cos(90 - 2\alpha) + mg\cos\alpha = F_{тр} = \mu N_2.$$

расстояние от $N_1$ до $N_2$ (точки приложения сил) равно $\sqrt{R^2+5}$

правило моментов относительно точки O:

$$mg \cdot \sin\alpha \cdot \left(\frac{KR}{2} - \sqrt{R^2+5R^2}\right) = N_1 \cdot \sin(90 - 2\alpha) \cdot \sqrt{R^2+5R^2}$$

$$N_1 = \frac{mg\sin\alpha\left(\frac{KR}{2} - \sqrt{R^2+5R^2}\right)}{\cos 2\alpha \cdot \sqrt{R^2+5R^2}}$$

$$Oy: mg\sin\alpha = N_2 + N_1 \cdot \cos 2\alpha$$

$$N_2 = mg\sin\alpha - N_1\cos 2\alpha = mg\sin\alpha - mg\sin\alpha\frac{\left(\frac{KR}{2} - \sqrt{R^2+5R^2}\right)}{\sqrt{R^2+5R^2}} =$$

$$N_2 = mg\sin\alpha\left(1 - \frac{\frac{KR}{2} - \sqrt{6R^2}}{\sqrt{6R^2}}\right)$$

подставляем в первое:

$$\frac{mg\sin\alpha\left(\frac{KR}{2} - \sqrt{6}R\right) \cdot \sin 2\alpha}{\cos 2\alpha \cdot \sqrt{6} \cdot R} + mg\cos\alpha = \mu \cdot mg\sin\alpha\left(2 - \frac{KR}{2\sqrt{6}R}\right)$$

$$\frac{\sin\alpha \cdot \left(\frac{K}{2} - \sqrt{6}\right) \cdot \sin 2\alpha}{\cos 2\alpha \cdot \sqrt{6}} + \cos\alpha = \mu \cdot \sin\alpha\left(2 - \frac{K}{2\sqrt{6}}\right)$$

подставляем угол $\alpha$ и находим $\mu$:

$$\mu = \frac{\frac{\sin\alpha \cdot \sin 2\alpha \cdot \left(\frac{K}{2} - \sqrt{6}\right)}{\cos 2\alpha \cdot \sqrt{6}} + \cos\alpha}{\sin\alpha \cdot \left(2 - \frac{K}{2\sqrt{6}}\right)}$$

← допущена ошибка вычисления: везде где $\sqrt{R^2+5R^2}$ должно быть $\sqrt{4R^2} = 2R$, где $\sqrt{6}$ стоит 2.

$\mu = 1{,}6$

Ответ: $\mu = 1{,}6$

?

**Итоговый балл** _______ _______________
(подпись председателя жюри)

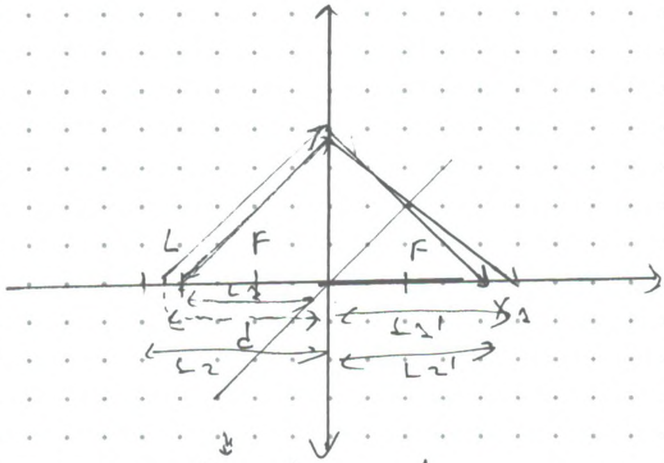


**Шифр** Ф10-16
(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

**по «**физике**», **10** класс,**

5. Дано:
$F$
$L$
$k$
$d - ?$




1) $\frac{1}{F} = \frac{1}{d-\frac{L}{2}} + \frac{1}{L_1'}$

$\frac{1}{L_1'} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d-\frac{L}{2}}$

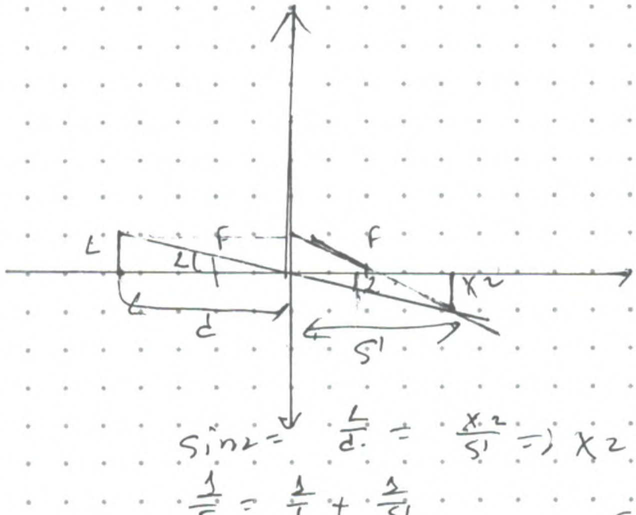
$L_1' = \frac{F(d-\frac{L}{2})}{F-d+\frac{L}{2}}$

2) $\frac{1}{F} = \frac{1}{d+\frac{L}{2}} + \frac{1}{L_2'}$

$L_2' = \frac{F(d+\frac{L}{2})}{F-d-\frac{L}{2}}$

$\Delta L' = x_1 = \frac{F(d-\frac{L}{2})}{F-d+\frac{L}{2}} - \frac{F(d+\frac{L}{2})}{F-d-\frac{L}{2}} = \cancel{\dots} = \frac{F^2 L}{4(\frac{L^2}{4}+dL+2dF-d^2-F^2)}$

Вторая ситуация:




$\sin\angle 2 = \frac{L}{d} = \frac{x_2}{S'} \Rightarrow x_2 = \frac{S' L}{d}$

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{S'}$

$S' = \frac{Fd}{F-d} \Rightarrow x_2 = \frac{FdL}{d(F-d)} = \frac{FL}{F-d}$

продолжение 5:

$$x_2 k = x_1$$

$$\frac{x_1}{x_2} = k$$

$$k = \frac{F^2 4(F-d)}{4F^2 - 4\left(\frac{L^2}{4} + dL + 2dF - d^2 - F^2\right)}$$

$$k\left(L^2 + 4dL + 8dF - 4d^2 - 4F^2\right) = F^2 - Fd$$

$$kL^2 + 4kdL + 8kdF - 4kd^2 - 4kF^2 = F^2 - Fd$$

$$kL^2 + d(4kL + 8kF + F) - 4kd^2 - F^2(4k+1) = 0$$

$$4kd^2 - (4kL + 8kF + F)d + \left(F^2(4k+1) - kL^2\right) = 0$$

↑ квадратное уравнение на d.

Не успел решить до конца

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ 1804

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
## участника Олимпиады

алабуга
ОСОБАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗОНА

(заполняется организатором)

| ШИФР | Ф10 - 57 |
|---|---|

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по физике для 10 классов, заключительный этап, 2025-2026 учебный год

### Данные участника

ID номер участника 1172524

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

Место штампа



**Дата** "20" января 20 26 г. **Шифр** ф10-57
(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 | 3 | 16 | — | 11 | 20 | | | | | | | | | | | 50 |
| № задания | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
| Балл | | | | | | | | | | | | | | | | |

физика
(профиль олимпиады)

10
(класс участия)

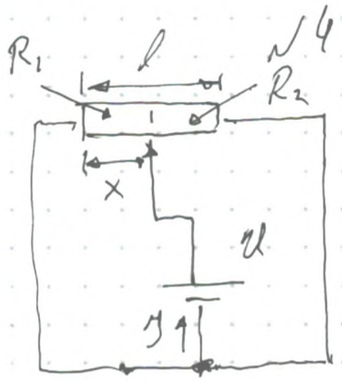
$\rho(x) = \rho_{max}\frac{x}{l}$

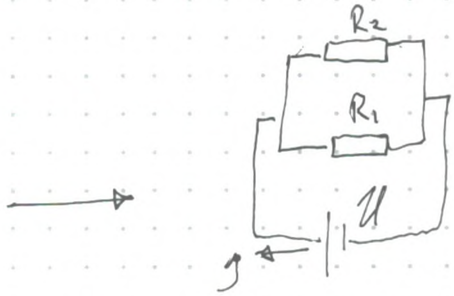
$l, U, \rho_{max}$

$x_p - ?$

$P_{min} - ?$

№4




$P(x) = I(x)\cdot U$ ; $\cancel{I(x) = \frac{U}{R_{общ}}}$

$I(x) = \frac{U}{R_{общ}(x)}$ ; $P(x) = \frac{U^2}{R_{общ}(x)}$ ; $\frac{1}{R_{общ}(x)} = \frac{1}{R_1(x)} + \frac{1}{R_2(x)}$

$R_{общ}(x) = \frac{R_1(x)\cdot R_2(x)}{R_1(x)+R_2(x)}$ ; $R_1(x) = \rho(x)\cdot x$ ; $R_2(x) = \rho(x)(l-x)$

$$R_{общ}(x) = \frac{\rho(x)\cdot x\cdot\rho(x)\cdot(l-x)}{\rho(x)x+\rho(x)(l-x)} = \frac{\rho^2(x)\cdot x(l-x)}{\cancel{\rho(x)}\cdot l} = \rho(x)x(l-x)\cdot\frac{1}{l}$$

т.к. $P \sim \frac{1}{R}$ => $P(x_p) = P_{min}$, если $R_{общ}(x_p) = R_{max}$

$$R_{общ}(x) = \rho_{max}\frac{x^2}{l^2}(l-x) = \rho_{max}\frac{x^2}{l} - \rho_{max}\frac{x^3}{l^2}$$

$$\frac{dR_{общ}}{dx} = R'_{общ}(x) = \rho_{max}\frac{2x}{l} - \rho_{max}\frac{3x^2}{l^2}; \quad R'_{общ}(x) = \rho_{max}\frac{x}{l}\left(2-\frac{3x}{l}\right)$$

Пусть $x_p$ – такое расстояние, что $R_{общ}(x_p) = R_{max}$ ⇒

⇒ $R'_{общ}(x_p)=0$; $\rho_{max}\frac{x_p}{l}\left(2-\frac{3x_p}{l}\right)=0$

$x_{p1}=0$; $2-\frac{3x_{p2}}{l}=0$; $3x_{p2}=2l$; $x_{p2}=\frac{2}{3}l$

при $x_{p1}$, $R_1(x_{p1})=0$; ⇒ $R_{общ}(x_{p1})=0$; ⇒

⇒ $P(x_{p1})\to\infty$; $x_{p1}$ – не подходит ⇒ $x_p = x_{p2} = \frac{2}{3}l$

$\boxed{x_p=\frac{2}{3}l}$ $R_{max}=R_{общ}\left(\frac{2}{3}l\right) = \rho_{max}\left(\left(\frac{2}{3}\right)^2\frac{l^2}{l} - \left(\frac{2}{3}\right)^3\frac{l^3}{l^2}\right)$

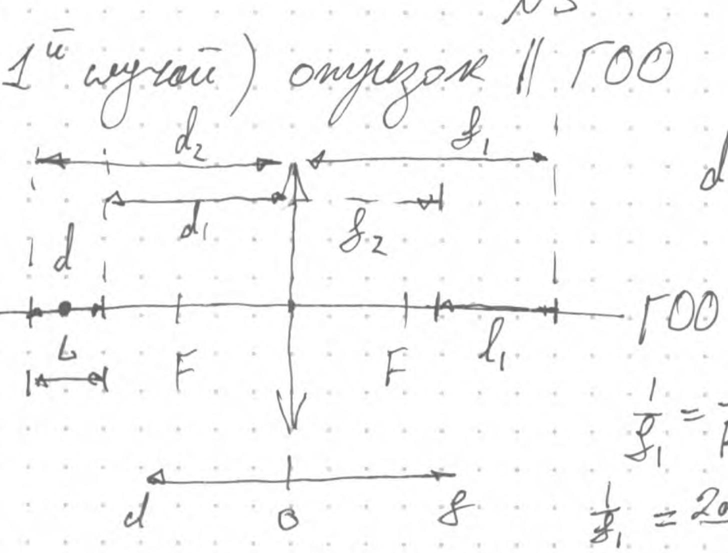
$$R_{max}=\rho_{max} l\left(\frac{2^2\cdot3}{3^2\cdot3}-\frac{2^3}{3^3}\right) = \rho_{max} l\frac{(3-2)2^2}{3^3} = \rho_{max} l\frac{4}{27}$$

$P_{min}=\frac{U^2}{R_{max}}$ $\boxed{P_{min}=\frac{27}{4}\frac{U^2}{\rho_{max}l}}$

Ответ: минимальное значение мощности $P_{min}=\frac{27}{4}\cdot\frac{U^2}{\rho_{max}l}$, достигается при $x_p=\frac{2}{3}l$

№5

1й случай) отрезок ∥ ГОО ; $l_1 = f_1 - f_2$




$d_1=\left(d-\frac{L}{2}\right)$; $d_2=\left(d+\frac{L}{2}\right)$

$\frac{1}{d_1}+\frac{1}{f_1}=\frac{1}{F}$

$\frac{1}{f_1}=\frac{1}{F}-\frac{1}{d_1}=\frac{1}{F}-\frac{2}{2d-L}$

$\frac{1}{f_1}=\frac{2d-L-2F}{F(2d-L)}$

**Итоговый балл** ________ ________________
(подпись председателя жюри)

**Шифр** ФР 10-57
(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

**по «физике», 10 класс,**

$f_1 = \frac{F(2d-L)}{2(d-F)-L}$ ; $\frac{1}{d_2}+\frac{1}{f_2}=\frac{1}{F}$ ; $\frac{1}{f_2}=\frac{1}{F}-\frac{1}{d_2}=\frac{1}{F}-\frac{2}{2d+L}$

$\frac{1}{f_2}=\frac{2d+L-2F}{F(2d+L)}$ ; $f_2=\frac{F(2d+L)}{2(d-F)+L}$

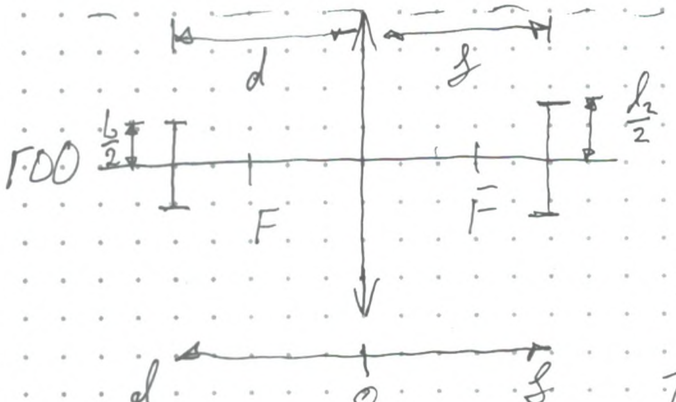
$l_1=\frac{F(2d-L)}{2(d-F)-L}-\frac{F(2d+L)}{2(d-F)+L}=F\left(\frac{2d-L}{2(d-F)-L}-\frac{2d+L}{2(d-F)+L}\right)$

~~Обозначим~~ Обозначим $d-F=\delta$ ; $\delta >> L$

$l_1=F\frac{(2d-L)(2\delta+L)-(2d+L)(2\delta-L)}{4\delta^2-L^2}=\frac{2dL-2\delta L-(2\delta L-2dL)}{4\delta^2\cdot\frac{1}{F}}$

$l_1=F\frac{4L(d-\delta)}{4\delta^2}=F\frac{LF}{(d-F)^2}$ ; $l_1=L\left(\frac{F}{d-F}\right)^2$

2й случай) отрезок ⊥ ГОО:




$\frac{f}{d}=\frac{l_2}{2}\cdot\frac{2}{L}$ ; $l_2=L\frac{f}{d}$

$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$ ; $\frac{1}{f}=\frac{1}{F}-\frac{1}{d}$

$\frac{1}{f}=\frac{d-F}{Fd}$ ; $f=\frac{Fd}{d-F}$ ; $l_2=L\frac{F}{d-F}$

По условию: $l_2=\frac{l_1}{k}$

$\cancel{L}\frac{F}{d-F}=\frac{\cancel{L}}{k}\left(\frac{F}{d-F}\right)^2$   $k=\frac{F}{d-F}$   $kd-kF=F$

$$\boxed{d = F\frac{k+1}{k}}$$

Однако ~~в~~ при расчете $l_1$ я пренебрег $L^2$, попробую посчитать по другому: $l_1 = \frac{4LF^2}{4\delta^2 - L^2} = L\frac{4F^2}{4\delta^2 - L^2}$ ; $l_2 = L\frac{F}{\delta}$

$l_2 = \frac{l_1}{k}$ ; $L\frac{F}{\delta} = \frac{L}{k}\cdot\frac{4F^2}{4\delta^2 - L^2}$ ; $4k\delta^2 - kL^2 = 4F\delta$

$4k\delta^2 - 4F\delta - kL^2 = 0$ ; $\delta = d - F = \frac{4F \pm \sqrt{16F^2 + 4L^2k^2}}{8k}$

$d - F > 0$ : отрицательный корень не подходит

$d = F + \frac{F}{2k} + \frac{4F\left(1 + \frac{L^2k^2}{4F^2}\right)^{\frac{1}{2}}}{8k}$ ; $\left(\frac{Lk}{2F}\right)^2 << 1 \Rightarrow$

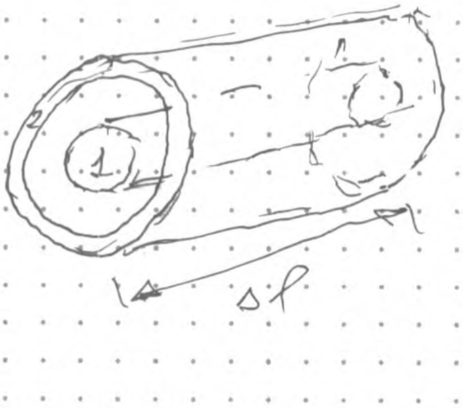
$\Rightarrow d \approx F + \frac{F}{2k} + \frac{F}{2k}\left(1 + \frac{L^2k^2}{8F^2}\right)$ на мой взгляд данный ответ является более точным

Ответ: $\boxed{d = F + \frac{F}{2k}\left(2 + \frac{L^2k^2}{8F^2}\right)}$

№2

Рассмотрим кусок кабеля длины $\Delta l$: внутреннюю жилу буду называть первой, а внешнюю второй

$T_0$



$\rho$ — $R = \rho\frac{\Delta l}{S}$

по усл. $S_{поп1} = S_{поп2} \Rightarrow$

$\Rightarrow R_1 = R_2$

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

**по «физике», 10 класс,**

Мощность теплопотерь от предмета к среде равна разности температур предмета и среды: $P_{потерь} = \alpha \Delta T$

т.к. во всех случаях на жилах устанавливается температура (постоянная), значит мощность нагревания от тока уравновешивается мощностью потерь в окр. среду $P_{тока} = P_{потерь}$

случай при протекании тока $I_0$ назовем случай 0) $T_{01} = 45°C$ ; $T_{02} = 35°C$

для 1й жилы) $P_{тока} = I_0^2 R$ ; $P_{потерь} = \alpha_1 (T_{01} - T_0)$

$I_0^2 R = \alpha_1 (T_{01} - T_0)$ (1)

для 2й жилы) $P_{тока} = I_0^2 R$ ; $P_{потерь} = \alpha_2 (T_{02} - T_0)$

$I_0^2 R = \alpha_2 (T_{02} - T_0)$

случай a, (ток $2I_0$ в обеих) $P_{ток1} = 4 I_0^2 R$ ; $P_{пот1} = \alpha_1 (T_{a1} - T_0)$

$4 I_0^2 R = \alpha_1 (T_{a1} - T_0)$ (2) ; $P_{ток2} = 4 I_0^2 R$ ; $P_{пот2} = \alpha_2 (T_{a2} - T_0)$

$\frac{(2)}{(1)}$ $\frac{4 I_0^2 R}{I_0^2 R} = \frac{\alpha_1 (T_{a1} - T_0)}{\alpha_1 (T_{01} - T_0)}$ ; $4T_{01} - 4T_0 = T_{a1} - T_0$

$4T_{01} - T_{a1} = 3T_0$ ; $T_0 = \frac{4T_{01} - T_{a1}}{3}$ ; $T_{a1} = 90°C$

$T_0 = \frac{4 \cdot 45°C - 90°C}{3} = 30°C$ ; $P_{ток2} = P_{пот2}$ ; $4 I_0^2 R = \alpha_2 (T_{a2} - T_0)$

$\frac{4 I_0^2 R}{I_0^2 R} = \frac{\alpha_2 (T_{a2} - T_0)}{\alpha_2 (T_{02} - T_0)}$ ; $4T_{02} - 4T_0 = T_{a2} - T_0$ ; $T_{a2} = 4T_{02} - 3T_0$

$T_{a2} = 4\cdot 35^\circ C - 3\cdot 30^\circ C = 140^\circ C - 90^\circ C = 50^\circ C$

$\boxed{а)\ T_{a2} = 4T_{02} - 3T_0\ ;\ T_{a2} = 50^\circ C}$ $\quad \dfrac{P_{ток2}}{P_{ток1}} = \dfrac{P_{пот2}}{P_{пот1}}$

$\dfrac{4J_0^2R}{4J_0^2R} = \dfrac{\alpha_2(T_{a2}-T_0)}{\alpha_1(T_{a1}-T_0)}$ ; $\dfrac{\alpha_1}{\alpha_2} = \dfrac{50^\circ C - 30^\circ C}{90^\circ C - 30^\circ C} = \dfrac{20^\circ C}{60^\circ C} = \dfrac{1}{3}$

$\alpha_2 = 3\alpha_1$ ; $\alpha_1 = \alpha$ ; $\alpha_2 = 3\alpha$

случай б) (ток $3J_0$ в обеих) $P_{ток1} = 9J_0^2R$ ; $\cancel{P_{пот1} = \alpha}$

$P_{пот1} = \alpha(T_{б1} - T_0)$ ; $9J_0^2R = \alpha(T_{б1} - T_0)$ (3)

$P_{ток2} = 9J_0^2R$ ; $P_{пот} = 3\alpha(T_{б2} - T_0)$ ; $9J_0^2R = 3\alpha(T_{б2} - T_0)$

$\dfrac{(3)}{(2)}$ $\quad \dfrac{9J_0^2R}{4J_0^2R} = \dfrac{\alpha(T_{б1}-T_0)}{\alpha(T_{a1}-T_0)}$ ; $\dfrac{9}{4} = \dfrac{T_{б1} - 30^\circ C}{90^\circ C - 30^\circ C}$ ;

$T_{б1} - 30^\circ C = \dfrac{9}{4}\cdot 60^\circ C = 135^\circ C$ ; $T_{б1} = 165^\circ C$

$\dfrac{9J_0^2R}{9J_0^2R} = \dfrac{\alpha(T_{б1}-T_0)}{3\alpha(T_{б2}-T_0)}$ ; $T_{б2} - T_0 = \dfrac{T_{б1}-T_0}{3} = \dfrac{165^\circ C - 30^\circ C}{3} = 45^\circ C$

$T_{б2} = 75^\circ C$ ; $\boxed{б)\ T_{б1} = 165^\circ C;\ T_{б2} = 75^\circ C}$

случай в) (ток $4J_0$ течет только по 1й нити)
т.к. во 2й нити температура постоянна

$P_{ток2} = P_{пот2}$ ; $P_{ток2} = 0$ ; $P_{пот2} = 3\alpha(T_{в2} - T_0)$

$3\alpha(T_{в2} - T_0) = 0 \quad T_{в2} = T_0 = 30^\circ C$

$P_{ток1} = 16J_0^2R$ ; $P_{пот1} = \alpha(T_{в1} - T_0)$ ; $16J_0^2R = \alpha(T_{в1} - T_0)$

$\dfrac{16J_0^2R}{4J_0^2R} = \dfrac{\alpha(T_{в1}-T_0)}{\alpha(T_{a1}-T_0)}$ ; $4T_{a1} - 4T_0 = T_{в1} - T_0$

$T_{в1} = 4T_{a1} - 3T_0$

Итоговый балл ______ ______

(подпись председателя жюри)



Шифр ФФ10-57

(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

**по «физике», 10 класс,**

$T_{в1} = 4T_{a1} - 3T_0 = 4\cdot 90°C - 3\cdot 30°C = 360°C - 90°C = 270°C$

Ответ: а) $T_{a2} = 50°C$; б) $T_{б1} = 165°C$; $T_{б2} = 75°C$

в) $T_{в1} = 270°C$; $T_{в2} = 30°C$

№1

$\alpha = 60°$; $P_{max} = 230$ кВт

$M = 1{,}5$ т; $\mu = 0{,}5$

$\mu d = 0{,}9$

а) $t$ – ?

б) $t_{вых}$ – ?

СО – машина


Пока скорость машины мала колёса будут проскальзывать и лишь часть мощности будет переходить в движение, остальное уйдёт в тепло.

Пусть $v_{кр}$ – скорость по достижении которой проскальзывание прекратится

$F_{тр\,max\,M}\cdot v_{кр} = P_{max}$; $F_{тр\,max\,M} = \mu d N$; $N = Mg$

$\mu d Mg \cdot v_{кр} = P_{max}$; $\underline{v_{кр} = \frac{P_{max}}{\mu d Mg}}$;

до достижения $v_{кр}$:

По теореме о $E_к$: $A = \Delta E_к$; $A = \mu d Mg S$; $\Delta E_к = \frac{Mv_{кр}^2}{2}$

$a_1 = \mu d g$ на этом участке

2) Пока установится $v_{кр}$ $F \approx P$

$A = P_{max} t$ ; $\Delta E_k = \frac{M v^2(t)}{2} - \frac{M v_{кр}^2}{2}$ ; $a_2 = \frac{dv}{dt} = v'(t)$

$P_{max} t = \frac{M v^2(t)}{2} - \frac{M v_{кр}^2}{2}$

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ 1804

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
## участника Олимпиады

алабуга
ОСОБАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗОНА

(заполняется организатором)

| ШИФР | Ф10 - 26 |
|---|---|

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по физике для 10 классов, заключительный этап, 2025-2026 учебный год

---

### Данные участника

ID номер участника 1272434

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" января 2026 г.

Шифр Ф10-26
(заполняется оргкомитетом)

## Оценка работы

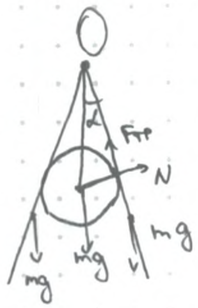
(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

| № задания | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Балл | — | 16 | 1 | 20 | 5 | | | | | | | | | | | 42 |
| № задания | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
| Балл | | | | | | | | | | | | | | | | |

физика
(профиль олимпиады)

10
(класс участия)

№3




Рассмотрим равновесие доски относительно O

$$N \cdot \frac{R}{tg\alpha} = mg \cdot \sin\alpha \cdot \frac{kR}{2}$$

Рассмотрим равновесие бревна по вертикали

$$mg + 2N \cdot \sin\alpha = 2\mu N \cdot \cos\alpha$$

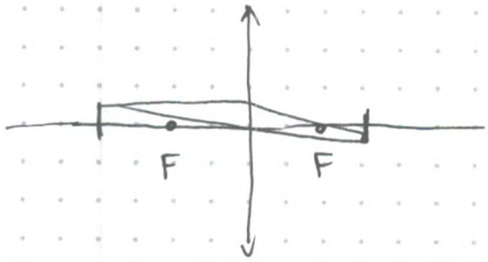
$$\frac{1}{2N} \cdot mg + \cancel{2}\sin\alpha = \mu\cos\alpha$$

$$\frac{1}{k \cdot tg\alpha \cdot \sin\alpha} + \sin\alpha = \mu\cos\alpha$$ !!

$\mu =$

№5

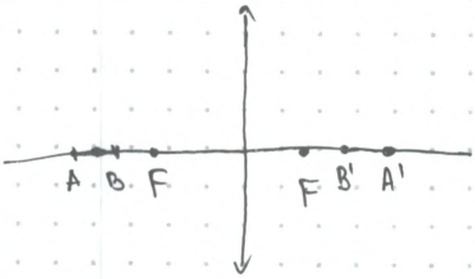
Дано:
$L, F$
$d - ?$




$$\frac{h'}{h} = \frac{f-F}{F} \qquad \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{f-F}{Ff} \qquad \frac{1}{f} = \frac{d-F}{dF}$$

$$\frac{h'}{h} = \frac{f}{d} = \frac{F}{d-F}$$




$$\frac{1}{f_A'} + \frac{1}{d+\frac{L}{2}} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f_B'} + \frac{1}{d-\frac{L}{2}} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{f_A' - f_B'}{L} = \frac{\frac{(d+\frac{L}{2})F}{d+\frac{L}{2}-F} + \frac{(d-\frac{L}{2})\cdot F}{d-\frac{L}{2}-F}}{L} \approx \cancel{\frac{\frac{2dF}{d-F}}{L}}$$

$$\cancel{k = \frac{h'}{A'B'}} = \; = \frac{d^2F + \frac{dLF}{2} - \frac{dLF}{2} - dF^2 - \frac{F^2L}{2} + d^2F - \frac{dLF}{2} + \frac{dLF}{2} - dF^2 + \frac{F^2L}{2}}{L(d-F+\frac{L}{2})(d-F-\frac{L}{2})} =$$

$$= \frac{2(d^2F - F^2d)}{L(d-F+\frac{L}{2})(d-F-\frac{L}{2})} \approx \frac{2(d^2F-F^2d)}{L(d-F)(1+\frac{L}{2(d-F)})^2} = \frac{2(d^2F-F^2d)}{L(d-F)(1+\frac{L}{d-F})} = \frac{2dF}{L(1+\frac{L}{d-F})}$$ ?

$$k = \frac{h'}{A'B'} = \cancel{k} = \frac{L\,(1+\frac{L}{d-F})}{2d\,(d-F)} = \frac{L(d-F+L)}{2d\cancel{(d-F)^2}} =$$

PV?? ??

$$2dk = Ld - FL + L^2$$

Размерность!

$$d = \frac{FL - L^2}{L-2k}$$

Ответ: $d = \dfrac{FL-L^2}{L-2k}$

**Итоговый балл** ________ ________________

(подпись председателя жюри)



**Шифр** Ф10-26

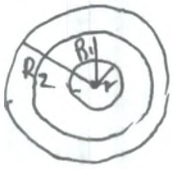
(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

**по «** физике **», ** 10 **класс,**

**вариант** ________

№2




$$N = I^2 R = \alpha S_{пов} \Delta T$$

$S_{пов}$ - площадь поверхности

$S_{сеч}$ - площадь сечения

$T_y$ - температура улицы

$$I^2 \cdot \frac{\rho l}{S_{сеч}} = \alpha S_{пов} \Delta T$$

$$I^2 = k\, S_{сеч} \cdot S_{пов} \cdot \Delta T$$

а) $I_0^2 = k \cdot S_{сеч} \cdot 2\pi r \cdot L\,(T_1 - T_2)$

$I_0^2 = k \cdot S_{сеч} \cdot 2\pi R_2 L\,(T_2 - T_y) - k \cdot S_{сеч} \cdot 2\pi r L\,(T_1 - T_2)$

$4I_0^2 = k \cdot S_{сеч} \cdot 2\pi r L\,(T_1' - T_2')$

$4I_0^2 = k \cdot S_{сеч} \cdot 2\pi R_2 L\,(T_2' - T_y) - k S_{сеч} \cdot 2\pi r L\,(T_1' - T_2')$

$2r(T_1 - T_2) = R_2(T_2 - T_y)$

$2r(T_1' - T_2') = R_2(T_2' - T_y)$

$4(T_1 - T_2) = T_1' - T_2'$

$T_2' = T_1' - 4(T_1 - T_2) = 50°C \Rightarrow T_y = 30°C$

б) аналогично

$9(T_1 - T_2) = T_1'' - T_2'' = 90°C$

$$\frac{T_1 - T_2}{T_1'' - T_2''} = \frac{T_2 - T_y}{T_2'' - T_y} = 2\,(T_2'' - T_y) = T_1'' - T_2''$$

$2T_y = 3T_2'' - T_1''$

$60°C = 2T_2'' - 90°C$

$T_2'' = 75°C,\ T_1'' = 165°C$

в) $(4I_0)^2 = k \cdot S_{сеч} \cdot 2\pi r L\,(T_x - T_y) = 16\, k\, S_{сеч} \cdot 2\pi r L\,(T_1 - T_2)$

$I_x - I_y = 16\,(T_1 - T_2)$

$I_x = 190°C$

Ответ: а) $T_2' = 50°C$

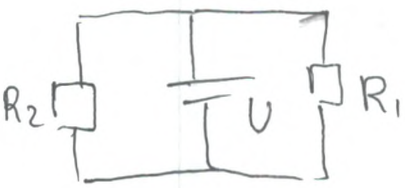
б) $T_1'' = 165°C$

$T_2'' = 75°C$

в) $T_x = 190°C$

№4

Цепь можно представить в виде




$$R_1 + R_2 = const = R_p = \frac{\rho_{max} l}{2}$$

$R_R$:

$$dR = \rho_{max}\frac{x}{l} \cdot dx$$

$$R = \rho_{max}\frac{x^2}{2l}$$

$$R = \rho_{max} \cdot \frac{l}{2}$$

$$P = \frac{U^2}{R_1} + \frac{U^2}{R_2} = U^2\left(\frac{R_1+R_2}{R_1 \cdot R_2}\right)$$

$R_1 + R_2 \geq 2\sqrt{R_1 R_2}$ (равенство достигается при $R_1 = R_2$) $\Rightarrow R_1 = R_2$

$$P_{min} = U^2 \cdot \frac{2}{R_1}$$

$$R_1 = R_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\rho_{max} l}{2}$$

$$\Rightarrow P_{min} = \frac{U^2 \cdot 8}{\rho_{max} \cdot l}$$

$R_1 = R_2 \Rightarrow \frac{\rho_x}{2} \cdot x = \frac{(\rho_x + \rho_{max})}{2} \cdot (l - x)$, где $\rho_x = \rho_{max} \cdot \frac{x}{l}$

$$\frac{x^2}{2l} = (l-x)\left(\frac{\frac{x}{l}+1}{2}\right)$$

$$\frac{x^2}{2l} = \frac{l^2 - x^2}{2l}$$

$$x = \frac{l}{\sqrt{2}}$$

Ответ: ~~Uni~~ $P_{min} = \frac{8U^2}{\rho_{max} \cdot l}$

$x = \frac{l}{\sqrt{2}}$

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
## участника Олимпиады

(заполняется организатором)

| ШИФР | Ф8 - 50 |
|---|---|

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по физике для 8 классов,
заключительный этап, 2025-2026 учебный год

### Данные участника

ID номер участника 1002805

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

Место штампа



Дата "20" января 2026 г.

**Шифр** Ф8-50
(заполняется оргкомитетом)

## Оценка работы

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

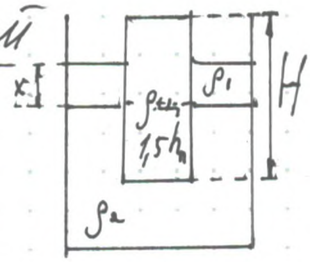
| № задания | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Балл | 20 | 20 | 16 | 5 | 5 | | | | | | | | | | | 66 |
| № задания | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
| Балл | | | | | | | | | | | | | | | | |

Физика
(профиль олимпиады)

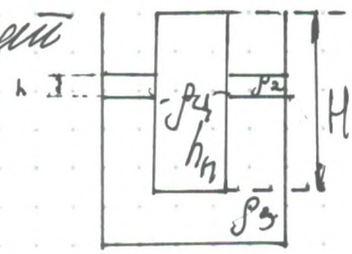
8
(класс участия)

№ 1.

1ый случай




2ой случай




Дано: $H = 20$ см $\rho_ц = 1,25 \frac{г}{см^3}$ $\rho_2 = 2 \frac{г}{см^3}$ $\rho_1 = 1 \frac{г}{см^3}$ $\rho_3 = 3 \frac{г}{см^3}$
$h = 5$ см $h_п$ $X$
Найти: $x$

1) Запишем условие равновесия тела для первого случая:
$mg = F_{A1} + F_{A2}$
Пусть площадь основания сосуда равна $S$
$m = \rho_ц SH$ $F_{A1} = 1,5 h_п S \cdot \rho_2 \cdot g$ $F_{A2} = xS \cdot \rho_1 \cdot g$

$\rho_ц \cancel{S} H \cancel{g} = 1,5 h_п \cancel{S} \cdot \rho_2 \cancel{g} + x \cancel{S} \rho_1 \cancel{g}$

$\rho_ц H = 1,5 h_п \rho_2 + \rho_1 X$

2) Запишем условие равновесия для второго случая:

$m - const \quad F_{A1.2} = h_п S \cdot \rho_3 \cdot g \quad F_{A2.2} = hS \cdot \rho_2 \cdot g$

$mg = F_{A1.2} + F_{A2.2}$

$\rho_ц \cancel{S} H \cancel{g} = h_п \cancel{S} \cdot \rho_3 \cdot \cancel{g} + h \cancel{S} \rho_2 \cancel{g}$

$\rho_ц H = \rho_3 h_п + \rho_2 h$

3) Запишем и решим систему уравнений

$$\begin{cases} \rho_ц H = 1{,}5 h_п \rho_2 + \rho_1 x \\ \rho_ц H = \rho_3 h_п + \rho_2 h \end{cases} \qquad h_п = \frac{\rho_ц H - \rho_2 h}{\rho_3}$$

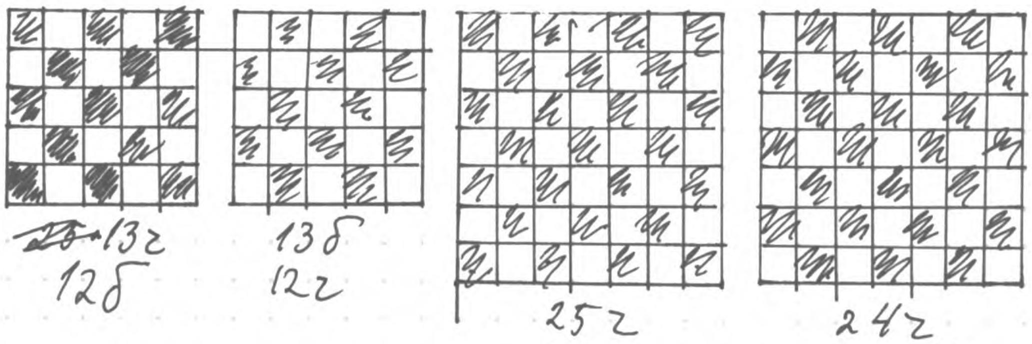
$$\rho_ц H = 1{,}5 \rho_2 \frac{\rho_ц H - \rho_2 h}{\rho_3} + \rho_1 x$$

$$x = \frac{\rho_ц H - 1{,}5 \rho_2 \frac{\rho_ц H - \rho_2 h}{\rho_3}}{\rho_1} = \frac{1{,}25 \frac{г}{см^3} \cdot 20 см - 1{,}5 \cdot 2 \frac{г}{см^3} \cdot \frac{1{,}25 \frac{г}{см^3} \cdot 20 см - 2 \frac{г}{см^3} \cdot 5 см}{3 \frac{г}{см^3}}}{1 \frac{г}{см^3}} =$$

$= 10$ см

Ответ: $x = 10$ см.

№ 2.



~~25~~ 13г 12б

13б 12г

25г 24б

24г 25б

1) $5 \times 5$ : б > ч $\quad 7 \times 7$ : б > ч $\quad \left|\left| \quad \begin{cases} 13 m_б + 12 m_ч = 13 кг \\ 25 m_б + 24 m_ч = 25{,}5 кг \end{cases} \quad \begin{cases} m_б = 0{,}5 кг \\ m_ч = 0{,}54 кг \end{cases}\right.\right.$

2) $5 \times 5$ : ч > б $\quad 7 \times 7$ : ч > б $\quad \left|\left| \quad \begin{cases} 13 m_ч + 12 m_б = 13 кг \\ 25 m_ч + 24 m_б = 25{,}5 кг \end{cases} \quad \begin{cases} m_б = 0{,}54 кг \\ m_ч = 0{,}5 кг \end{cases}\right.\right.$

**Итоговый балл** ______ ____________ (подпись председателя жюри)

**Шифр** ф8-50 (заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

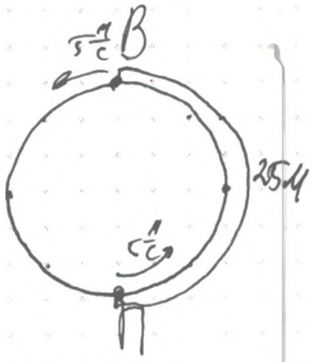
**по «** физике **»,** 8 **класс,**

**вариант** ________

3) $5\times5: б > ч$ || $\begin{cases} 13m_б + 12m_ч = 13кг \\ 25m_ч + 24m_б = 25,5кг \end{cases}$ $\begin{cases} m_ч = 0,53кг \\ m_б = 0,51кг \end{cases}$
$7\times7: ч > б$

4) $5\times5: ч > б$ || $\begin{cases} 13m_ч + 12m_б = 13кг \\ 25m_б + 24m_ч = 25,5кг \end{cases}$ $\begin{cases} m_ч = 0,51кг \\ m_б = 0,53кг \end{cases}$
$7\times7: б > ч$

Ответ: $\left[\begin{array}{l} \begin{cases} m_б = 0,5кг \\ m_ч = 0,54кг \end{cases} \\ \begin{cases} m_б = 0,54кг \\ m_ч = 0,5кг \end{cases} \\ \begin{cases} m_б = 0,53кг \\ m_ч = 0,51кг \end{cases} \\ \begin{cases} m_б = 0,51кг \\ m_ч = 0,53кг \end{cases} \end{array}\right.$




№3.

Дано:
$v_В = v_П = 5\frac{м}{с}$ $l = 50м$
$v_С = 8\frac{м}{с}$ (меняется)
пёс заменён на собаку, чтобы с Петей была разная первая буква

Найти: $t_{50}$

1) По условию, после первой встречи $v_С = 9\frac{м}{с}$
2) Перейдём в СО Васи

Лист № 2

$t = \frac{25\,м}{v_с - v_в} = 6,25\,с$ — до Васи

Меняет направление, бежит до Пети.
Перейдём в СО Пети.

$t = \frac{25\,м}{v_с + v_п} = 1,79\,с$ — до Пети (2ая встреча)

Скорость собаки меняется $v_с = 8\,\frac{м}{с}$
Бежит до Васи. Перейдём в СО Васи

$t = \frac{25\,м}{v_с + v_в} = 1,92\,с$ — до Васи

Меняет направление.
Бежит до Пети
Перейдём в СО Пети

$t = \frac{25\,м}{v_с - v_п} = 8,33\,с$ — до Пети (3ья встреча)

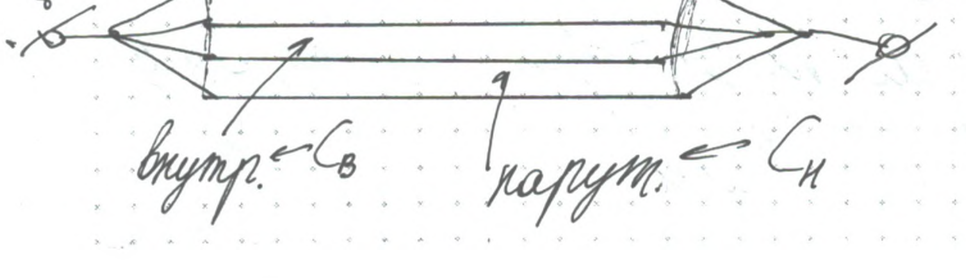
1б
3б Меняется $v_с$; $v_с = 9\,\frac{м}{с}$
3б Заметим, что дальше повторяется то же самое.
3б
3б
3б номер встречи
Σ 16б

$1 \xrightarrow[8,04\,с]{(6,25+1,79)\,с} 2 \xrightarrow[10,25]{(1,92+8,33)} 3 \ldots — 49 — 50$

$t = 8,04\,с \cdot 25 + 10,25\,с \cdot 24 = 447\,с$

Ответ: 447 с

№4.



Итоговый балл _______ _______________
(подпись председателя жюри)



Шифр Ф8-50
(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

**по «_______________________________», ______ класс,**

№4 (прод.)

1) Пусть в первый раз выделяется мощность $N$. Электромощность $N=UI$, но нам это не понадобится. Р-м $\tau$, за к-рое наши провода нагрелись от комн. темп. внутренний на $\Delta t+10°C$, а наружная на $\Delta t$.

$Q = N\tau$

$N\tau = C_B(\Delta t+10°C) = C_H \Delta t$

2) Теперь мощность стала $4N$. Р-м промежуток времени $\tau'$, за к-рый внутренний нагрели от 45°C до 90°C (на 45°C)

$4N\tau' = C_B \Delta t_{45} = C_H \Delta t'$ ← найти

$4\cancel{C_B}(\Delta t+10°C) = \cancel{C_B}\Delta t_{45}$

$4\Delta t+40°C = \Delta t_{45}$

$4\cancel{C_H}\Delta t = \cancel{C_H}\Delta t'$

$\begin{cases} 4\Delta t+40°C = 45°C \\ 4\Delta t = \Delta t' \end{cases}$

$\Delta t' = 5°C$

Значит $t_k = 35°C + \Delta t' = 40°C$

Ответ: 40°C

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 |

№5.

## № 5.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |

1) Анализ графика:
график на $l = 20$ м имеет излом. Я предполагаю, что до излома эти тела (лодка и цепь) являются единым телом, т.е. действующая на цепь сила Архимеда влияет на положение лодки. А после 20 они как бы разделяются

2) Р-м момент, когда $l_{погр} = 0$. Запишем условие равновесия:

$$(m_1 + m_ц)g = \rho_в V_п g$$

$$m_1 + m_ц = 2540 \text{ кг}$$

3) ~~Напишем условие равновесия для $l = 20$ и $l = 40$~~

$$\cancel{\begin{cases}(m_1 + m_ц - 20\lambda)g = \rho_в g V_{п1} \\ (m_1 + m_ц - 40\lambda)g = \rho_в g V_{п2}\end{cases}}$$

$$\cancel{\begin{cases}2540 - 20\lambda = 2450 \\ 2540 - 40\lambda = 2210\end{cases}}$$


$$(m_1 + m_ц)g = \rho_в V_п g + \rho_в S l g$$

$$2540 \text{ кг} = 2450 \text{ кг} + 1000 \cdot 20000 \cdot S$$

$S = 4{,}5 \cdot 10^{-3}$ м² (это я представила цепь цилиндром)

Р-м момент, когда $l = 40$


$$(2540 \text{ кг} - 40\lambda)g = \rho_в V_п g + \rho_в S l g$$

$$2540 - 40\lambda = 2210 + 180$$

$$\lambda = 3{,}75 \ \frac{кг}{м} \qquad \rho = \frac{\lambda}{S} = 8333 \ \frac{кг}{м^3}$$

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
## участника Олимпиады

(заполняется организатором)

| ШИФР | Ф10 - 59 |
|---|---|

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по физике для 10 классов, заключительный этап, 2025-2026 учебный год

### Данные участника

ID номер участника 1265112

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

Место штампа



Дата "20" Января 2026 г.

**Шифр** ФР10-59
(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 | 7 | 2 | 19 | 10 | 12 | | | | | | | | | | | 50 |
| № задания | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
| Балл | | | | | | | | | | | | | | | | |

Физика
(профиль олимпиады)

10
(класс участия)

~~№2~~
~~Дано:~~
~~$t_м = 45°C$~~
~~$t_б = 35°C$~~
~~$t_м' = 90°C$~~
~~$I = I_0$~~
~~$I' = 2I_0$~~
~~$I'' = 3I_0$~~
~~$I''' = 4I_0$~~
~~$t_б' - ?$~~
~~$t_м''; t_б'' - ?$~~
~~$t_м'''; t_б''' - ?$~~

~~1. Распишем энергию:~~ ~~$E_{эл}$ – электрическая энергия~~
~~$E_{отд}$ – отдаваемая энергия~~
~~$E_{тепл}$ – тепловая энергия~~
~~Большой: $E_{эл_б} - E_{отд} = E_{тепл.б}$.~~ ~~$t_н$ – начальная температура~~

~~$E_{эл_б} = E_{тепл.б} + E_{отд} = Cm(t_б - t_н) + E_{отд}$~~

~~Маленький: $E_{эл_м} + E_{отд} = E_{тепл.м}$~~

~~$E_{эл_м} = Cm(t_м - t_н) - E_{отд}$~~

~~$E_{элм} = \frac{\rho l_м}{S_м} = \frac{\rho_б l_б}{S_б} = E_{элб}$~~

~~$Cm(t_м - t_н) - E_{отд} = Cm(t_б - t_н) + E_{отд}$~~

~~$2E_{отд} = Cm(t_м - t_н - t_б + t_н) = Cm(t_м - t_б)$~~

~~$E_{отд} = \frac{Cm}{2}(t_м - t_б)$ – используем, как функцию.~~

~~2. Большой: $E'_{элб} - E_{отд} = E'_{тепл.б}$~~
~~Маленький: $E'_{элм} + E_{отд} = E'_{тепл.м}$~~

~~$\Rightarrow E'_{элб} - E_{отд} - E'_{элм} - E_{отд} = E'_{тепл.б} - E'_{тепл.м}$~~

~~$-2E_{отд} = Cm(t_б' - t_н) - Cm(t_м' - t_н)$~~

~~$-2E_{отд} = Cm(t_б' - t_м')$~~

~~$-Cm(t_м - t_б) = Cm(t_б' - t_м')$~~

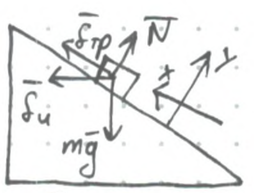
~~$t_б' = t_м' - t_м + t_б = 90 - 45 + 35 = 80°C$~~

№1.

Дано:
$\alpha = 60°$
$\mu = 0,5$
$P_{max} = 250$ кВт
$M = 1,5$ т
$\mu_д = 0,9$
$g = 10$ м/с²

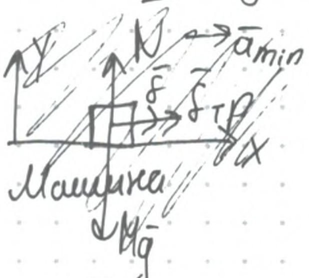
$t_1$ - ?

$t_2$ - ?

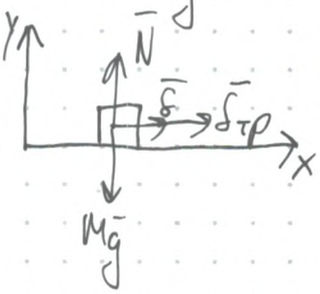

Телефон

$$\Sigma \bar F_i = 0: \quad OY: N = mg\cos\alpha + F_и \sin\alpha$$
$$OX: F_{тр} = mg\sin\alpha - F_и\cos\alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\mu} = \frac{g\cos\alpha + a\sin\alpha}{g\sin\alpha - a\cos\alpha} \Rightarrow g\sin\alpha - a\cos\alpha = \mu g\cos\alpha + \mu a\sin\alpha$$
$$a = \frac{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}{\mu\sin\alpha + \cos\alpha} = 6,6 \text{ м/с}^2 = a_{min}$$



$\cancel{\Sigma \bar F_i = 0}$
$\cancel{OY: N = Mg}$
$\cancel{OX: F + F_{тр} = Ma}$
$\cancel{F_4}$



$\Sigma \bar F_i = 0$
$OY: N = Mg$
$OX: \mu_д Mg + F = Ma$

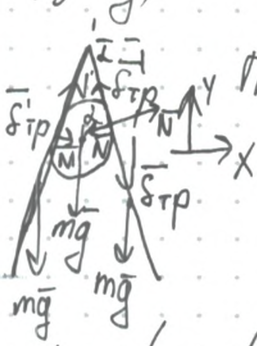
$$\frac{Pt_1}{S_1} = M(a + \mu_д g) = \frac{2P}{at_1} \Rightarrow t_1 = \frac{2P}{Ma(a+\mu_д g)} =$$
$$= \frac{2 \cdot 250000}{1500 \cdot 6,6(6,6 + 0,9 \cdot 10)} = \underline{3,24 \text{ с}}$$

$$t = \frac{2}{M} \cdot \frac{P}{a(a+\mu_д g)} \text{ — максимально} \Rightarrow \begin{matrix} P = P_{max} \\ a = a_{min} \end{matrix} \Rightarrow t_2 = t_1$$

№3.

Дано:
$k = 50$
$S_{min} = \sqrt{5}$
$l = kR$
$R$

$\mu$ - ?
$S_{min}$ - ?



По II з. Н для отрезка: $OY: mg + 2N\cos\alpha = 2F_{тр}\sin\alpha$
$$mg + 2N\cos\alpha = 2\mu N\sin\alpha$$
$$mg\sqrt{5} + 2N = 4\mu N$$
$$\mu = \frac{mg\sqrt{5} + 2N}{\cancel{4N}} = \frac{mg\sqrt{5}}{4N} + 0,5$$

$$\cos\alpha = \frac{1}{S_{min}} = \frac{1}{\sqrt{5}} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

Моменты сил относительно петли для 2-ух досок:
$$2M_N = 2M_{mg}$$
$$N\sqrt{5R^2 - R^2} = \frac{mgkR}{2}\cos\alpha \Rightarrow 4N = mgk\cos\alpha$$
$$\mu = \frac{mg\sqrt{5}}{mgk\cos\alpha} + 0,5 = \frac{5}{50} + 0,5 = \underline{0,6}$$

тоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)



Шифр фр10-59
(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

**по «Физике», 10 класс,**

Если считать в общем виде: $mg + 2N\cos\alpha = 2\mu N\sin\alpha$

$$2mg + 4N\cos\alpha = 4N\mu\sin\alpha$$

$$\cancel{2mg +}$$

$$\mu = \frac{2mg}{4N\sin\alpha} + \text{ctg}\,\alpha = \frac{mg}{2N\sin\alpha} + \text{ctg}\,\alpha$$

$$2M_N = 2M_{mg}$$

$$N\cdot R\sqrt{S_{min}^2 - 1} = \frac{mgkR}{2}\cos\alpha \Rightarrow N = \frac{mgk\cos\alpha}{2\sqrt{S_{min}^2 - 1}}$$

$$\cos\alpha = \frac{R}{R\cdot S_{min}} = \frac{1}{S_{min}} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{\sqrt{S_{min}^2 - 1}}{S_{min}} \Rightarrow \text{ctg}\,\alpha = \frac{1}{\sqrt{S_{min}^2 - 1}}$$

$$\mu = \frac{2mg\sqrt{S_{min}^2 - 1}}{2mgk\cos\alpha\sin\alpha} + \text{ctg}\,\alpha = \frac{\sqrt{S_{min}^2 - 1}}{k\cdot\frac{1}{S_{min}}\cdot\frac{\sqrt{S_{min}^2 - 1}}{S_{min}}} + \frac{1}{\sqrt{S_{min}^2 - 1}} = \frac{S_{min}^2}{k} + \frac{1}{\sqrt{S_{min}^2 - 1}} =$$

$$= \frac{S_{min}^2\sqrt{S_{min}^2 - 1} + k}{k\sqrt{S_{min}^2 - 1}} \quad \cancel{\Rightarrow S_{min}^2\sqrt{S_{min}^2 - 1} + k \leq k\sqrt{S_{min}^2 - 1}} \quad \cancel{S_{min}^2 = n}$$

1. $S_{min} \geq 1$
2. $S_{min} < 6,5$ (Подбором)

$$\cancel{n\sqrt{n-1} + k \leq k\sqrt{n-1}}$$

$$\cancel{(n-k)\sqrt{n-1} \leq -k}$$

$$\cancel{(n^2 - 2nk + k^2)(n-1) \leq k}$$

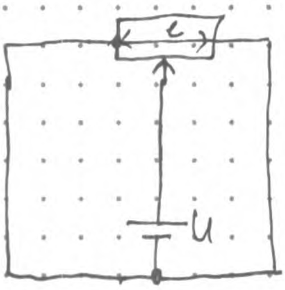
$$\cancel{n^3 - 2n^2k + nk^2 - n^2 + 2nk - k^2 - k \leq 0}$$

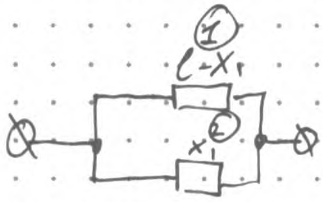
$$\cancel{n^3 - n^2(2k+1) + n(k^2+2k) + k(\ldots)}$$

№4.

Дано: $l; \rho_{max}; U$

$x_1$




$$R_1 = \rho_{max}\cdot\frac{l-x_1}{l} = \rho_{max}\left(1-\frac{x_1}{l}\right)$$

$$R_2 = \rho_{max}\frac{x_1}{l}$$

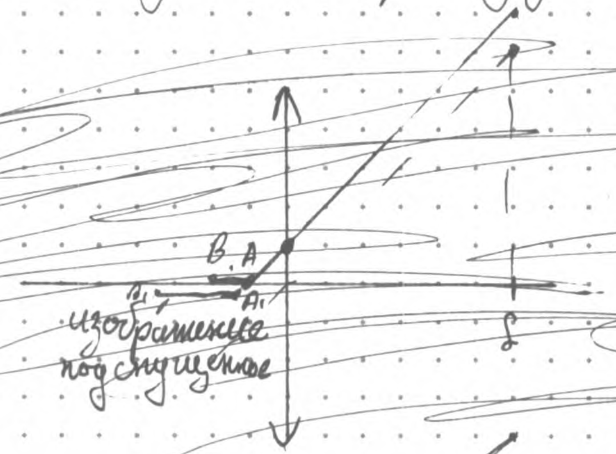
$$R_0 = \left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)^{-1} = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2} = \frac{\rho_{max}^2\left(1-\frac{x_1}{l}\right)\left(\frac{x_1}{l}\right)}{\rho_{max}\left(1-\frac{x_1}{l}\right)} = \rho_{max}\frac{(l-x_1)x_1}{(l-2x_1)l}$$

$P_{реост} = P_0 = U_0 I_0 = \frac{U_0^2}{R_0} = \frac{U_0^2}{\rho_{max}}\cdot\frac{(l-2x_1)l}{(l-x_1)x_1}$ => при $x_1 = l$ $P_{реост} = 0$, т.к. весь ток пойдет по проводу и будет короткое замыкание.

~~№5.~~

~~Дано: $L; F; l$~~

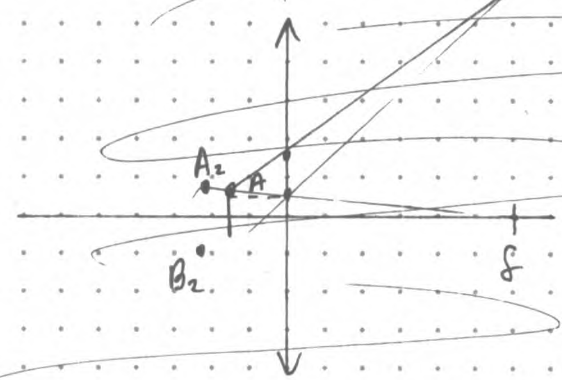
~~$d$ - ?~~




1. $\frac{1}{F} = \frac{1}{d_A} - \frac{1}{f_A} = \frac{2}{2d-L} - \frac{2}{2f_A-L_н}$

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_B} - \frac{1}{f_B} = \frac{2}{2d+L} - \frac{2}{2f_B+L_н}$

2. $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$




$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{2}{2d-L} - \frac{2}{2f-L_н} = \frac{2}{2d+L} - \frac{2}{2f+L_н}$$

$$\frac{L}{L_н} = \frac{d_Ad_B}{f_Af_B} = \frac{(2d-L)(2d+L)}{(2f-L_н)(2f+L_н)} = \frac{4d^2-L^2}{4f^2-L_н^2} \Rightarrow 4f^2L - LL_н^2 = 4d^2L_н - L^2L_н$$

$$LL_н^2 - L_н(L^2-4d^2) - 4f^2L = 0$$

$$L_н = \frac{L^2-4d^2+\sqrt{L^4+16d^4-8L^2d^2+16f^2L^2}}{2L}$$

Итоговый балл _______ _______________ (подпись председателя жюри)

Шифр 9Д10-59 (заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

**по «Физике», 10 класс,**

**вариант ________**

2. Дано:
$t_м = 45°C$
$t_б = 35°C$
$t_м' = 90°C$
$I = I_0$
$I' = 2I_0$
$I'' = 3I_0$
$I''' = 4I_0$

$t_б' - ?$
$t_м''; t_б'' - ?$
$t_м'''; t_б''' - ?$

$A_{эл} = A_н = Cm(t_м - t_н)$
$2A_{эл} = Cm(t_м' - t_н)$
$\Rightarrow t_м' - t_н = 2t_м - t_н$

$t_н = \frac{t_м' - 2t_м}{2} = 0°C$

$A_{эл} - A_{ср} = Cm(t_б - t_н) = Cm(t_м - t_н) - A_{ср}$

$A_{ср} = Cm(t_м - t_н - t_б + t_н) = 10Cm = k \cdot Cm(t_б - t_н) \Rightarrow$

$\Rightarrow k = \frac{10}{35} = \frac{2}{7}$

$2A_{эл} = Cm(t_б' - t_н) \cdot (1+k) = 2Cmt_м = Cmt_б'(1+k)$

$2t_м = t_б'(1+k) \Rightarrow t_б' = \frac{14t_м}{9} = \frac{14 \cdot 45}{9} = 70°C$

В $Cm\Delta t$ не буду писать $t_н = 0$;

$3A_{эл} = 3Cmt_м = Cmt_м'' \Rightarrow t_м'' = 3 \cdot 45 = 135°C$

$3A_{эл} = Cmt_б''(1+k) = Cmt_м'' \Rightarrow t_б'' = \frac{t_м''}{1+k} = \frac{7t_м''}{9} = 105°C$

$4A_{эл} = Cmt_м''' = 4 \cdot Cmt_м \Rightarrow t_м''' = 4t_м = 180°C$

$t_б''' = t_н = 0°C$

$t_б$ - температура внешнего

$t_м$ - температура внутр.

Лист № 3

$\frac{f}{H'} = \frac{d}{h}$

$\cancel{H = 2H' = \frac{2hf}{d}}$

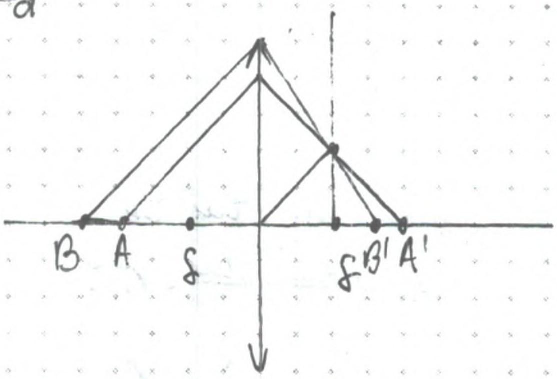
№5

Дано:

$k; F; L$

---

$d$



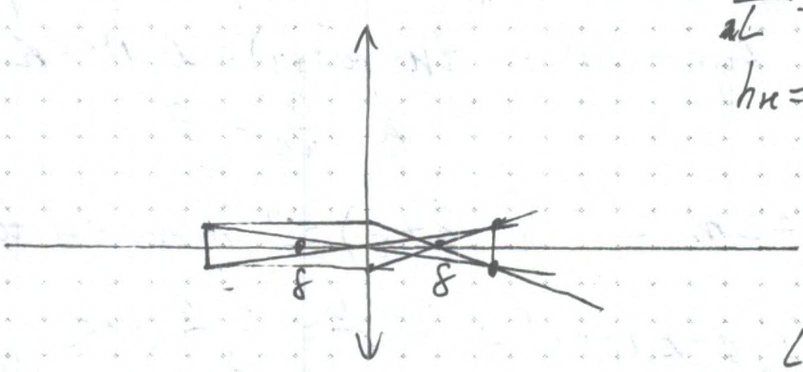

$\Gamma = \frac{A'B'}{AB} = \Gamma_A \Gamma_B = \frac{d_A d_B}{f_A f_B} = \frac{(2d+L)(2d-L)}{4 f_A f_B} = \frac{L_н}{L}$

$d_A = d + \frac{L}{2}$

$d_B = d - \frac{L}{2}$

$\frac{h_н}{L} = \frac{F}{d}$

$h_н = \frac{LF}{d}$




$\frac{L_н}{h_н} = k \Rightarrow L_н = k h_н$

$L_н = \frac{(4d^2 - L^2)L}{4(2F + L_н)(2F - L_н)} \Rightarrow L_н = \frac{(4d^2 - L^2)L}{4F^2 - L_н^2}$

$\frac{kLF}{d} = \frac{(4d^2 - L^2)L}{4F^2 - \frac{k^2L^2F^2}{d^2}} = \frac{(4d^2 - L^2)Ld^2}{4F^2d^2 - k^2L^2F^2} \Rightarrow (4d^2 - L^2)L d^3 = kLF(4d^2F^2 - k^2L^2F^2)$

$(4d^2 - L^2) \cdot Ld^3 = kLF^3(4d^2 - k^2L^2)$

$\left.\begin{matrix} d > F \\ F \gg L \end{matrix}\right| \Rightarrow d \gg L \Rightarrow 4d^5 L = kLF^3 \cdot 4d^2$

$d^3 = kF^3$

$\cancel{k} \; d^3 = \frac{F^3}{k} \Rightarrow d = \frac{F}{\sqrt[3]{k}} \Rightarrow F = d\sqrt[3]{k}$

$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1 + \sqrt[3]{k}}{d\sqrt[3]{k}} = \frac{1}{F} \Rightarrow d = \frac{F \cdot (1 + \sqrt[3]{k})}{\sqrt[3]{k}} = \frac{F}{\sqrt[3]{k}} + F$

?

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
## участника Олимпиады

(заполняется организатором)

| ШИФР | Ф8 - 61 |
|---|---|

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по физике для 8 классов, заключительный этап, 2025-2026 учебный год

## Данные участника

ID номер участника 1097515

[redacted]

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" 01. 2026 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФГАОУ ВО «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ОГРН 1021602841391 МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНАЯ ОЛИМПИАДА Кремлевская ул., д. 18, Казань, 420008 Тел./факс: 8(843) 292-53-63 2

Шифр Ф8-61
(заполняется оргкомитетом)

## Оценка работы

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

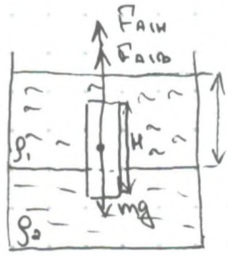
| № задания | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Балл | 12 | 15 | 19 | X | 20 | | | | | | | | | | | 66 |
| № задания | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
| Балл | | | | | | | | | | | | | | | | |

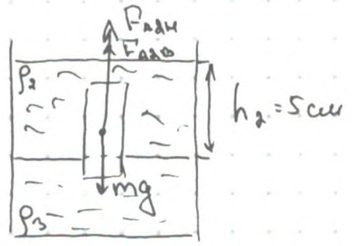
физика
(профиль олимпиады)

8
(класс участия)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 6 | 0 | 0 | 0 | 12 |

№1.

① 


② 


$H = 20см$
$\rho_1 = 1гр/см^3$
$\rho_2 = 2гр/см^3$
$\rho_3 = 3гр/см^3$
$\rho_у = 1{,}25гр/см^3$

$U_{погр1н} = 1{,}5\,U_{погр2н}$

$x - ?$

1) Усл. равновес. для ①:

$mg = F_{A1н} + F_{A1в}$

$\rho_у U = \rho_2 U_{погр1н} + \rho_1 \cdot (U - U_{погр1н})$. (*)

2) Усл. равновес для ②:

$mg = F_{A2н} + F_{A2в}$

$\rho_у U = \rho_3 U_{погр2н} + \rho_2 (U - U_{погр2н})$ (**)

Тогда уравнения (*) и (**) составляют систему.

Выразим из (*) U:

$\rho_у U = \rho_2 U_{погр1н} + \rho_1 U - \rho_1 U_{погр1н}$.

$U(\rho_у - \rho_1) = 1{,}5\,U_{погр2н}(\rho_2 - \rho_1)$

$U = 1{,}5\,U_{погр2н} \cdot \dfrac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_у - \rho_1}$; подставив отношение плотностей получим:

Сдано ____ листов ____________ ____________ Лист №1

подпись участника подпись наблюдателя в аудитории

$$U = 1{,}5 \cdot \frac{1}{0{,}25} U_{погр\,дн}$$

$$\boxed{U = 6 U_{погр\,дн.}}$$

~~Подставим в (**)~~

$$\cancel{\rho_ч \cdot 6 U_{погр\,дн} = \rho_3 U_{погр\,дн} + \rho_2 (6 U_{погр\,дн} - U_{погр\,дн})}$$

Тогда:

$$\begin{cases} U_{погр\,2в} = 5 U_{погр\,дн} = h_2 S_ч. \\ \rho_ч S_ч H = 6 U_{погр\,дн}. \\ U_{погр\,1в} = 6 U_{погр\,дн} - 1{,}5 U_{погр\,дн} = 4{,}5 U_{погр\,дн.} = x S_ч. \end{cases}$$

$$\frac{5 \cancel{U_{погр\,дн}}}{4{,}5 \cancel{U_{погр\,дн}}} = \frac{h_2 \cancel{S_ч}}{x \cancel{S_ч}}$$

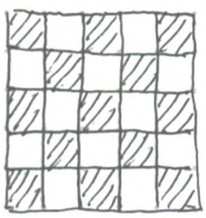
$$x = 4{,}5 \frac{h_2}{5} = 4{,}5 \text{ см.}$$

Ответ. $x = 4{,}5$ см.

№2.

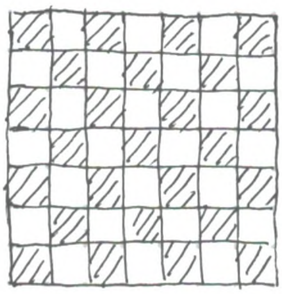
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 5 | 5 | 3 | 0 | 0 | 15 |

(1)



$m_1 = 13$ кг.

(2)



$m_2 = 25{,}5$ кг.

(I)

1) $n_{б1} = 12$
$n_{ч1} = 13.$

$n_{б2} = 24$
$n_{ч2} = 25$

$$\Rightarrow \begin{cases} m_1 = 12 m_б + 13 m_ч \\ m_2 = 24 m_б + 25 m_ч. \end{cases}$$

$$m_б = \frac{m_1 - 13 m_ч}{12}.$$

$m_2 = 2m_1 - 26 m_ч + 25 m_ч$

$m_2 - 2m_1 = -m_ч. \;|:(-1)$

$m_ч = 2m_1 - m_2 = 0{,}5$ кг.

Тогда $m_б = \frac{1}{12} \cdot (13 - 13 \cdot 0{,}5) \approx 0{,}54$ кг.

(II) Но также левая нижняя клетка обоих досок может быть белой.

Тогда:

$n_{б1} = 13$ ; $n_{б2} = 25$

$n_{ч1} = 12$ ; $n_{ч2} = 24.$

[redacted]

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)



Шифр ф8-61
(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

**по «физике», 8 класс,**

**вариант ________**

Аналогично:

$$m_б = \frac{m_1 - 12m_ч}{13}$$

$$m_2 = \frac{25}{13}m_1 - \frac{25\cdot 12}{13}m_ч + 25m_ч.$$

$$\frac{25}{13}m_ч = m_2 - \frac{25}{13}m_1 \cancel{1\cdot 13}$$

$$m_ч = \frac{13}{25}(25{,}5 - 25) = 0{,}26\text{ кг}.$$

$$m_б = \frac{13 - 12\cdot 0{,}26}{13} = 0{,}76\text{ кг}.$$

III Теперь рассмотрим случай, когда левая нижняя клетка 1 доски белая, а 2 – чёрная:

$n_{б1} = 13$ | $n_{б2} = 24$
$n_{ч1} = 12$ | $n_{ч2} = 25.$

$$m_б = \frac{m_1 - 12m_ч}{13}; \quad m_2 = \frac{24}{13}m_1 - \frac{24\cdot 12}{13}m_ч + 25m_ч.$$

$$\frac{37}{13}m_ч = 1{,}5\text{ кг}.$$

$$m_ч \approx 0{,}53\text{ кг}.$$

$$m_б = \frac{13 - 12\cdot 0{,}53}{13} \approx 0{,}51\text{ кг}.$$

IV Обратный случаю III:

$n_{б1} = 12$ | $n_{б2} = 25$
$n_{ч1} = 13$ | $n_{ч2} = 24$

$$m_б = \frac{m_1 - 13m_ч}{12}$$

$$m_2 = \frac{25}{12}m_1 - \frac{25\cdot 13}{12}m_ч + 24m_ч.$$

$$\frac{37}{12}m_ч = \frac{19}{12}\text{ кг} \Rightarrow m_ч \approx 0{,}51\text{ кг}; \quad m_б = \frac{13 - 13\cdot 0{,}51}{12} \approx 0{,}53.$$

Ответ: (I) $m_б = 0{,}54$ кг ; $m_ч = 0{,}5$ кг ; (II) $m_б = 0{,}76$ кг ; $m_ч = 0{,}26$ кг ;
(III) $m_б = 0{,}51$ кг ; $m_ч = 0{,}53$ кг ; (IV) $m_б = 0{,}53$ кг ; $m_ч = 0{,}51$ кг.

§ 5.

1) На участке до перелома (+ рис. 1)

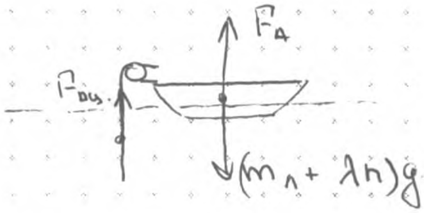



рис. 1.

Усл. равновес: ~~для лодки~~

~~Кладн~~ $m_л g + \lambda n g - F_{Aц} = F_A$

$m_л + \lambda n - S l \rho_б = V_{погр}\rho_в$

$V_{погр} = \underbrace{-\frac{S\rho_б}{\rho_в}}_{k_1} l + (m_л + \lambda n)\cdot\frac{1}{\rho_в}$

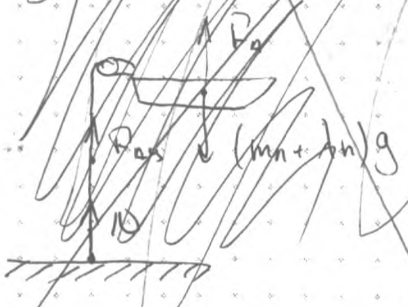
Из графика найдём $k_1$:

$k_1 = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{(2{,}45 - 2{,}54)\,м^3}{20\,м} = -\frac{9}{2000}\,м^2$

$-S\frac{\rho_б}{\rho_в} = -\frac{9}{2000}\,м^2$

$S\frac{\rho_б}{\rho_в} = \frac{9}{2000}\,м^2 \Rightarrow S\rho = \frac{9}{2000}\rho_в \cdot м^2 \cdot \frac{кг}{м^3} = \frac{9}{2000}\rho_в\,\frac{кг}{м}$

2) После перелома: Распишем $\lambda$:




$\lambda = l_1 S \rho$ ; $l_1 = 1\,м$.

$\lambda = \frac{9}{2000}\rho_в\,\frac{кг}{м}\cdot 1\,м = 4{,}5$ кг.

$\lambda = 4{,}5$ кг

3) $m_л + \lambda n =$

Итоговый балл _______ ________________
(подпись председателя жюри)



Шифр Ф8-61
(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ**

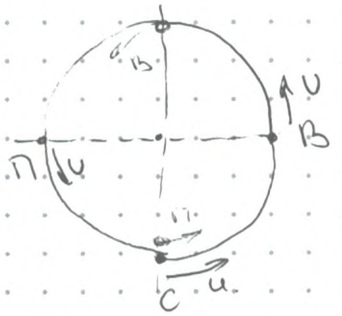
**по «** физике **», 8 класс,**

$V_{погр} = \underbrace{-S}_{k_1}\ell + (m_л + \lambda n)\frac{1}{\rho_в}$

Из графика: $k_1 = -\frac{9}{2000}$ м² $\Rightarrow S = \frac{9}{2000}$ м².

Продолжение см. оборот.

№3.




1) Будем считать, что 1 цикл – это возвращение к начальной скорости пса и направлению. Тогда:

$t_1 = \frac{L}{2(u-v)}$ – догнал Васю.

$t_2 = \frac{L}{2(v+u)}$ – догнал Петю. (начало отсчёта встреч с Васей)

$t_3 = \frac{L}{2(v+u+\Delta u)}$ – догнал Васю. (~~начало нового отсчёта встреч~~

$t_4 = \frac{L}{2(u+\Delta u-v)}$ – догнал Петю.

$T_1 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \approx 18{,}29$ сек. – 1 цикл.

1,5
3,5
3,5
9,5 < 3,5
3,5
1,5
2,5
Σ 19,5

2) До конца цикла, в котором начался отсчёт пройдет 1 встреча и время $t_3 + t_4$.

Далее пройдет 24 полных цикла и ещё $t_1$

$\Rightarrow T_{50} = 24T_1 + T_1 - t_2 = 25T_1 - T_2 \approx 455$ сек. $\approx 7{,}58$ мин.

Ответ: $T_{50} = 7{,}58$ мин.

№5 (продолжение)

2). На участке после перелома усл. равновес. следующее (+ рис. 2):

$$F_A^{\Sigma} = m_л g + \lambda n g - F_{Aц} - N$$

$$V_{погр} \rho_в g = m_л g + \lambda n g - S l \rho_в g - (\lambda l g - S l \rho_в g)$$

$$V_{погр} \rho_в = m_л + \lambda n - \lambda l \cancel{g}$$

$$V_{погр} = \underbrace{-\frac{\lambda}{\rho_в}}_{k_2} l + \frac{1}{\rho_в}(m_л + \lambda n)$$

$$k_2 = \frac{\Delta y}{\Delta x} = -\frac{\lambda^{*}}{\rho_в}$$

$$-\frac{\lambda^{*}}{\rho_в} = -\frac{3}{250}$$

$\lambda^{*} = \frac{3}{250} \cdot 1000 = 12$ кг/м — т.е. линейная плотность и численно масса 1 м цепи.

$$\lambda' = \lambda = 12 \text{ кг/м}$$

$$\boxed{\lambda = \lambda' l_1 = 12 \text{ кг}}$$

3) $\lambda = S l_1 \rho \Rightarrow \rho = \frac{\lambda}{S l_1} \approx 2666,7$ кг/м³.

Ответ: $\lambda = 12$ кг; $\rho \approx 2666,7$ кг/м³.

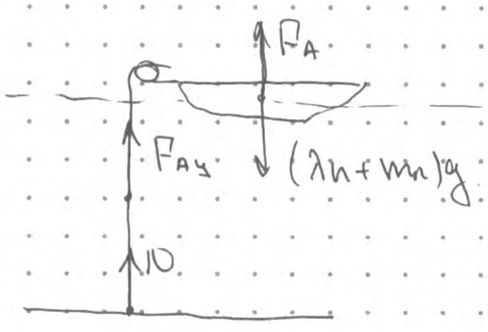



рис. 2

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
## участника Олимпиады

(заполняется организатором)

| ШИФР | Ф11 - 123 |
|---|---|

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по физике для 11 классов, заключительный этап, 2025-2026 учебный год

### Данные участника

ID номер участника 1272479

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

Место штампа

Дата "20" января 20 26 МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФГАОУ ВО «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ОГРН 1021602841391 МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНАЯ ОЛИМПИАДА Кремлевская ул., д. 18, Казань, 420008 Тел./факс: 8(843) 292-53-63 4

Шифр 411-123
(заполняется оргкомитетом)

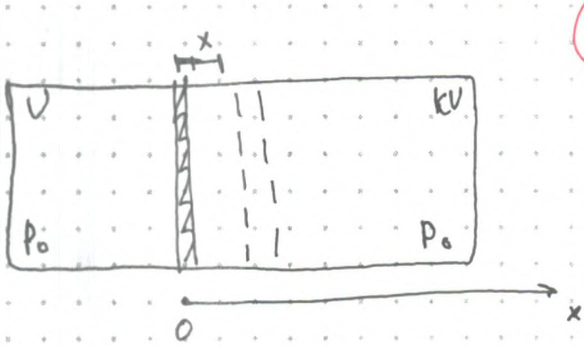
**Оценка работы**
(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

| № задания | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Балл | 11 | 15 | 1 | – | 20 | | | | | | | | | | | 47 |
| № задания | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
| Балл | | | | | | | | | | | | | | | | |

Физика
(профиль олимпиады)

11
(класс участия)

№ 2




(0) $b + kb = \ell$

$b = \dfrac{\ell}{k+1}$

(1) адиабатный процесс: $p_0 \cdot V^{7/5} = p_л (V + xS)^{7/5}$

$p_л = p_0 \cdot \left(\dfrac{V}{V+xS}\right)^{7/5}$ ; $p_п = p_0 \cdot \left(\dfrac{kV}{kV - xS}\right)^{7/5}$

(2) II зак Ньютона: $p_п - p_л = -ma$

$ma + \dfrac{p_0 V^{7/5}}{S^{7/5}} \left( \dfrac{k^{7/5}}{(kb - x)^{7/5}} - \dfrac{1}{(b+x)^{7/5}} \right) = 0$

$ma + p_0 \cdot \ell^{7/5} \left( \dfrac{1}{b^{7/5}\left(1 - \frac{x}{kb}\right)^{7/5}} - \dfrac{1}{b^{7/5}\left(1 + \frac{x}{b}\right)^{7/5}} \right) = 0$

$ma + \dfrac{p_0 \ell^{7/5}}{b^{7/5}} \left( 1 + \dfrac{7x}{5kb} - 1 + \dfrac{7x}{5b} \right) = 0$

$$m\ddot{x} + p_0(k+1)^{7/5} \cdot \frac{7(k+1)^2}{5k_0 l} \cdot x = 0$$

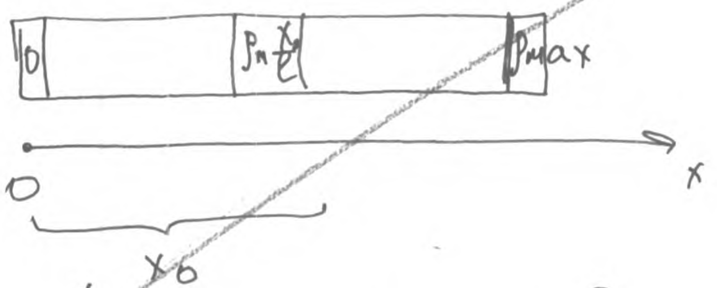
$$\ddot{x} + \frac{7p_0 \cdot (k+1)^{17/5}}{5mkl} \cdot x = 0$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{5mkl}{7p_0(k+1)^{17/5}}}$$

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{7p_0(k+1)^{17/5}}{5mkl}}$$

Ответ: $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{7p_0(k+1)^{17/5}}{5mkl}}$

N 5




① $p_{лоб} = \int_0^{x_0} p_{max} \cdot \frac{x}{l} dx = \frac{p_{max}}{l} \cdot \frac{x_0^2}{2}$, тогда $R_л = \frac{p_{лоб}}{x_0} \cdot x_0 = \frac{p_{max} \cdot x_0^2}{2l}$

$$p_{поб} = \int_{l-x_0}^{l} p_{max} \cdot \frac{x}{l} dx = \frac{p_{max}}{l}\left(\frac{l^2}{2} - \frac{(l-x_0)^2}{2}\right) = \frac{p_{max}}{2l}\left(2x_0 l - x_0^2\right)$$

$$R_п = \frac{p_{поб}}{l - x_0} \cdot l - x_0 = \frac{p_{max}(2x_0 l - x_0^2)}{2l}$$

② $P = \frac{U^2}{R_л} + \frac{U^2}{R_п} = \frac{U^2(R_п + R_л)}{R_л \cdot R_п} = \frac{U^2\left(\frac{p_{max} \cdot x_0^2}{2l} + \frac{p_{max}(2x_0 l - x_0^2)}{2l}\right)}{\frac{p_{max}^2}{4l^2} \cdot x_0^4 \cdot x_0^2 (2l - x_0)^2} =$

$$= \frac{U^2 \cdot (2x_0 l)}{\frac{p_{max}^2}{2l} \cdot x_0^6 \cdot (2l - x_0)^2} = \frac{4U^2 l^2}{p_{max} \cdot x_0^5 (2l - x_0)^2}$$

Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)



Шифр Ф11-123

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

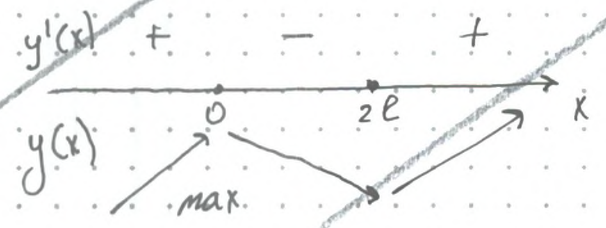
по «физике», 11 класс,

③ $P$ – ~~max~~ min, когда $y = x_0^5(2l-x_0)^2$ – max

$y' = 5x_0^4 \cdot 2(2l-x_0)(-1) = -10x_0^4(2l-x_0)$

$y' = 0$

$x_0 = 0$ или $x_0 = 2l$

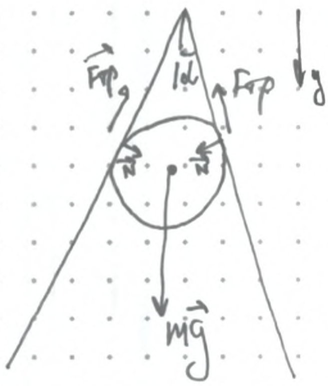


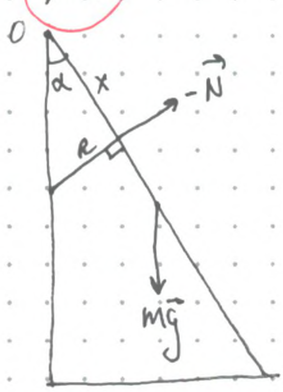

Итак, $P$ – min при $x_0 = 0$

$P = 0$

Ответ: 0,0

№1




① Правило моментов т. O для доски

$N \cdot x = mg \cdot \frac{1}{2}kR \cdot \sin\alpha$ V +4, $x = \frac{R}{tg\alpha}$

$N \cdot \frac{R}{tg\alpha} = mg\frac{kR}{2} \cdot \sin\alpha$

$N = \frac{mgk}{2} \cdot tg\alpha \cdot \sin\alpha$ +2

② II зак Ньютона для бруска:

$y: \; mg + 2N\cdot\sin\alpha = 2F_{тр}\cdot\cos\alpha$ +? , $F_{тр} \le \mu N$

$\cancel{F_{тр} = \frac{mg}{2\cdot\cos\alpha} + N}$

$\cancel{\mu N \geq \frac{mg}{2\cdot\cos\alpha} + N}$

$\cancel{(\mu - 1)\cdot}$

$$F_{тр} = \frac{mg}{2\cdot\cos\alpha} + \frac{N}{\cancel{tg\alpha}}\cdot tg\alpha$$

$$\mu N \geq \frac{mg}{2\cdot\cos\alpha} + N\cdot tg\alpha$$

$$\mu\cdot\frac{mgk}{2}\, tg\alpha\cdot\sin\alpha \geq \frac{mg}{2\cdot\cos\alpha} + \frac{mgk}{2}\, tg^2\alpha\cdot\sin\alpha$$

где?

$$\mu \geq \frac{2}{2\cdot\cos\alpha\cdot tg\alpha\cdot\sin\alpha} + \frac{2k\cdot tg^2\alpha\cdot\sin\alpha}{2k\, tg\alpha\cdot\sin\alpha}$$

$$\mu \geq \frac{1}{\sin^2\alpha} + tg\alpha$$

$$\mu_{min} = \frac{1}{\sin^2\alpha} + tg\alpha$$

$\mu_{min}$ при $\alpha$ - min, тогда $tg\alpha = \frac{R}{kR} = \frac{1}{k}$

$$\mu_{min} = 1 + \frac{1}{tg\alpha} + tg\alpha = 1 + k + \frac{1}{k} = \frac{k^2+k+1}{k}$$

Ответ: $\frac{k^2+k+1}{k}$

~~№3~~

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

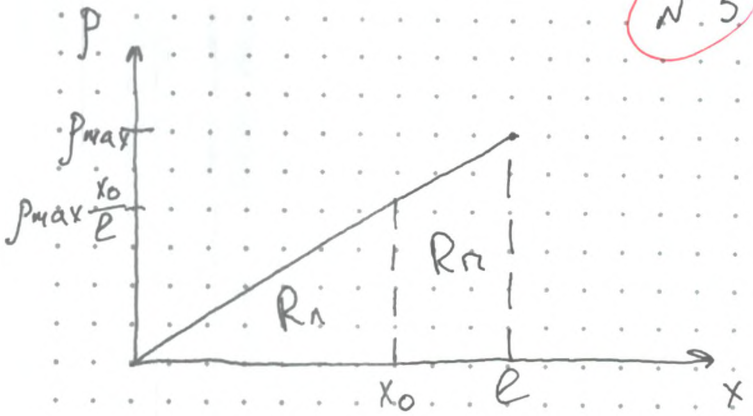


Шифр Ф11-123
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

№ 5




① $R_л = \frac{1}{2}x_0 \cdot \rho_{max}\frac{x_0}{l} = \frac{\rho_{max}}{2l}\cdot x_0^2$

$R_п = \frac{\rho_{max}\left(\frac{x_0}{l}+\frac{l}{l}\right)}{2}\cdot(l-x_0) = \frac{\rho_{max}}{2l}\left(l^2-x_0^2\right)$

② $P = \frac{U^2}{R_п}+\frac{U^2}{R_л} = \frac{U^2(R_л+R_п)}{R_л\cdot R_п} = \frac{U^2\cdot\frac{\rho_{max}}{2l}\cdot l^2}{\frac{\rho_{max}^2}{4l^2}\cdot x_0^2\left(l^2-x_0^2\right)} =$

$= \frac{U^2\cdot 2l}{\rho_{max}}\cdot\frac{l^2}{x_0^2\left(l^2-x_0^2\right)}$

③ $P$ – min, когда $y = x_0^2\left(l^2-x_0^2\right)$ – max

$y' = 2x_0\left(l^2-x_0^2\right)+x_0^2\cdot(-2x_0) = 2x_0\left(l^2-x_0^2-x_0^2\right) = 2x_0\left(l^2-2x_0^2\right)$

$y' = 0$

$x_0 = 0$ или $x_0 = \frac{\sqrt{2}}{2}l$

(не подход)

$P$ – min, при $x_0 = \frac{\sqrt{2}}{2}l$

$P = \frac{2U^2\cdot l^3}{\rho_{max}\cdot\frac{1}{2}l^2\left(l^2-\frac{1}{2}l^2\right)} = \frac{2U^2l^3\cdot 4}{\rho_{max}\cdot l^4} = \frac{8U^2}{\rho_{max}\cdot l}$ Ответ

Лист № 3

Ответ: $x = \frac{\sqrt{2}}{2} l$

$P = \frac{8U^2}{\rho_{max} \cdot l}$ √

N 3

a) $I_0 \rightarrow \frac{T_{вн1}}{T_{сн1}} = \frac{45\,°C}{35\,°C}$

$2I_0 \rightarrow \frac{T_{вн2}}{T_{сн2}} = \frac{90\,°C}{?} \rightarrow T_{сн2} = \frac{35 \cdot 90}{45} = 70\,°C$

б) $3I_0 \rightarrow T_{вн3} = 135\,°C$

$T_{сн3} = 105\,°C$ +1

в) $T_{вн4} = 180\,°C$

$T_{сн4} =$

Ответ: а) 70 °C

б) 135 °C
105 °C

в) 180 °C
°C