ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф10 - 22

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

Данные участника

ID номер участника 1269870

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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

Дата "20" января 2026 г. **Шифр** Ф10-22
(заполняется оргкомитетом)

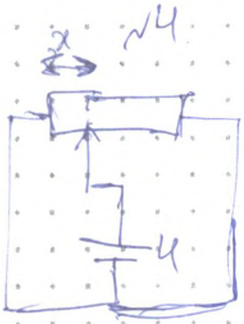
Оценка работы

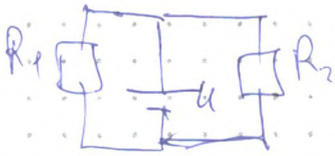
(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	6	20	—	14	20											60
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика (профиль олимпиады) 10 (класс участия)

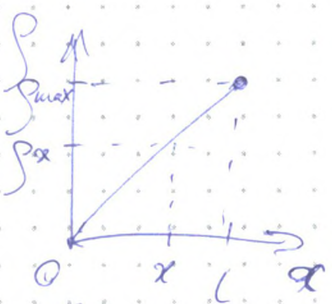
№4





$$R_1 + R_2 = R$$

$$R = \rho_{max}\frac{L}{S}$$



~~$R_l(x$~~

$$R_1(x) = \frac{\rho_{max}\cdot\frac{x}{L}}{2}\cdot\frac{x}{S} = \frac{\rho_{max}}{2LS}\cdot x^2$$

$$R_2 = R - R_1 = \frac{\rho_{max}}{S}\left(L - \frac{x^2}{2L}\right) \pm$$

$$R_0 = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2} = \frac{\frac{\rho_{max}}{S}\cdot\frac{x^2}{2L}\cdot\frac{\rho_{max}}{S}\cdot\left(L-\frac{x^2}{2L}\right)}{\frac{\rho_{max}}{S}\cdot L} = \frac{\rho_{max}}{LS}\cdot\left(\frac{x^2}{2} - \frac{x^4}{4L^2}\right)$$

$P = \frac{U^2}{R_0}$ => чтобы $P = min \rightarrow R = max$

$\frac{\rho_{max}}{lS} = const \Rightarrow$ для $R_0 = max \Rightarrow \frac{x^2}{2} - \frac{x^4}{4l^2} = max$

$\left(\frac{x^2}{2} - \frac{x^4}{4l^2}\right)' = x - \frac{x^3}{l^2} = 0$

$x_1 = 0$

$1 - \frac{x^2}{l^2} = 0$

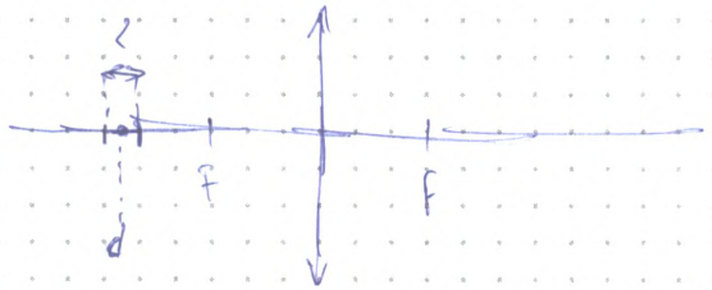
$x^2 = l^2$

$x_2 = l$

при $x=0$, $R_0 = 0 \Rightarrow R_0 = max$ при $x = l$

$R_0 = \frac{\rho_{max}}{lS} \cdot \left(\frac{l^2}{2} - \frac{l^2}{4}\right) = \frac{\rho_{max}}{lS} \cdot \frac{l^2}{4} = \rho_{max} \cdot \frac{l}{4S}$

№5



~~f_1 - расст.~~ f_1 и f_2 – расст. до изображений дальнего и ближнего (к линзе) концов отрезка соотв.

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d+\frac{l}{2}} + \frac{1}{f_1}$ $\qquad$ $\frac{1}{F} = \frac{1}{d-\frac{l}{2}} + \frac{1}{f_2}$

$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d+\frac{l}{2}}$ $\qquad$ $\frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d-\frac{l}{2}}$

$\frac{1}{f_1} = \frac{d+\frac{l}{2} - F}{F(d+\frac{l}{2})}$ $\qquad$ $\frac{1}{f_2} = \frac{d-\frac{l}{2} - F}{F(d-\frac{l}{2})}$

$f_1 = F\frac{d+\frac{l}{2}}{d+\frac{l}{2}-F}$ $\qquad$ $f_2 = F\frac{d-\frac{l}{2}}{d-\frac{l}{2}-F}$

l' – длина изображ. отрезка

$l' = |f_1 - f_2| = \left|F\left(\frac{d+\frac{l}{2}}{d+\frac{l}{2}-F} - \frac{d-\frac{l}{2}}{d-\frac{l}{2}-F}\right)\right| = \left|F\left(\frac{(d+\frac{l}{2})(d-\frac{l}{2}-F) - (d-\frac{l}{2})(d+\frac{l}{2}-F)}{d^2+F^2-2dF-\frac{l^2}{4}}\right)\right| =$

Итоговый балл _______ _______________ Шифр Ф10-22

(подпись председателя жюри) (заполняется оргкомитетом)

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

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 10 класс,

$$=f\left|\frac{d^2-\frac{l^2}{4}-dF-\frac{Fl}{2}-d^2+\frac{l^2}{4}+dF-\frac{Fl}{2}}{d^2+F^2-2dF-\underbrace{\frac{l^2}{4}}_{\to 0}}\right| = f\cdot\frac{Fl}{(d-F)^2}=l\cdot\frac{F^2}{(d-F)^2}$$

$$\frac{l'}{l}=\frac{F^2}{(d-F)^2}=\Gamma$$

f – расст. до изобр. отрезка после ~~пр~~ поворота.

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

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

$$f=\frac{Fd}{d-F}$$

$$\Gamma_{нов}=\frac{f}{d}=\frac{F}{d-F}$$

$$\frac{\Gamma}{\Gamma_{нов}}=\frac{\left(\frac{F}{d-F}\right)^2}{\frac{F}{d-F}}=\frac{F}{d-F}=k$$

$$F=kd-kF$$

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

№2.

$$S_1=S_2$$

$$\pi r^2=\pi(R^2-r^2)$$

$$R=r\sqrt{2}$$

$$\left.\begin{array}{l}S_1=S_2\\ l_1=l_2\\ \rho_1=\rho_2\end{array}\right| \Longrightarrow R_1=R_2=R$$

T_{1i} и T_{2i} – температуры внутр и внеш. жил в i-том каждом случае

α_1 – ~~темпо~~ коэф-т теплопередачи от внутр жилы к внеш.

α_2 – коэф-т теплопередачи от внеш. жилы наружу.

T_0 – температура снаружи.

+2 1) $I_0^2 R = \alpha_1 (T_{11} - T_{21})$

+4 2) $I_0^2 R + \alpha_1 (T_{11} - T_{21}) = \alpha_2 (T_{21} - T_0)$

3) $4 I_0^2 R = \alpha_1 (T_{12} - T_{22})$

4) $4 I_0^2 R + \alpha_1 (T_{12} - T_{22}) = \alpha_2 (T_{22} - T_0)$

$4(T_{11} - T_{21}) = T_{12} - T_{22}$

а) $T_{22} = T_{12} + 4T_{21} - 4T_{11} = (90 + \overset{140}{\cancel{180}} - 180)^\circ C = \cancel{130^\circ C}\ 50^\circ C$

+2 $2 I_0^2 R = \alpha_2 (T_{21} - T_0)$

$8 I_0^2 R = \alpha_2 (T_{22} - T_0)$

$4(T_{21} - T_0) = T_{22} - T_0$

$3T_0 = 4T_{21} - T_{22}$

+2 $T_0 = \dfrac{4T_{21} - T_{22}}{3} = \dfrac{(140 - 50)^\circ C}{3} = 30^\circ C$

5) $9 I_0^2 R = \alpha_1 (T_{13} - T_{23})$

6) $9 I_0^2 R + \alpha_1 (T_{13} - T_{23}) = \alpha_2 (T_{23} - T_0)$

$9(T_{11} - T_{21}) = T_{13} - T_{23}$

$9(T_{21} - T_0) = T_{23} - T_0$

б) $T_{23} = 9T_{21} - 8T_0 = (315 - 240)^\circ C = 75^\circ C$

$T_{13} = 9T_{11} - 9T_{21} + T_{23} = 165^\circ C$

7) $16 I_0^2 R = \alpha_1 (T_{14} - T_{24})$

$\alpha_1 (T_{14} - T_{24}) = \alpha_2 (T_{24} - T_0)$

$16(T_{11} - T_{21}) = T_{14} - T_{24}$

$8(T_{21} - T_0) = T_{24} - T_0$

Итоговый балл _______ _______________

(подпись председателя жюри)

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 Ф10-22

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

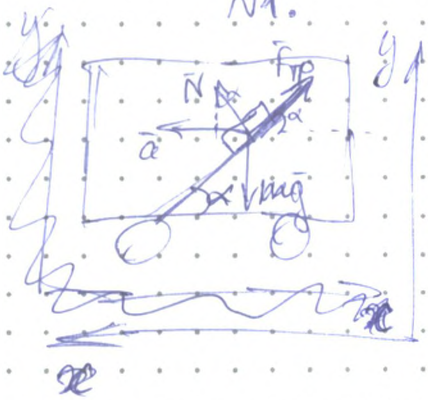
по «Физике», 10 класс,

в) $T_{24} = 8T_{21} - 7T_0 = (280 - 210)^\circ C = 70^\circ C$

$T_{14} = 16T_{11} - 16T_{21} + T_{24} = (160 + 70)^\circ C = 230^\circ C$

Ответ: а) $T_{22} = 50^\circ C$; б) $T_{13} = 165^\circ C$; $T_{23} = 75^\circ C$; в) $T_{14} = 230^\circ C$, $T_{24} = 70^\circ C$

N1.



$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{тр} = m\vec{a}$

$a = a_x$

Ox: $N\sin\alpha - F_{тр}\cos\alpha = ma$

Oy: $N\cos\alpha + F_{тр}\sin\alpha = mg$

$F_{тр} = \mu N$

$$\frac{a}{g} = \frac{N\sin\alpha - \mu N\cos\alpha}{N\cos\alpha + \mu N\sin\alpha} = \frac{\sin\alpha - \mu\cos\alpha}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha}$$

$$a = g\frac{\sin\alpha - \mu\cos\alpha}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha} = g\cdot\frac{\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}} = g\,\frac{\sqrt{3} - \frac{1}{2}}{1 + \frac{\sqrt{3}}{2}} = g(5\sqrt{3} - 8) \approx 6{,}6\,\frac{м}{с^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

алабуга
ОСОБАЯ
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ЗОНА

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф11 - 102

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

Данные участника

ID номер участника 1270393

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" января 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
4

Шифр Ф11-102
(заполняется оргкомитетом)

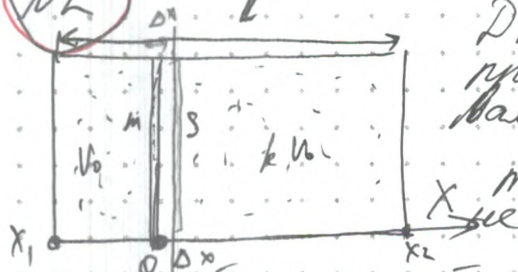
Оценка работы
(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	—	16	15	1	20											52
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика
(профиль олимпиады)

11
(класс участия)

№2



Для начала рассмотрим сам процесс отклонения на очень маленькую величину Δx:

т.к. тепло не теряется и не подводится, то: процесс аддиабатический $\Rightarrow p_1 V_1^{\gamma} = p_2 V_2^{\gamma}$

$V_0 + kV_0 = V_{общ}$; ~~т.к.~~ $\cancel{V \, l} =$

$\begin{cases} x_2 - x_1 = l, \\ x_2 = -k x_1, \end{cases}$ $\begin{cases} x_1 = (-)\dfrac{l}{k+1} \\ x_2 = \dfrac{k}{k+1} l \end{cases}$; $F = p \cdot S$

$$\Delta F = F_2 - F_1 = (p_2 - p_1) S$$

$$p_2 V_2^{\gamma} = p_1 V_1^{\gamma} \Rightarrow p_2 \left(\frac{lS}{k+1} + \Delta x S\right)^{\gamma} = p_1 \left(\frac{klS}{k+1} - \Delta x S\right)^{\gamma} = p_0 \left(\frac{lS}{k+1}\right)^{\gamma}$$

Для малого Δx $(1+\alpha)^{\gamma} = 1 + \gamma\alpha$

$$p_2 \left(\frac{lS}{k+1}\right)^{\gamma} \left(1 + \gamma \frac{\Delta x \cancel{S}}{l}\right) = p_1 \left(\frac{klS}{k+1}\right)^{\gamma} \left(1 - \gamma \frac{\Delta x \cancel{S}}{kl}\right) = p_0 \left(\frac{lS}{k+1}\right)^{\gamma}$$

$$\begin{cases} p_2\left(\frac{lS}{k+1}\right)^\gamma\left(1+\frac{\gamma\Delta x S}{\beta}\right)=p_0\left(\frac{lS}{k+1}\right)^\gamma \\ p_1\left(\frac{klS}{k+1}\right)^\gamma\left(1-\frac{\gamma\Delta x S}{k\beta}\right)=p_0\left(\frac{lS}{k+1}\right)^\gamma \end{cases}, \quad \text{где } \beta=\frac{lS}{k+1}$$

$$\begin{cases} p_2\left(1+\frac{\gamma\Delta x S}{\beta}\right)=p_0 \\ p_1\left(1+\frac{\gamma\Delta x S}{k\beta}\right)=p_0 \end{cases}; \quad p_2-p_1=p_0\left(\frac{1}{1+\frac{\gamma\Delta x S}{\beta}}-\frac{1}{1-\frac{\gamma\Delta x S}{k\beta}}\right)=$$

$$p_0=\left(\frac{1}{1+\frac{5\Delta x S(k+1)}{3lS}}-\frac{1}{1-\frac{5\Delta x S(k+1)}{3klS}}\right)=$$

$$=p_0\left(\frac{3lS}{3lS+5\Delta x S(k+1)}-\frac{3klS}{3klS-5\Delta x S(k+1)}\right)=$$

$$=p_0\cdot 3l\left(\frac{1}{3l+5\Delta x(k+1)}-\frac{k}{3kl-5\Delta x(k+1)}\right)=3lp_0\cdot\alpha,$$

$\alpha<0$

Тогда

$$\Delta F_x=m\Delta\ddot{x}$$

$$-\frac{3lp_0|\alpha|}{m}=\Delta\ddot{x}$$

Заметим, что $\alpha=\frac{1}{3l+5\Delta x(k+1)}-\frac{k}{3kl-5\Delta x(k+1)}=$

$$=\frac{3kl-5\Delta x(k+1)-5k\Delta x(k+1)}{3l^2k-15l\Delta x(k+1)+15l\Delta x(k+1)+25\Delta x^2k(k+1)^2}=$$

$$=-\frac{5\Delta x(k+1)^2}{3l^2k+25\Delta x^2k(k+1)^2}\sim\Delta x$$ при очень малых Δx, т.к. можно пренебречь Δx в знаменателе $\Rightarrow$

$$\Rightarrow |\alpha|=\frac{5\Delta x(k+1)^2}{3l^2k} \Rightarrow \Delta\ddot{x}=-\frac{3lp_0\cdot 5\Delta x(k+1)^2}{3l^2k\cdot m};$$

$$\Delta\ddot{x}=\Delta x\cdot\frac{5p_0(k+1)^2}{klm} \Rightarrow \omega=\sqrt{\frac{5p_0(k+1)^2}{klm}}$$

Ответ: $\omega=(k+1)\sqrt{\frac{5p_0}{klm}}$

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

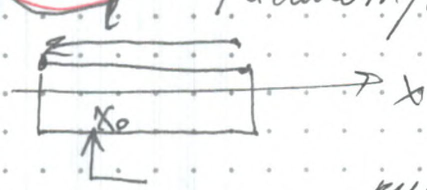
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ОГРН 1021602841391
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНАЯ ОЛИМПИАДА
Кремлевская ул., д. 18, Казань, 420008
Тел./факс: 8(843) 292-53-63
1

Шифр 911-102
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

№5 Рассмотрим реостат:



тогда сопротивление его кусочка равно $\int_0 \rho_{уд}(x)\,dx$ =>

=> разобьем его на 2 куска и посчитаем их сопротивления:

$$R_1 = \int_0^{x_0} \frac{\rho_{max}}{l} x\,dx = \frac{\rho_{max} x^2}{2l}\Big|_0^{x_0} = \frac{\rho_{max} x_0^2}{2l}$$

$$R_2 = \int_{x_0}^{l} \frac{\rho_{max}}{l} x\,dx = \frac{\rho_{max} x^2}{2l}\Big|_{x_0}^{l} = \frac{\rho_{max}}{2l}(l^2 - x_0^2)$$

Тогда схема будет выглядеть следующим образом:

=> мощность равна $P_1 + P_2$ и т.к. напряжение на каждом куске равно U $P_{общ} = U^2\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$

$$P_{общ} = U^2\left(\frac{2l}{\rho_{max} x_0^2} + \frac{2l}{\rho_{max}(l_0^2 - x_0^2)}\right) = \frac{2U^2 l}{\rho_{max}}\left(\frac{1}{x_0^2} + \frac{1}{l_0^2 - x_0^2}\right)$$

Для поиска максимума этой функции возьмем производную:

$$P'_{общ} = \frac{2U^2 l}{\rho_{max}}\left(-\frac{2}{x_0^3} + \frac{-1\cdot(-2x_0)}{(l_0^2 - x_0^2)^2}\right) = 0$$

$$-\frac{2}{x_0^3}+\frac{2x_0}{(l^2-x_0^2)^2}=0$$

$$x_0^4=(l^2-x_0^2)^2$$

$$x^4=l^4-2l^2x_0^2+x_0^4$$

$$l^2(l^2-2x_0^2)=0$$

Физический корень $\boxed{x_0=\frac{l}{\sqrt{2}}}$

Тогда искомая мощность равна:

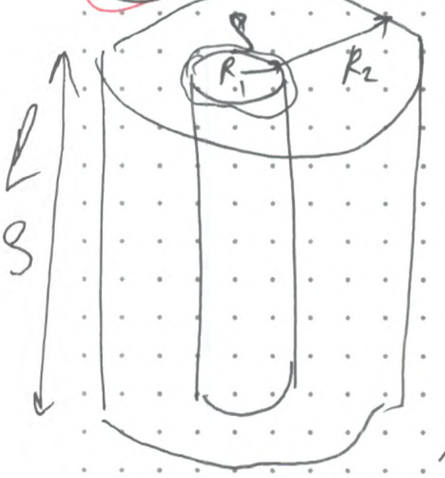
$$P=\frac{2U^2l}{\rho_{max}}\left(\frac{1}{\frac{l^2}{2}}+\frac{1}{l^2-\frac{l^2}{2}}\right)=\frac{2U^2l}{\rho_{max}}\left(\frac{2}{l^2}+\frac{2}{l^2}\right)=$$

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

Ответ: на $x_0=\frac{l}{\sqrt{2}}$

$$P_{макс}=\frac{8U^2}{l\rho_{макс}}$$

№3



Обозначим нижн. за 1 (внутр.) и 2 (внешний)

Тогда $\pi R_1^2=\pi R_2^2-\pi R_1^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{R_2=R_1\sqrt{2}}$

Температуры равны когда мощность выделяемого и отдаваемого тепла равны.

Мощность выделяемого тепла

$$P_+=I^2R,\quad R=\frac{\rho l}{S}\Rightarrow P_+=\frac{I^2\rho l}{S}$$

Возьмём кусок трубы l, тогда по закону Ньютона-Рихмана $P_{потерь}=\alpha_1 S(T_2-T_1)$

$$\frac{I_1^2\rho l}{S}=\alpha_1\pi R_1 l(T_2-T_1)$$

Итоговый балл _______ _______________
(подпись председателя жюри)

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 Ф11-102
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

Пусть температура среды равна $T_{ср}$, тогда для (II):

$$\frac{I_2^2 \rho l}{S} = \alpha_2 \pi R_2 l (T_2 - T_{ср}) - \alpha_1 S (T_2 - T_1) \text{, т.к.}$$

(II) получает тепло от (I)

Имеем систему уравнений (для удобства обозначим $\beta = \frac{\rho}{\pi R_1}$)

$$\begin{cases} I_0^2 \beta = \alpha_1 (45°C - 35°C) \quad (1) \\ \frac{2I_0^2}{\sqrt{2}} \beta = \alpha_2 (45°C - T_{ср}) \Rightarrow T_{ср} = 45°C - \frac{\sqrt{2}\beta I^2}{\alpha_2} \\ 4I_0^2 \beta = \alpha_1 (90°C - T_{2;2}) \quad (2) \end{cases}$$

$$\frac{(1)}{(2)} \quad \frac{1}{4} = \frac{10°C}{90°C - T_{2;2}} \Rightarrow 90°C - T_{2;2} = 40°C \Rightarrow T_{2;2} = 50°C$$

$$\begin{cases} 9I_0^2 \beta = \alpha_1 (T_{1;3} - T_{2;3}) \Rightarrow 9 = \frac{T_{1;3} - T_{2;3}}{10°C} \\ \cancel{18}\, 9\sqrt{2} \cdot I_0^2 \beta = \alpha_2 (T_{2;3} - T_{ср}) \end{cases}$$

$$\cancel{9\sqrt{2} I_0^2 \beta = \alpha_2 T_{2;3} - \sqrt{2}\beta I_0^2 \Rightarrow 8\sqrt{2}\beta I_0^2 = \alpha_2 T_{2;3}}$$

$$\cancel{\frac{9I_0\sqrt{2}\beta}{\alpha_2} = T_{2;3} - 45° + \frac{\sqrt{2}\beta I_0}{\alpha_2}}$$

$$\cancel{\begin{cases} 90°C = T_{1;3} - T_{2;3} \\ T_{2;3} = 45° + \frac{8\sqrt{2}\beta I_0^2}{\alpha_2} \end{cases}}$$

а) Ответ: 50°C

Лист № 3

$$\cancel{\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\alpha_1 \cdot 49^\circ C}{\alpha_2 (48^\circ C - T_c)}}$$

$$\cancel{\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\alpha_1 \cdot 56^\circ C}{\alpha_2 (48^\circ C - T_{cp})}}$$

$$\begin{cases} J_0^2 \beta = \alpha_1 \cdot 10^\circ C \\ \sqrt{2} J_0^2 \beta = \alpha_2 (\cancel{T_{cp}} \; 45^\circ - T_{cp}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 90^\circ = T_{1;3} - T_{2;3} \\ 9 J_0^2 \sqrt{2} \beta = \alpha_2 (T_{2;3} - T_{cp}) \end{cases}$$

$$8\sqrt{2} J_0 \beta = \alpha_2 T_{2;3} - \alpha_2 \cdot 45^\circ$$

3) $P_{+1} = P_{-1} \Rightarrow 16 J_0^2 \beta = \alpha_1 (T_{1;4} - T_{2;0})$

$P_{+1} = P_{-2} \Rightarrow \alpha_1 (T_{1;4} - T_{2;0}) = \alpha_2 (T_{1;4} - T_{cp})$

$T_{1;4} - T_{2;0} = 160^\circ C$

$\alpha_1 (T_{1;4} - T_{2;0}) = \alpha_2 (T_{1;4} - T_{cp})$

№4 До входа в трубу магнит свободно падает (перед входом он имеет скорость $V_0 = \sqrt{2gH}$, т.к. $mgH = \frac{mV_0^2}{2}$) далее он начнет замедляться до тех пор, пока сила тяжести не уравновесится силой магнитного притяжения к трубе, далее он будет двигатся с постоянной скоростью

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ 1804

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

алабуга ОСОБАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗОНА

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф11 - 105

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

Данные участника

ID номер участника 1008130

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" 01 2026 г.

Шифр 411-105
(заполняется оргкомитетом)

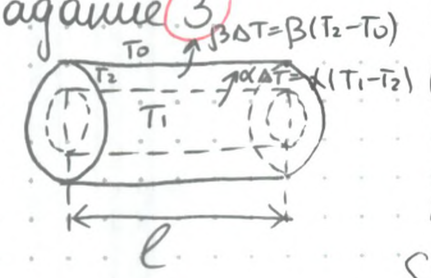
Оценка работы
(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ 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	20	12	20											92
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

физика
(профиль олимпиады)

11
(класс участия)

Задание 3



Обе жилы сделаны из меди => их удельные сопротивления равны

$R=\rho\frac{l}{S}$, для удобства рассм. участок провода длиной l

$S_1=S_2$ (усл.)
$l_1=l_2=l$
$\rho_1=\rho_2=\rho$
=> $R_1=R_2=R$ (сопротивления жил одинаковы)

Рассматриваем равновесия участка очень длинного провода => теплопередача через торцы в каждой части компенсируется (не учитываем)

Мощность теплопередачи зависит от площади поверхности и разности температур. Площадь в рассм. экспериментах не меняется => рассматр. разность температур

Пусть теплопередача от внутр. части кабеля внешней происходит с коэффиц. α, а от внешней в ОС — β. Темп. внутр. части — T_1, внешней — T_2, окруж. ср. — T_0

$P_{тока}=RI^2$ ← мощность, выдел. в проводах из-за протек. тока

Запишем энергетическое равновесие за период времени Δt

Сдано _____ листов

Лист №1

подпись участника

подпись наблюдателя в аудитории

$$\begin{cases} P_{внутр}\Delta t - \alpha(T_1-T_2)\Delta t = 0 \\ \alpha(T_1-T_2)\Delta t + P_{внешн}\Delta t = \beta(T_2-T_0)\Delta t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} P_{внутр} = \alpha(T_1-T_2) \\ \alpha(T_1-T_2)+P_{внешн} = \beta(T_2-T_0) \end{cases}$$

Запишем эти соотношения для случая, когда во всех частях ток I_0 и $2I_0$

$$\begin{cases} RI_0^2 \cancel{\Delta t} = \alpha(T_{11}-T_{21}) & (1) \\ RI_0^2+\alpha(T_{11}-T_{21}) = \beta(T_{21}-T_0) & (2) \\ R(2I_0)^2 = \alpha(T_{12}-T_{22}) & (3) \\ R(2I_0)^2+\alpha(T_{12}-T_{22}) = \beta(T_{22}-T_0) & (4) \end{cases}$$

$T_{11} = 45°C$

$T_{21} = 35°C$

$T_{12} = 90°C$

$T_{22} = ?$

(1): $\alpha = \frac{RI_0^2}{T_{11}-T_{21}} = \frac{RI_0^2}{10}$

(3): $\frac{4RI_0^2}{\alpha} = T_{12}-T_{22} \Rightarrow T_{22} = T_{12} - \frac{4RI_0^2}{RI_0^2}\cdot 10 = T_{12}-40$

$\boxed{T_{22} = 90°C - 40°C = 50°C}$

(2): $\beta = \frac{RI_0^2 + \frac{T_{11}-T_{21}}{10}RI_0^2}{T_{21}-T_0} = \frac{2RI_0^2}{T_{21}-T_0}$

(4): $\beta = \frac{24RI_0^2}{T_{22}-T_0} = \frac{8RI_0^2}{T_{22}-T_0}$

Коэф. β равны $\Rightarrow \frac{\cancel{2}\cancel{RI_0^2}}{T_{21}-T_0} = \frac{\overset{4}{\cancel{8}}\cancel{RI_0^2}}{T_{22}-T_0}$

$T_{22}-T_0 = 4(T_{21}-T_0)$

$3T_0 = 4T_{21}-T_{22} \Rightarrow T_0 = \frac{4T_{21}-T_{22}}{3} = \frac{4\cdot 35°C - 50°C}{3} = 30°C$

б) Запишем тепловое равновесие при протекании тока $3I_0$:

$$\begin{cases} R(3I_0)^2 = \alpha(T_{13}-T_{23}) & (5) \\ \alpha(T_{13}-T_{23}) + R(3I_0)^2 = \beta(T_{23}-T_0) & (6) \end{cases}$$

Подставим получ. ранее выраж. для α в (5):

$9\cancel{RI_0^2} = \frac{\cancel{RI_0^2}}{10}(T_{13}-T_{23}) \Rightarrow T_{13}-T_{23} = 90$

Подставим выраж. для β и знач. T_0 в (6)

$2\cdot 9\cancel{RI_0^2} = \frac{(T_{23}-T_0)\cdot 2\cancel{RI_0^2}}{T_{21}-T_0} \Rightarrow 9(T_{21}-T_0) = T_{23}-T_0$

$\boxed{T_{23} = 9T_{21} - 8T_0 = 75°C}$

Итоговый балл ________ ____________

(подпись председателя жюри)

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) 292-5 63

Шифр ф11-105

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

$$\boxed{T_{13} = T_{23} + 90 = 165^\circ C}$$

в) Запишем тепловое равновесие когда по внутр. нити течет ток $4I_0$, а по внешней тока нет:

$$\begin{cases} R(4I_0)^2 = \alpha(T_{14} - T_{24}) \\ \alpha(T_{14} - T_{24}) = \beta(T_{24} - T_0) \end{cases}$$

$$T_{14} - T_{24} = \frac{16RI_0^2}{\alpha} = 160$$

$$\alpha(T_{14} - T_{24}) = \frac{RI_0^2}{10}(T_{14} - T_{24}) = \frac{2RI_0^2}{T_{21} - T_0}(T_{24} - T_0)$$

$$T_{14} - T_{24} = 160 = \frac{20(T_{24} - T_0)}{T_{21} - T_0} \Rightarrow T_{24} = \frac{160}{20}(T_{21} - T_0) + T_0 =$$

$$= 8\cdot(35^\circ C - 30^\circ C) + 30^\circ C = \boxed{70^\circ C = T_{24}}$$

$$\boxed{T_{14} = 160 + T_{24} = 230^\circ C}$$

Ответ: а) $50^\circ C$

б) внутренняя: $165^\circ C$

внешняя: $75^\circ C$

в) внутренняя: $230^\circ C$

внешняя: $70^\circ C$

Задача 5. При нахождении на расстоянии x от левого края реостата схема выглядит след. образом:

$\rho = \rho_{max}\frac{x}{l}$ ← сопротивл. на един. длины

$$R_1 = \int_0^x \rho\,dx = \frac{\rho_{max}}{l}\int_0^x x\,dx = \frac{\rho_{max}x^2}{2l}$$

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

Запишем мощность, выдел. на каждом резисторе:

$$P_1 = \frac{U^2}{R_1} = \frac{U^2\cdot 2l}{\rho_{max}x^2} = \frac{2U^2l}{\rho_{max}x^2}$$

$$P_2 = \frac{U^2}{R_2} = \frac{2lU^2}{\rho_{max}(l^2 - x^2)}$$

$$\Rightarrow P_\Sigma = \frac{2lU^2}{\rho_{max}}\left(\frac{1}{x^2} + \frac{1}{l^2 - x^2}\right)$$

суммарная мощность, выдел. в цепи

Лист № 2

$$P=\frac{2lu^2l^2}{\rho_{max}x^2(l^2-x^2)}=\frac{2l^3u^2}{\rho_{max}x^2(l^2-x^2)}$$

Выделим переменную составл. выраж.:

$$\frac{P\rho_{max}}{2l^3u^2}=\frac{1}{x^2(l^2-x^2)}$$

Нам нужно минимальное значение мощности => дробь $\frac{1}{x^2(l^2-x^2)}$ должна принимать минимальное значение => знаменатель-максим.

$x^2(l^2-x^2)\to max$

$x^2l^2-x^4$ ← парабола ветвями вниз относительно x^2 => максимум в вершине

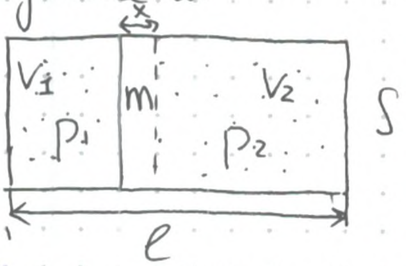
$$x^2=\frac{-b}{2a}=\frac{-l^2}{-2}=\frac{l^2}{2}\Rightarrow \boxed{x^*=\frac{l}{\sqrt{2}}}$$

$$P_{min}=\frac{2l^3u^2\cdot 2}{\rho_{max}l^2(l^2-\frac{l^2}{2})}=\frac{2\cdot 2l^3u^2\cdot 2}{\rho_{max}l^2\cdot l^2}=\boxed{\frac{8u^2}{\rho_{max}l}}$$

Ответ: $P\to$ наименьшая на $\boxed{x=\frac{l}{\sqrt{2}}}$ от левого края реостата

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

Задание 2.



$V_{20}=kV_{10}$

$V_{20}+V_{10}=Sl$

$V_{10}(k+1)=Sl\Rightarrow V_{10}=\frac{Sl}{k+1}$

$p_{10}=p_{20}=p_0$

$V_{20}=\frac{kSl}{k+1}$

Пусть перегородку отклонили на малое расстояние x вправо. Стенки сосуда и перегородка не пропускают тепло => в каждой части сосуда происходит адиабатический процесс

Запишем ур-е адиабаты:

$pV^\gamma=const$, где $\gamma=\frac{i+2}{i}=\frac{5+2}{5}=\frac{7}{5}$

i — кол-во степ. свободы (равно 5, т.к. двухатомный)

$pV^{\frac{7}{5}}=const$

Запишем уравнение адиабаты для обеих частей после перемещения на x:

$$p_1\left(\frac{Sl}{k+1}+xS\right)^{\frac{7}{5}}=p_0\left(\frac{Sl}{k+1}\right)^{\frac{7}{5}}\quad(1)$$

$$p_2\left(\frac{Slk}{k+1}-xS\right)^{\frac{7}{5}}=p_0\left(\frac{Skl}{k+1}\right)^{\frac{7}{5}}\quad(2)$$

Итоговый балл _______ _____________ (подпись председателя жюри)

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
1

Шифр 911-105 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике **»,** 11 **класс,**

После смещения от положения равновесия на перегородку начинает действовать разность давлений. Запишем 2 закон Ньютона для перегородки:

$$m\ddot{x} = S\Delta p = S(p_1 - p_2) \quad (3)$$

Подставим знач. p_1, p_2 из (1), (2) в ур-е (3):

$$m\ddot{x} = S\left(\frac{p_0\left(\frac{Sl}{k+1}\right)^{\frac{7}{5}}}{\left(\frac{Sl}{k+1}+xS\right)^{\frac{7}{5}}} - \frac{p_0\left(\frac{Skl}{k+1}\right)^{\frac{7}{5}}}{\left(\frac{Skl}{k+1}-xS\right)^{\frac{7}{5}}}\right) = Sp_0\left(\frac{Sl}{k+1}\right)^{\frac{7}{5}}\left(\frac{1}{\left(\frac{Sl}{k+1}\right)^{\frac{7}{5}}\left(1+\frac{xS(k+1)}{Sl}\right)^{\frac{7}{5}}}\right.$$

$$\left. - \frac{\cancel{p_0} k^{\frac{7}{5}}}{\left(\frac{Skl}{k+1}\right)^{\frac{7}{5}}\left(1-\frac{xS(k+1)}{Skl}\right)^{\frac{7}{5}}}\right) = Sp_0\left(\frac{1}{\left(1+\frac{x(k+1)}{l}\right)^{\frac{7}{5}}} - \frac{1}{\left(1-\frac{x(k+1)}{kl}\right)^{\frac{7}{5}}}\right)$$

Переместили на малую величину x => можем восп. приближением $(1+\alpha)^{\gamma} \approx 1+\gamma\alpha$

$$m\ddot{x} = Sp_0\left(\cancel{1} - \frac{7x(k+1)}{5l} - \left(\cancel{1} + \frac{7}{5}\frac{x(k+1)}{kl}\right)\right) =$$

$$= Sp_0\left(-\frac{7}{5}\frac{x(k+1)}{l} - \frac{7}{5}\frac{x(k+1)}{kl}\right) = -\frac{7}{5}\frac{Sp_0x(k+1)}{l}\left(1+\frac{1}{k}\right)$$

$$= -\frac{7}{5}\frac{Sp_0x(k+1)^2}{kl}$$

$$m\ddot{x} + \frac{7}{5}\frac{Sp_0(k+1)^2}{kl}x = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{7Sp_0(k+1)^2}{5klm}x = 0$$

Получили уравнение гармонических колебаний вида: $\ddot{x} + \omega^2 x = 0$, где ω – циклич. частота

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$$

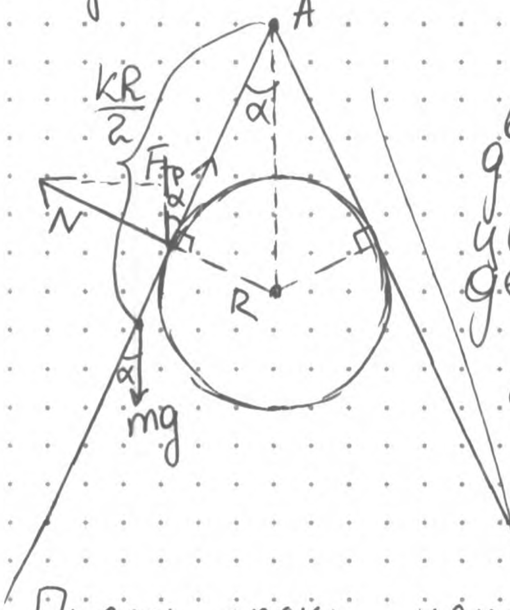
$$\boxed{\omega = \sqrt{\frac{7Sp_0}{5klm}}(k+1)} \Rightarrow \boxed{T = \frac{2\pi}{k+1}\sqrt{\frac{5klm}{7Sp_0}}}$$

искомая частота

Ответ: $\omega = \sqrt{\frac{7Sp_0}{5klm}}(k+1)$

~~$T = \frac{2\pi}{k+1}\sqrt{}$~~

Задание 1. Верное решение на след. странице



Доски будут стремиться проехать вниз по бревну => сила трения будет действовать по касательной к бревну вверх. При этом сила реакции опоры от бревна на доски будет направлена вдоль радиуса.

Доски могут свободно вращаться вокруг шарнира, которым скреплены => в ~~но~~ равновесии момент сил, действующих на доски, относительно шарнира, должен быть нулевым.

Пусть доски наклонены под углом α к вертикали

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

$$N = \frac{mg\sin\alpha\, kR\, tg\alpha}{2R} = \frac{mgk}{2}\frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha}$$

Для нахождения миним. коэффициента трения равновесие должно поддерживаться при максимальной силе трения т.к. иначе можно уменьшить μ и ~~н~~ доски все еще будут в равновесии

Запишем равновесие всей системы (обеих досок) по вертикали. Берем 2 доски, чтобы не учитывать внутреннюю силу, возникающую в шарнире.

$$\cancel{2}(F_{тр}\cos\alpha + N\sin\alpha) = \cancel{2}mg$$

$$F_{тр} = \mu N$$

$$N(\mu\cos\alpha + \sin\alpha) = mg$$

$$\frac{mgk}{2}\frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha}(\mu\cos\alpha + \sin\alpha) = mg$$

$$1 = \frac{k}{2}\left(\mu\sin^2\alpha + \frac{\sin^3\alpha}{\cos\alpha}\right)$$

$$\mu = \frac{\frac{2\cos\alpha}{k\sin^2\alpha} - \sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{2}{k\sin^2\alpha} - tg\alpha$$

$$\mu' = -\frac{2\cdot 2\cos\alpha}{k\sin^3\alpha} - \frac{1}{\cos^2\alpha} = 0$$

$$-4\cos^3\alpha = k\sin^3\alpha \Rightarrow tg\alpha = \sqrt[3]{\frac{-4}{k}} = -\sqrt[3]{\frac{4}{k}} - tg\alpha < 0 \Rightarrow$$
$\alpha > 90°$ такого не может быть

$-\sqrt[3]{\frac{4}{k}}$ — μ' → $tg\alpha$ при $tg\alpha \in [0; +\infty)$: μ убывает

Итоговый балл ______ ______________
(подпись председателя жюри)

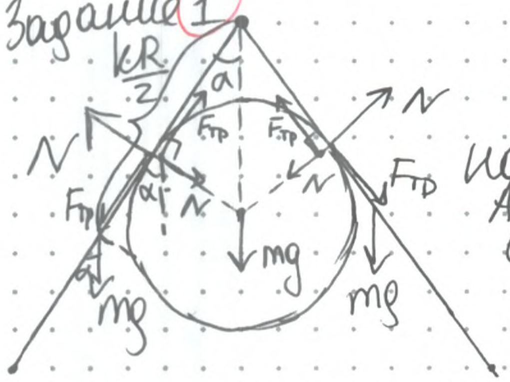
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ОГРН 1021602841391
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНАЯ ОЛИМПИАДА
Кремлевская ул., д. 18, Казань, 420008
Тел./факс: 8(843) 292-53-63

Шифр Ф11-105
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

Задание 1



Обрезок будет стремиться упасть ~~вниз~~ => сила трения, действующая на него будет направлена вверх вдоль досок, а на доски вниз вдоль них соответственно

Сила реакции опоры на обрезок - к его центру. На доски - от

Сила трения и реакции опоры равны по модулю и противоположны по направлению для обрезка и досок по 3 закону Ньютона

Ось крепления досок неподвижна => в равновесии сумма моментов относительно нее нулевая

α - угол между досками и вертикалью

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

$$N = \frac{mgk}{2}\frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha} \quad (1)$$

Для минимизации коэф. трения, сила трения в равновесии должна принимать максим. значение $F_{тр} = \mu N$, т.к. иначе μ можно уменьшить еще

Равновесие обрезка ~~вдо~~ по вертикали:

$$mg + 2N\sin\alpha = 2F_{тр}\cos\alpha = 2\mu N\cos\alpha \quad (2)$$

Подставим (1) в (2)

$$mg + 2\cdot\frac{mgk}{2}\frac{\sin^3\alpha}{\cos\alpha} = 2\mu\cdot\frac{mgk}{2}\sin^2\alpha$$

$$1 + k\cdot\frac{\sin^3\alpha}{\cos\alpha} = \mu k\sin^2\alpha$$

$$\mu = \frac{1}{k\sin^2\alpha} + k\cdot\frac{\sin^3\alpha}{\cos\alpha\cdot k\sin^2\alpha} = \frac{1}{k\sin^2\alpha} + tg\alpha$$

$$\mu' = \frac{-2\cos\alpha}{k\sin^3\alpha} + \frac{1}{\cos^2\alpha}, \quad \mu' = 0 \Rightarrow 2\cos^3\alpha = k\sin^3\alpha$$

$$tg\alpha = \sqrt[3]{\frac{2}{k}}$$

Проанализ. μ и μ'

$$\begin{array}{c} + \quad - \quad + \quad \mu' \\ \hline \nearrow 0 \searrow \sqrt[3]{\frac{2}{k}} \nearrow \quad tg\alpha \\ \mu \end{array}$$

в точке $tg\alpha = \sqrt[3]{\frac{2}{k}}$ убывание ф-и μ меняется на возраст. $\Rightarrow$ достиг. минимум ($tg\alpha < 0$ не подходит по физическим соображениям)

$$\mu_{min} = \frac{1}{k\sin^2\alpha} + tg\alpha = \frac{1(1+tg^2\alpha)}{k\,tg^2\alpha} + tg\alpha$$

$$\frac{\sin^2\alpha}{1-\sin^2\alpha} = tg^2\alpha \Rightarrow \sin^2\alpha = \frac{tg^2\alpha}{1+tg^2\alpha}$$

$$\mu_{min} = \frac{1}{k}\left(\sqrt[3]{\left(\frac{k}{2}\right)^2} + 1\right) + \sqrt[3]{\frac{2}{k}} = \sqrt[3]{\frac{1}{4k}} + \frac{1}{k} + \sqrt[3]{\frac{2}{k}}$$

При $k = 54$:

$$\mu_{min} = \frac{14}{27}$$

Проверим что точка соприкосновения отрезка и доски не выходит за их пределы:

$$\frac{R}{tg\alpha} < kR$$

$$tg\alpha > \frac{1}{k}$$

$$\sqrt[3]{\frac{2}{k}} > \frac{1}{k}$$

$$\frac{2}{\cancel{k}} > \frac{1}{k^{\cancel{3}2}}$$

$$2 > \frac{1}{k^2} \rightarrow k > \frac{1}{\sqrt{2}}$$

иначе μ_{min} при максим. $\alpha = \operatorname{arc}\cancel{\sin}\,tg\frac{R}{kR} = \operatorname{arc}\cancel{\sin}\,tg\frac{1}{k}$

$$\mu_{min} = \frac{1}{k}(1 + k^2) + \frac{1}{k} = \frac{2}{k} + k$$

Ответ: $\mu_{min} = \sqrt[3]{\frac{1}{4k}} + \frac{1}{k} + \sqrt[3]{\frac{2}{k}}$, $k \geq \frac{1}{\sqrt{2}}$

Да,

$\mu_{min} = \frac{2}{k} + k$, $k < \frac{1}{\sqrt{2}}$

$\mu_{min} = \frac{14}{27}$ при $k = 54$

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

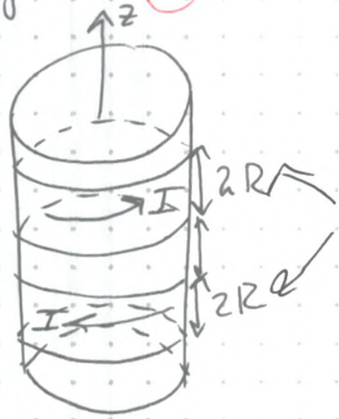
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ОГРН 1021602841391
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНАЯ ОЛИМПИАДА
Кремлевская ул., д. 18, Казань, 420008
Тел./факс: 8(843) 292-53-63

Шифр Ф11-105
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

Задание 4.



на участках длиной по 2R поток магнитного поля через каждую площадку меняется

$$\Delta\Phi = \Delta B \cdot \pi R^2 = \frac{B_0}{2R}\Delta x \cdot \pi R^2 = \frac{B_0 \pi R^2 v_m \Delta t}{2R} = \frac{B_0 \pi R v_m}{2}\Delta t$$

В одной из частей ~~магнити~~ магнитный поток уменьшается (в верхней), а в другой (нижней) увеличивается ⇒ индуцированные токи будут направлены в разные стороны. ✓

$$\mathcal{E}_{инд} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$I = \frac{B_0 \pi R v_m}{2 \cdot R_c}$$

$$R_c = \rho \cdot \frac{2\pi R}{2Rd} = \frac{\rho\pi}{d} \Rightarrow I = \frac{B_0 \pi R v_m}{\rho \pi} d = \frac{B_0 R v_m d}{\rho}$$ ✓

Труба создает поле, равное B, которое меняется в зависимости от расстояния до колец с током

Скорость магнита меняется, пока ~~его по~~ поток, который он создает в трубе, не станет равен внешнему

+

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф9 - 17

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по физике для 9 классов, заключительный этап, 2025-2026 учебный год

Данные участника

ID номер участника 1183481

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

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) 292-53-03
4

Дата "20" января 20 26 г. **Шифр** ФЭ-17
(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	3	16	—	19											58
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика
(профиль олимпиады)

9
(класс участия)

№5

Т.к. шарик маленький, то примем ~~его~~ его за материальную точку, а также пренебрежем временем его перехода из воды в масло и примем этот переход мгновенным.

Тогда ~~в верхн~~ работа силы Архимеда воды ~~в верх~~ после прохождения шариком воды: $A_{A1} = \rho_в V_ш g h_в$, где $V_ш$ – объем шарика.

Работа силы Архимеда масла: $A_{A2} = \rho_м V_ш g h_м$.

Тогда механическая энергия шарика на вылете:

$$E_{полн} = A_{A1} + A_{A2} = \frac{m v_н^2}{2} + mgh = \rho V_ш \left(\frac{v_н^2}{2} + gh\right)$$

по условию после вылета он прошел $H = 0{,}2$ м.

Тогда $\frac{v_к^2 - v_н^2}{2g} = H$ $\quad \frac{0 - v_н^2}{-2g} = H$ $\quad \frac{v_н^2}{20} = 0{,}2$ $\quad v_н = 2\,\frac{м}{с}$

$$\begin{cases} V_ш g(\rho_в h_в + \rho_м h_м) = \rho V_ш \left(\frac{v_н^2}{2} + gh\right) \\ h_м + h_в = h \end{cases}$$

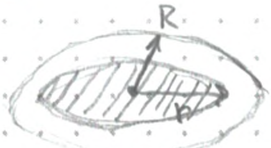
$$\begin{cases} 10(1000 h_в + 900 h_м) = 800(2 + 11) \\ h_м + h_в = 1{,}1 \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} h_в = 0{,}5\text{ м} \\ h_м = 0{,}6\text{ м} \end{matrix}$$

Ответ: высота слоя воды 0,5 м; высота слоя масла 0,6 м.

№3

Лист №1

③



~~Т.к. $S_1 = S_2$, то и $R_1 = R_2$~~

Т.к. $S = S'$, то и $R = R'$

$R = \frac{\rho_н l}{S}$ $\quad R'_2 = \frac{\rho_н l}{S'}$

По закону Джоуля-Ленца:

$P_э = I^2 R$

$P_э = P_т$ т.к. жилы по условию не могут нагреться сильнее.

По закону Ньютона-Рихмана:

$P_т = \alpha (t - t_к)$, где $t_к$ – температура среды, а α – некий коэффициент.

Тогда:

$$\left.\begin{aligned}(1)\ I_0^2 R = \alpha (t_1 - t_к)\\ (2)\ I_0^2 R = \alpha' (t_1' - t_к)\end{aligned}\right\} \text{– первый случай}$$

$(3)\ 4 I_0^2 R = \alpha (t_2 - t_к)$

$(4)\ 4 I_0^2 R = \alpha' (t_2' - t_к)$

$(3):(1)$: $\frac{t_2 - t_к}{t_1 - t_к} = 4$

$\frac{90 - t_к}{45 - t_к} = 4$, значит, $t_к = 30°C$.

$(4):(2)$: $4 = \frac{t_2' - t_к}{t_1' - t_к}$ $\quad \frac{t_2' - 30}{5} = 4$, значит, $t_2' = 50°C$

$(5)\ 9 I_0^2 R = \alpha (t_3 - t_к)$ $\quad (5):(1)$: $\frac{t_3 - 30}{15} = 9$, $t_3 = 165°C$

$(6)\ 9 I_0^2 R = \alpha' (t_3' - t_к)$ $\quad (6):(2)$: $\frac{t_3' - 30}{5} = 9$, $t_3' = 75°C$

$(7)\ 16 I_0^2 R = \alpha (t_4 - t_к)$ $\quad (7):(1)$: $\frac{t_4 - 30}{15} = 16$, $t_4 = 270°C$

Т.к. по внешней жиле ток не течёт, то $t_4' = t_к = 30°C$

Ответ: а) $50°C$; б) У внутренней $165°C$, у внешней $75°C$;

в) У внутренней $270°C$, у внешней $30°C$.

№1 Длина цепи $l_ц = 40$ м (по графику)

В начальный момент времени вся цепочка находится в лодке

Тогда: $m_л + m_ц = \rho_в g V_{пн}$, где $m_л$ – масса лодки, $m_ц$ – масса цепочки, $V_{пн}$ – значение $V_{пог}$ в начальный момент времени.

$m_л + m_ц = 1000 \cdot 10 \cdot 2{,}54 = 2540$ кг

В момент излома графика мы опустили половину цепочки.

Сила тяжести системы не изменилась, хотя объём можно записать как $V_{пн} = V_{пп} + \frac{1}{2} V_ц$, где $V_ц$ – объём цепочки, а $V_{пп}$ – $V_{пог}$ в момент излома графика. Тогда $\frac{1}{2} V_ц = V_{пн} - V_{пп} = 2{,}54 - 2{,}45 = 0{,}09$ м³. $V_ц = 0{,}18$ м³.

Излом обусловлен глубиной озера, которая равна половине длины цепи. Вся цепь, которая опускалась после 20 м, Итоговый балл ________ ________________ (подпись председателя жюри)

КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
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 Ф9-17 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 9 класс,

просто ложилась слоем на дно, причем на ~~=~~ легкую часть не действовала сила Архимеда, ведь в случае её действия возникало бы противоречие:

$$\begin{cases} m_л + m_у = \rho g V_{пп} + \frac{1}{2}\rho g V_у \\ m_л + m_у = \rho g V_{пк} + \rho g V_у \end{cases}$$

$$\rho g V_{пк} - \cancel{\ }\rho g V_{пп} + \rho g V_у - \frac{1}{2}\rho g V_у$$

...

$$V_у = 0{,}48\,м^3 \neq 0{,}18\,м^3.$$

Значит, по сути, опускал цепь ниже, мы просто убирали какую-то её часть из лодки.

Уравнение равновесия для последнего случая:

$$m_л + \frac{1}{2}m_у = \rho g V_{пк} + \frac{1}{2}\rho g V_у$$

$$\frac{1}{2}m_у = \rho g V_{пп} - \rho g V_{пк} = 1000\,(2{,}45 - 2{,}21) = 240\,кг$$

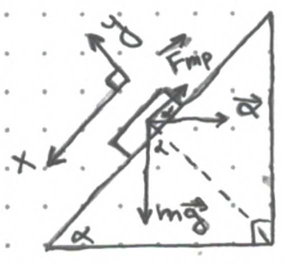
$$m_у = 480\,кг$$

$$\lambda = \frac{m_у}{\ell_у} = \frac{480}{40} = 12\,кг/м$$

$$\rho = \frac{m_у}{V_у} = \frac{480}{0{,}18} \approx 2700\,\frac{кг}{м^3}$$

Ответ: $\lambda = 12\,\frac{кг}{м}$; $\rho \approx 2700\,\frac{кг}{м^3}$

№2



$$\vec{mg} + \vec{F}_{тр} = m\vec{a} \qquad F_{тр} = \mu N = \mu mg\cos\alpha$$

$$O_x:\ mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = ma\cos\alpha$$

$$a = \frac{\cancel{m}g\sin\alpha - \mu \cancel{m}g\cos\alpha}{\cos\alpha} = g(\mathrm{tg}\,\alpha - \mu) = 12{,}3\,\frac{м}{с^2}$$

Т.е., чтобы телефон не соскальзывал, нужно ускорение $a = 12{,}3\,\frac{м}{с^2}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф10 - 25

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

Данные участника

ID номер участника 1091967

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

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

Дата "___" января 20 26 г. **Шифр** Ф10-25 (заполняется оргкомитетом)

Оценка работы

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

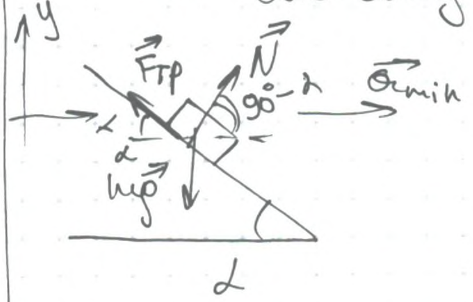
№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	13	16	13	20	16											78
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика (профиль олимпиады)   10 (класс участия)

№1
$\alpha = 60^\circ$
$\mu = 0{,}5$
$P_{max} = 250$ кВт
$M = 1{,}5$ т
$\mu_d = 0{,}9$
$g = 10$ м/с²

а)? Δt –?
б)? Δt_{max} –?

① ✗ Систему из доски и телефона:



a_{min} – это минимальное ускорение которое может так поддерживать телефон

II з. Н.:

x: $m a_{min} = N\cos(\underbrace{90°-\alpha}_{\sin\alpha}) - \underbrace{F_{тр}}_{\mu N}\cdot\cos\alpha = N\sin\alpha - \mu N\cdot\cos\alpha$

y: $0 = -mg + N\underbrace{\sin(90°-\alpha)}_{=\cos\alpha} + \mu N\sin\alpha =$ ~~$mg =$~~

$$N = \frac{mg}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha}$$

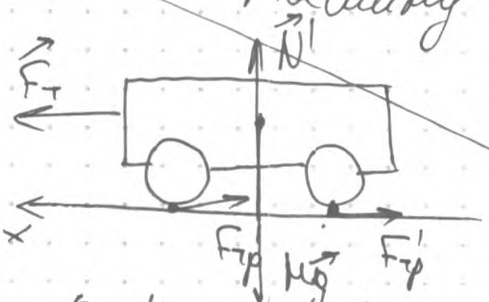
$$m a_{min} = \frac{mg}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha}(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$$

$$a_{min} = g\cdot\frac{\sin\alpha - \mu\cos\alpha}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha}$$

Сдано _____ листов ____________ ____________ Лист №1

подпись участника   подпись наблюдателя в аудитории

② ⊀ Машину на дороге:



$N' = Mg$

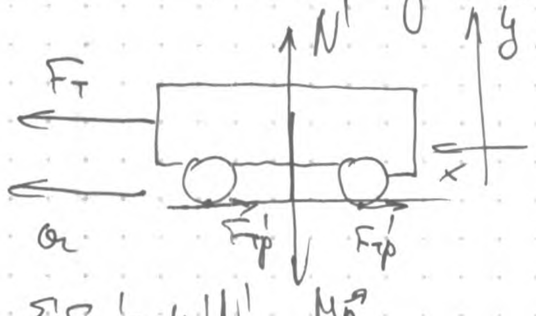
$F_T = Ma^* + \mu_0 N' = M(a + \mu g)$

? Когда $F_{тр} \dots \mu_0 N'$

x: $Ma = F_T - F_{тр}$

Тогда F_T (сила тяги двиг.):

① ⊀ Машину на дороге:



$\sum F'_{тр} = \mu_0 N'$

] $F_{T\,min}$ — сила тяги, которая ещё создаёт a_{min}, но вот-вот перестанет

x: $Ma_{min} = F_{T\,min} - F_{тр} = F_{T\,min} - \mu Mg$

$F_{T\,min} = M(a_{min} + \mu g)$

③ Найдём V_{max}:

$P_{max} = V_{max} \cdot F_{T\,min}$ $\qquad V_{max} = \frac{P_{max}}{M(a_{min} + \mu g)}$

Тогда рассмотрим непредельный случай:

x: $Ma' = F_T' - F_{тр}$ $\qquad F_T' = \frac{P_{max}}{v'} = Ma' + F_{тр}^*$

y: $N'' = Mg$

продолжение ~~стр~~ лист 3

Итоговый балл ________ ______________
(подпись председателя жюри)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНАЯ ОЛИМПИАДА

Шифр Ф10-25
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 10 класс,

вариант ________

5 ч

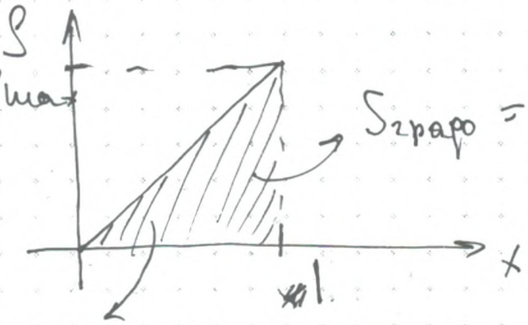
$\rho(x) = \rho_{max}\dfrac{x}{l}$

U

$x_{min} - ?$

$P_{min} - ?$

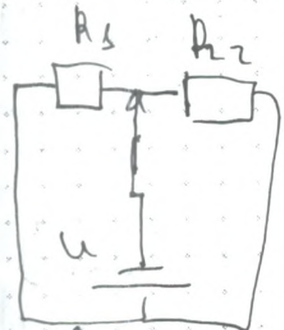
1



$S_{граф} = \frac{1}{2}\rho_{max} l$

площадь под этим графиком численно равна сопротивл. резистора в реостате] Оно равно R

2 Рассм. систему из двух резисторов!



Она экв. схеме с реостатом т.к. провода без сопротивления.

$R_2 = R - R_1$

$R_1 + R_2 = R \overset{числ}{=} S_{граф.} = \frac{1}{2}\rho_{max} l$

$P_1 = \frac{U^2}{R_1}$

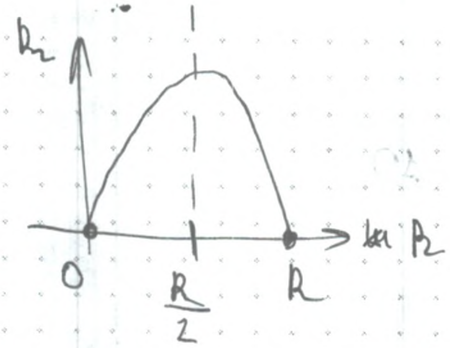
$P_2 = \frac{U^2}{R_2}$

$P_{общ} = U^2\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = U^2\left(\frac{R_1+R_2}{R_1 R_2}\right) =$

$= U^2\left(\frac{R}{RR_2 - R_2^2}\right)$

чтобы найти min $\frac{R}{RR_2 - R_2^2}$ нужно найти max $RR_2 - R_2^2$

$RR_2 - R_2^2$ — парабола ветви вниз => зн.



$] \; RR_2 - R_2^2 = 0$

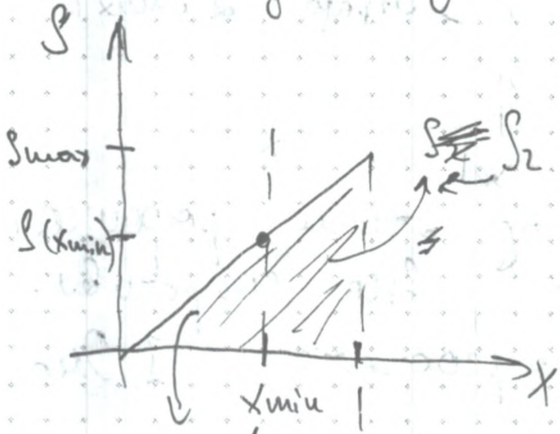
$R_2(R - R_2) = 0$

зн. max параболи

$R_2 = \frac{R}{2}$, зн. $R_1 = \frac{R}{2}$

$l = L$

Найдемо зн. x min!



$$\frac{1}{\cancel{2}} x_{min} \cdot S_{max} \cdot \frac{x_{min}}{l} = \frac{1}{\cancel{2}}(l - x_{min})\left(S_{max} + S_{max}\frac{x_{min}}{l}\right)$$

$$x_{min}^2 \cdot \frac{S_{max}}{L} = S_{max} l - \cancel{S_{max} \cdot x_{min}} + \cancel{S_{max} x_{min}} - S_{max}\frac{x_{min}^2}{L}$$

$$S_1 = \frac{1}{2} x_{min} S(x_{min}) = \frac{1}{2} x_{min} \cdot S_{max} \cdot \frac{x_{min}}{l}$$

$$S_2 = \frac{1}{2}(l - x_{min})\left(S_{max} + S_{max}\frac{x_{min}}{l}\right)$$

$$2x_{min}^2 \cdot \frac{\cancel{S_{max}}}{L} = \cancel{S_{max}} L$$

$$x_{min}^2 = \frac{L^2}{2}$$

а) $x_{min} = \frac{L}{\sqrt{2}}$

б) $P_{min} = \frac{U^2}{R_1} + \frac{U^2}{R_2} = \frac{2U^2}{R} + \frac{2U^2}{R} = \frac{4U^2}{R} = \frac{4U^2}{\frac{1}{2} S_{max} \cdot l} = \frac{8U^2}{S_{max} l}$

Відп: а) $x_{min} = \frac{L}{\sqrt{2}}$ б) $P_{min} = \frac{8U^2}{S_{max} L}$

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

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

Шифр Ф10-25
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 10 класс,

№1 продолжение

Ответим на пункт б)!

Чтобы удерживать телефон в таком равновесии ~~роста точно роли~~ максимально долго нужно ехать с минимально возможным ~~равнов~~ для равновесия телефона ускорением!

$a_{min} = const$

$$V_{max} = \frac{P_{max}}{M(a_{min}+g)}$$

Закон ~~движ.~~ для скорости:

$V = a_{min}\Delta t + \cancel{V_0}$

$V_{max} = a_{min}\Delta t_{max}$

$$\Delta t_{max} = \frac{P_{max}}{M(a_{min}+g)\cdot a_{min}}$$

посчитаем $a_{min} = g\cdot\frac{\sin\alpha - \mu\cos\alpha}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha} \approx$

$\approx 6{,}6$ м/с²

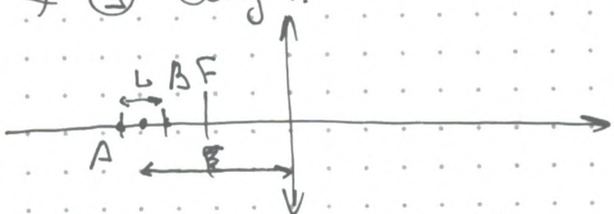
$$\Delta t_{max} \approx \frac{250\cdot 10^3}{1{,}5\cdot \cancel{10^3}(6{,}6+10)\cdot 6{,}6} \approx 1{,}52\ \text{с}$$

№5.

$L;\ F;\ k$

$d-?$

① случ.



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

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

Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$a_a^{-1} + \frac{1}{b_a} = \frac{1}{F}$$

$$\cancel{a_a^{-1} \cdot b_a \quad \frac{b_a}{F}}$$

$$1 = \frac{b_a}{F} - a_a^{-1} \cdot b_a$$

$$b_a = \frac{1}{\left(\frac{1}{F} - \frac{1}{a_a}\right)} \qquad b_b = \frac{1}{\left(\frac{1}{F} - \frac{1}{a_b}\right)}$$

$$L_1' = |b_a - b_b|$$

длина отрезка в изобр.

$$b_a = \frac{1}{\left(\frac{a_a - F}{F a_a}\right)} = \frac{F a_a}{a_a - F} = \frac{F \cdot \left(d + \frac{L}{2}\right)}{d + \frac{L}{2} - F}$$

$$b_b = \frac{F a_b}{a_b - F} = \frac{F\left(d - \frac{L}{2}\right)}{d - \frac{L}{2} - F}$$

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

$$= \left| F \cdot \frac{\left(d^2 + \cancel{\frac{L}{2} \cdot d} - \cancel{d\frac{L}{2}} - \left(\frac{L}{2}\right)^2 - dF - F\frac{L}{2} - \left(d^2 - \cancel{d\frac{L}{2}} + \cancel{d\frac{L}{2}} - dF + F\frac{L}{2}\right)\right)}{(d-F)^2 - \cancel{\left(\frac{L}{2}\right)^2}^{\to 0}}\right| =$$

$$= \left| F \cdot \frac{\cancel{d^2} - \cancel{d^2} - \cancel{\left(\frac{L}{2}\right)^2}^{\to 0} - \cancel{dF} - F\frac{L}{2} + \cancel{dF} - F\frac{L}{2}}{(d-F)^2}\right| = \left| - \frac{F^2 \frac{L}{2}}{(d-F)^2}\right| =$$

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

Итоговый балл _______ _______________
(подпись председателя жюри)

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

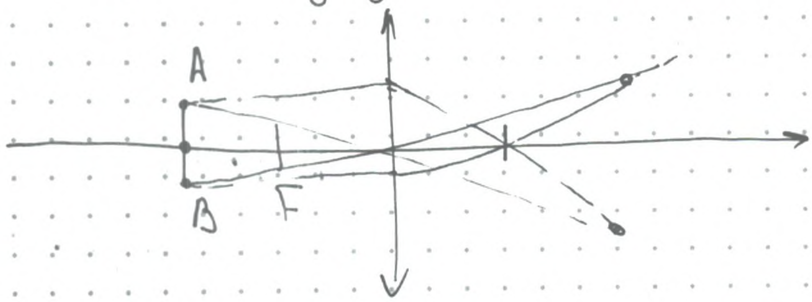
Шифр Ф10-25
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ
по «Физике», 10 класс,

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

?

* ② Ситуацию:



Можно записать формулу тонкой линзы для объекта:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{b_2}{d} - \frac{b_2}{F} + 1 = 0$$

$$b_2\left(\frac{F-d}{Fd}\right) + 1 = 0$$

$$b_2\left(\frac{d-F}{Fd}\right) = 1$$

$$b_2 = \frac{Fd}{d-F}$$

из подобия фигур

$$\frac{d}{b_2} = \frac{L}{L_2'} = \frac{d}{\frac{Fd}{d-F}} = \frac{d-F}{F} = \frac{L}{L_2'}$$, зн. $L_2' = \frac{LF}{d-F}$

$$\frac{L_1'}{L_2'} = k$$, ~~т.к.~~ по усл.

$$\cancel{\frac{L_1'}{L_2'} = \frac{\frac{FL}{2(d-F)^2}}{\frac{LF}{d-F}} = \frac{1}{2(d-F)} = k}$$ ~~2kd - 2kF = 1~~

$$\frac{L_1'}{L_2'} = \frac{\frac{F^{\cancel{2}}\cancel{L}}{2(d-F)^{\cancel{2}}}}{\frac{\cancel{F}\cancel{L}}{\cancel{(d-F)}}} = \frac{F}{2(d-F)} = k$$

$$F = 2kd - 2kF$$

$$F(1+2k) = d$$

Отв: $d = F(1+2k)$

№2

$t_1 = 45°C$ $t_2 = 35°C$ I_0 $t_1' = 90°C$	① $P = I^2 R$
а) t_2' - ? б) t_3; t_4 - ? в) t_5; t_6 - ?	

+4

+2

+2

$P_0 = I_0^2 R$, $R_{вн} = R_{внутр} = R$

$P_{погл} + P_{выд} = P_{тепл}$ (одинак. мат., S и д...)

$P_{тепл} \sim (t - t_0)$

1: для внутр:

$$P_0 = \alpha(t_1 - t_0)$$

для внешн.: $\to$ т.к. тепло от внутр. через изолятор поступает

$$P_0 + \gamma P_0 = \beta(t_2 - t_0)$$

2: $P_2 = (2I_0)^2 R = 4 I_0^2 R = 4P_0$

для внутр.:

$$4P_0 = \alpha(t_1' - t_0)$$

$$\frac{4P_0}{P_0} = \frac{\cancel{\alpha}(t_1' - t_0)}{\cancel{\alpha}(t_1 - t_0)} = 4$$

$$t_1' - t_0 = 4t_1 - 4t_0$$

$$3t_0 = 4t_1 - t_1'$$

$$t_0 = \frac{4 \cdot 45 - 90}{3} = 30°C$$

+2

для внешн:

$$4P_0 + \gamma \cdot 4P_0 = \beta(t_2' - t_0)$$

$$4(P_0 + \gamma P_0) = 4\cancel{\beta}(t_2 - t_0) = \cancel{\beta}(t_2' - t_0)$$

$$4t_2 - 4t_0 = t_2' - t_0$$

а). $t_2' = 4t_2 - 3t_0 = 4 \cdot 35 - 3 \cdot 30 = 50°C$

+2

Итоговый балл _______ _______________
(подпись председателя жюри)

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) 292-53-53

Шифр Ф10-25
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 10 класс,

3: $P_3 = (3I_0)^2 R = 9I_0^2 R = 9P_0$

для внутр:

$9P_0 = \alpha(t_3 - t_0)$

$\frac{9P_0}{P_0} = \frac{\alpha(t_3-t_0)}{\alpha(t_1-t_0)} = 9$

$9t_1 - 9t_0 = t_3 - t_0$

$9t_1 - 8t_0 = t_3 = 9\cdot 45 - 8\cdot 30 =$
$= 165°C$

$t_3 = 165°C$

для внешн:

$9P_0 + \gamma P_0 \cdot 9 = \beta(t_4 - t_0)$

$9(P_0 + \gamma P_0) = 9\beta(t_2 - t_0) = \beta(t_4 - t_0)$

$9t_2 - 9t_0 = t_4 - t_0$

$t_4 = 9t_2 - 8t_0 =$
$= 75°C$

+4

4: $P_{4внутр} = (4I_0)^2 \cdot R = 16 I_0^2 R = 16P_0$

$P_{4вн} = \cancel{(4I_0)^2 \cdot R} = 0$

для внутр:

$16P_0 = \alpha(t_5 - t_0)$

$\frac{16P_0}{P_0} = \frac{t_5 - t_0}{t_1 - t_0}$

$16t_1 - 15t_0 = t_5$

$t_5 = 270°C$

для внешн:

$\gamma \cdot 16P_0 = \beta(t_6 - t_0)$

$\gamma = 1$

Лист № 5

$$16P_0 = \beta(t_6 - t_0)$$

$$\frac{16P_0}{4P_0 + \cancel{\gamma}\cdot 4P_0} = \frac{t_6 - t_0}{t_2' - t_0} = 4$$

$\gamma = 1$

$$\cancel{4t_2' - 4t_0 = t_6 - t_0}$$

$$4t_2' - 4t_0 = t_6 - t_0$$

$$4t_2' - 3t_0 = t_6 = 110\,^\circ C$$

Отв: а) $t_2' = 50^\circ C$

б) $t_3 = 165^\circ C$ $t_4 = 75^\circ C$

в) $t_5 = 270^\circ C$ $t_6 = 110^\circ C$

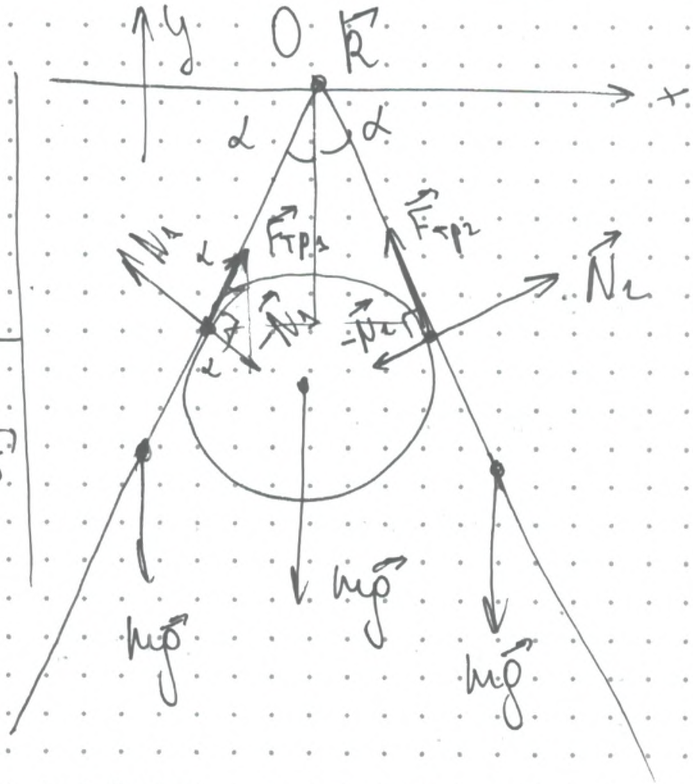
№3

R; kR; $S_{min}\cdot R$

а) $\mu - ?$ $k = 50$

$S_{min} = \sqrt{5}$

б) ?



В силу симметрии системы:

$N_1 = N_2$; $F_{тр1} = F_{тр2}$

В силу симметрии $\vec{R}$ реакция нити может быть направлена либо вверх, либо вниз, т.е. $R_x = 0$

Итоговый балл _______ _______________

(подпись председателя жюри)

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
1

Шифр Ф10-25

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 10 класс,

II з. Н.:

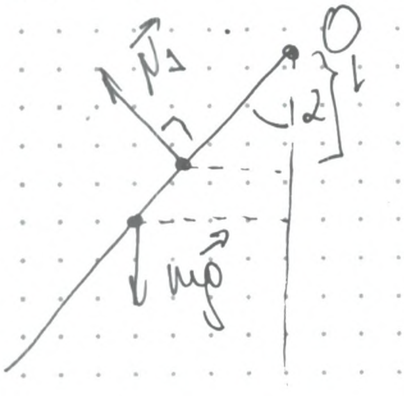
y: $0 = F_{тр1}\cdot\cos\alpha + F_{тр2}\cos\alpha - mg - 2N_1\sin\alpha$

~~x: $0 = 2F_{тр1}\sin\alpha$~~

$mg = 2N_1(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)$ (1)

$\sum\vec{M}$ на одну из досок отн. т. O

$\sum\vec{M} = 0$



$d_{N_1}N_1 = d_{mg}$

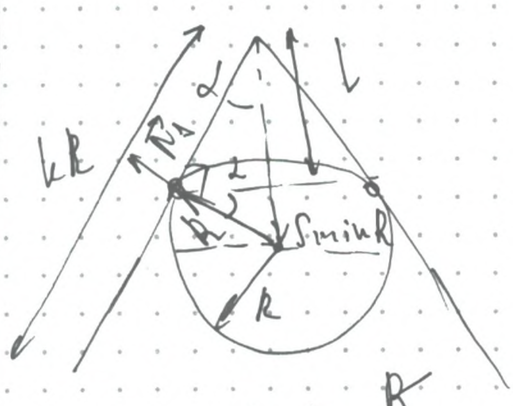
$\frac{l}{\cos\alpha}N_1 = \frac{S_{min}R - R\sin\alpha}{\cos\alpha}N_1 = \frac{kR}{2}\sin\alpha\ mg$

(2) $mg = N_1\cdot\left|\frac{S_{min}-\sin\alpha}{\cos\alpha}\cdot\frac{2}{k\sin\alpha}\right| \approx N_1\cdot 0{,}196$

b

$d_{mg} = \frac{kR}{2}\cdot\sin\alpha$

$d_{N_1} = \frac{l}{\cos\alpha}$



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

$\alpha \approx arctg\left(\frac{1}{S_{min}}\right) \approx 24{,}1^\circ$

$l = S_{min}R - R\sin\alpha$

$(1)+(2)$: $\cancel{N_1 \cdot 0{,}196}$ $b \cancel{N_1} = \cancel{N_1} \cdot 2(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)$

$$\frac{b}{2} + \sin\alpha = \mu\cos\alpha$$

$$\frac{b}{2\cos\alpha} + \operatorname{tg}\alpha = \mu$$

$$\mu = \operatorname{tg}\alpha + \frac{1}{\cancel{2}\cos\alpha}\cdot\frac{S_{min} - \sin\alpha}{\cos\alpha}\cdot\frac{\cancel{2}}{k\sin\alpha} =$$

$$= \operatorname{tg}\alpha + \frac{1}{\cos^2\alpha}\cdot\frac{\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} - \sin\alpha}{k\sin\alpha} = \operatorname{tg}\alpha + \frac{1}{\cos^2\alpha}\left(\frac{\cos\alpha}{\sin^2\alpha}\cdot\frac{1}{k} - \frac{1}{k}\right) =$$

$$= \operatorname{tg}\alpha + \frac{1}{\cos\alpha\cdot\sin^2\alpha}\cdot\frac{1}{k} - \frac{1}{k\cos^2\alpha}$$

а) $\mu = \operatorname{tg}\alpha + \dfrac{b}{2\cos\alpha} \approx 0{,}55$

б) k ; μ.

$\operatorname{arctg}\left(\frac{1}{S_{min}}\right) < \cancel{90}\ 180^\circ$, т.к. если больше, то по условию петля больше не сможет раскрыться

Если поднять слишком высоко, то угол α будет слишком большим, и значит ~~сила~~ проекц. силы тр. на вертикаль не сможет удержать груз

Если же опустить ниже S_{min}, то то пока не закончатся доски, бревно будет спокойно находиться в равновесии

Итоговый балл _______ _______________
(подпись председателя жюри)

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
1

Шифр Ф10-25
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

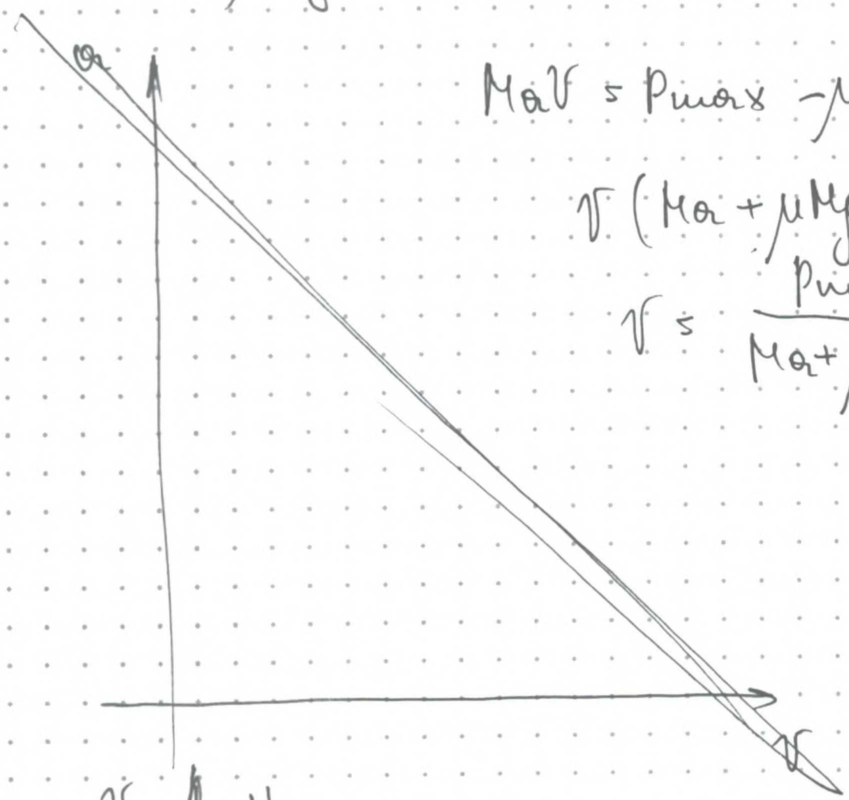
по «Физике», 10 класс,

№1

продолжение

$-Ma + \frac{P_{max}}{v} = \mu M g$

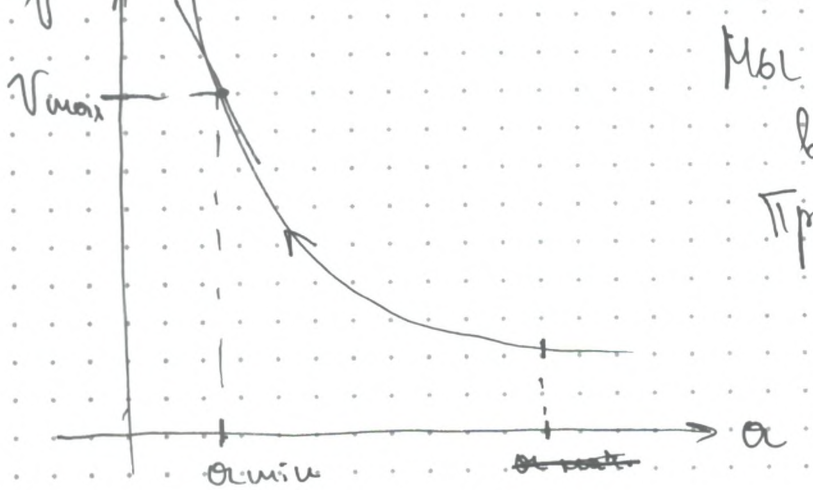
$\cancel{\mu Mg +} \; Ma = \frac{P_{max}}{v} - \mu M g$



$Mav = P_{max} - \mu M g v$

$v(Ma + \mu M g) = \cancel{P_{max}} \; P_{max}$

$v = \frac{P_{max}}{Ma + \mu M g}$



Мы по гиперб. снизу вверх идём

Проверём кас. и просуммир.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

алабуга
ОСОБАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗОНА

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф7 - 41

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по физике для 7 классов, заключительный этап, 2025-2026 учебный год

Данные участника

ID номер участника 1260685

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "___" 20.01 20 25 г.

Шифр Ф7-41
(заполняется оргкомитетом)

ФГАОУ ВО КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНАЯ ОЛИМПИАДА Кремлевская ул., д. 18, Казань, 420008 Тел./Факс: 8(843) 292-53-63

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	25	25	25	5												80
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

физика
(профиль олимпиады)

7
(класс участия)

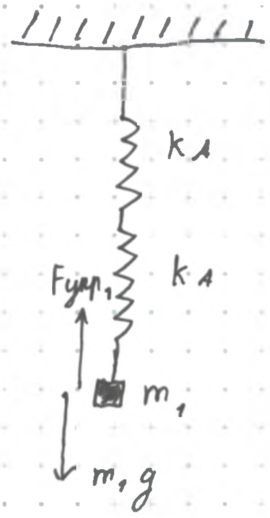
№ 3

Дано:
$m_1 = 2$ кг
$\Delta l_1 = 4$ см
$m_2 = 3$ кг
$\Delta l_2 = 5$ см
$m_3 = 6$ кг

Δl_3 - ?

Пусть $k_А$ - коэффициент жёсткости пружины А, а $k_Б$ - пружины Б

1)



$F_{упр1} = m_1 g$ (условие равновесия)

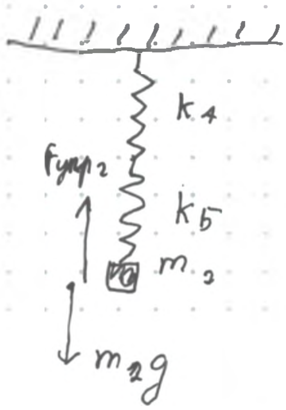
$k_э$ (эффективный коэффициент жёсткости) $= \frac{F_{упр1}}{\Delta l_1} = \frac{m_1 g}{\Delta l_1} = \frac{20 Н}{4 см} = 5 \frac{Н}{см}$

$k_э = \frac{1}{k_А} + \frac{1}{k_А} = \frac{2}{k_А}$

$5 \frac{Н}{см} = \frac{2}{k_А}$

$k_А = 10 \frac{Н}{см}$

2)



$F_{упр2} = m_2 g$ (условие равновесия)

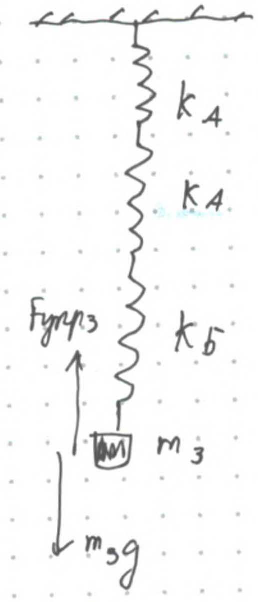
$k_э = \frac{F_{упр2}}{\Delta l_2} = \frac{m_2 g}{\Delta l_2} = \frac{30 Н}{5 см} = 6 \frac{Н}{см}$

$k_э = \frac{1}{k_А} + \frac{1}{k_Б}$

$\frac{1}{6 \frac{Н}{см}} = \frac{1}{10 \frac{Н}{см}} + \frac{1}{k_Б}$

$k_Б = 15 \frac{Н}{см}$

3)



$F_{упр.3} = m_3 g$ (условие равновесия)

$\cancel{m_3 = \frac{F_{упр3}}{g} = \frac{k_э \Delta l_3}{g}}$

$$\frac{1}{k_э} = \frac{2}{k_A} + \frac{1}{k_Б}$$

$$\frac{1}{k_э} = \frac{2}{10\frac{Н}{см}} + \frac{2}{15\frac{Н}{см}}$$

$$\frac{1}{k_э} = \frac{4}{15\frac{Н}{см}}$$

$$4k_э = 15\frac{Н}{см}$$

$$k_э = 3,75\frac{Н}{см}$$

$$F_{упр.3} = 3,75\frac{Н}{см} \cdot \Delta l_3$$

$$m_3 g = 3,75\frac{Н}{см} \cdot \Delta l_3$$

$$60\,Н = 3,75\frac{Н}{см} \cdot \Delta l_3$$

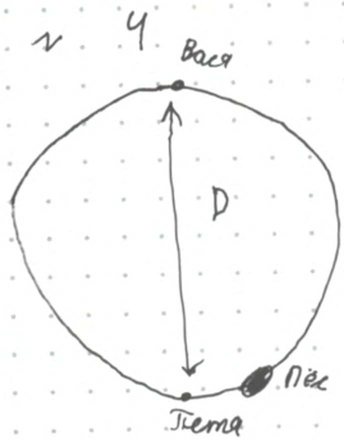
$$\Delta l_3 = 16\,см$$

Ответ: $\Delta l_3 = 16$ см

4

Дано:
$v_1 = v_2 = 5\frac{м}{с}$
$v_3 = 8\frac{м}{с}$
$\Delta v = 1\frac{м}{с}$
$l = 50$ м

t - ?



В первый раз Пёс при встрече с Петей увеличил скорость на $\Delta v = 1\frac{м}{с}$. Потому что если бы он её уменьшил, то она бы стала $7\frac{м}{с}$ и чередуя увеличение и уменьшение он бы не достиг $9\frac{м}{с}$.

Встретив Петю, он побежал к Васе со скоростью $9\frac{м}{с}$, а прибежав, развернулся и обратно побежал к Пете с такой же скоростью

Итоговый балл ______ ________________
(подпись председателя жюри)

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

Шифр ОР 7-41
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 7 класс,

Т. к. растояние между Петей и Васей равно $\frac{1}{2}$, то лёх пробежал $\frac{1}{2} \cdot 2 = 1 = 50$ м со скоростью $9\frac{м}{с}$ до того, как уменьшил её до $8\frac{м}{с}$.

Таким образом затратил время $\frac{50 м}{9\frac{м}{с}} = 5{,}56$ с.

Аналогично и со скорость $8\frac{м}{с}$, затратил время $\frac{50 м}{8\frac{м}{с}} = 6{,}25$ с.

А далее цикл повторяется, т. к. на нужно ~~найти время за 50 кругов, то это равно $25 \cdot 5{,}56 + 25 \cdot 6{,}25$ (он половину пути бежал со скоростью $9\frac{м}{с}$, а половину со скоростью $8\frac{м}{с}$) =~~

=

Первая встреча произойдё через 2,78 с поле встречи с Петей, а каждая следущая через $(2{,}78 + 6{,}25)$ с $= 9{,}03$ с

Значит всё время равно: $2{,}78 с + 49 (9{,}03)$ с $= 445$ с.

Ответ: $t = 445$ с.

Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ОГРН 1021602841391
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНАЯ ОЛИМПИАДА

Шифр 097-41

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 7 класс,

№ 1

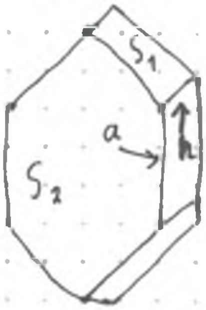
Дано:

$p = 1000\sqrt{3}$ Н

$p_1 = 4000$ Па

$p_2 = 1500$ Па

$V - ?$



$p = \frac{F}{S}$

$F = N = p$

$p_1 = \frac{F}{S_1} \Rightarrow S_1 = \frac{F}{p_1} = \frac{1000\sqrt{3}\,Н}{4000\,Па} = 0{,}433м^2$

$p_2 = \frac{F}{S_2} \Rightarrow S_2 = \frac{F}{p_2} = \frac{1000\sqrt{3}\,Н}{1500\,Па} = 1{,}155м$

$S_1 = ah \Rightarrow h = \frac{S_1}{a} = \frac{0{,}433м^2}{0{,}66м} = 0{,}66м$

$S_2 = \frac{3\sqrt{3}}{2}a^2 \Rightarrow a = \sqrt{\frac{S_2}{\frac{3\sqrt{3}}{2}}} = \sqrt{\frac{1{,}155м^2}{2{,}6}} = \sqrt{0{,}44м^2} = 0{,}66м$

$V = S_2 \cdot h = 1{,}155м^2 \cdot 0{,}66м = 0{,}76м^3$

Ответ: $V = 0{,}76\,м^3$

№ 2

Дано:

$M_1 = 13$ Н

$M_2 = 25{,}5$ Н

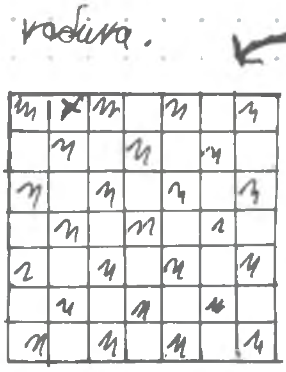
доска 5×5

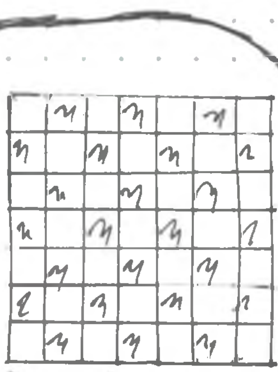
доска 7×7

$m_1 - ?$

$m_2 - ?$

Пусть m_1 - масса белого кубика, а m_2 - чёрного кубика.





~~24 - белые~~
~~25 - черные~~
~~12 - белые~~
~~13 - чёрные~~

~~25 - белые~~
~~24 - черные~~
~~13 - белые~~
~~12 - чёрные~~

Возможно 2 случая доски: когда первая клетка белая и когда первая клетка чёрная.

В первом случае
24 - белые
25 - чёрные

Во втором случае
25 - белые
24 - чёрные

~~аналогично и для доски~~ 7×7:
~~В первом~~ случае 24 - белые

аналогично для доски 5 на 5
В первом случае: 12 - белые, 13 - чёрные
Во втором : 13 - белые, 12 - чёрные.

Получим 4 уравнения

$12 m_1 + 13 m_2 = 13$

$13 m_1 + 12 m_2 = 13$

$24 m_1 + 25 m_2 = 25,5$

$25 m_1 + 24 m_2 = 25.5$

Так как мы не знаем как именно он расположил кубики, то решим 4 системы:

① $\begin{cases} 12 m_1 + 13 m_2 = 13 \\ 24 m_1 + 25 m_2 = 25,5 \end{cases}$

$m_1 = \frac{13 - 13 m_2}{12}$

$\cancel{24 m_1}\ \frac{24(13 - 13 m_2)}{12} + 25 m_2 = 25,5$

$26 - 26 m_2 + 25 m_2 = 25,5$

$m_2 = 0.5$ кг
$m_1 = \frac{13}{24}$ кг

② $\begin{cases} 12 m_1 + 13 m_2 = 13 \\ 25 m_1 + 24 m_2 = 25,5 \end{cases}$

$m_1 = \frac{13 - 13 m_2}{12}$

$\frac{25(13 - 13 m_2)}{12} + 24 m_2 = 25,5$

$325 - 325 m_2 + 288 = 306$

$-37 m_2 = -19$

~~$m_2 = \frac{25}{37}$ кг~~
~~$m_1 = \frac{13}{37}$ кг~~

$m_2 = \frac{19}{37}$ кг
$m_1 = \frac{39}{74}$ кг

③ $\begin{cases} 13 m_1 + 12 m_2 = 13 \\ 24 m_1 + 25 m_2 = 25.5 \end{cases}$

$m_1 = \frac{13 - 12 m_2}{13}$

$\frac{24(13 - 12 m_2)}{13} + 25 m_2 = 25,5$

$312 - 288 m_2 + 325 m_2 = 331,5$

$19,5 = 37 m_2$

$m_2 = \frac{39}{74}$ кг
$m_1 = \frac{19}{37}$ кг

④ $\begin{cases} 13 m_1 + 12 m_2 = 13 \\ 25 m_1 + 24 m_2 = 25.5 \end{cases}$

$m_1 = \frac{13 - 12 m_2}{13}$

$\frac{25(13 - 12 m_2)}{13} + 24 m_2 = 25.5$

$325 - 300 m_2 + 312 m_2 = 331,5$

$12 m_2 = 6,5$

$m_2 = \frac{13}{24}$ кг, $m_1 = 0,5$ кг

Ответ: 4 возможных пар
$m_2 = 0.5$ кг, $m_1 = \frac{13}{24}$ кг; $m_2 = \frac{19}{37}$ кг, $m_1 = \frac{39}{74}$ кг;
$m_2 = \frac{39}{74}$ кг, $m_1 = \frac{19}{37}$ кг;
$m_2 = \frac{13}{24}$ кг, $m_1 = 0,5$ кг

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

алабуга
ОСОБАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗОНА

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф9 - 15

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по физике для 9 классов, заключительный этап, 2025-2026 учебный год

Данные участника

ID номер участника 1102522

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

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

Дата "20" января 20 26 г.

Шифр ФЭ-15
(заполняется оргкомитетом)

Оценка работы

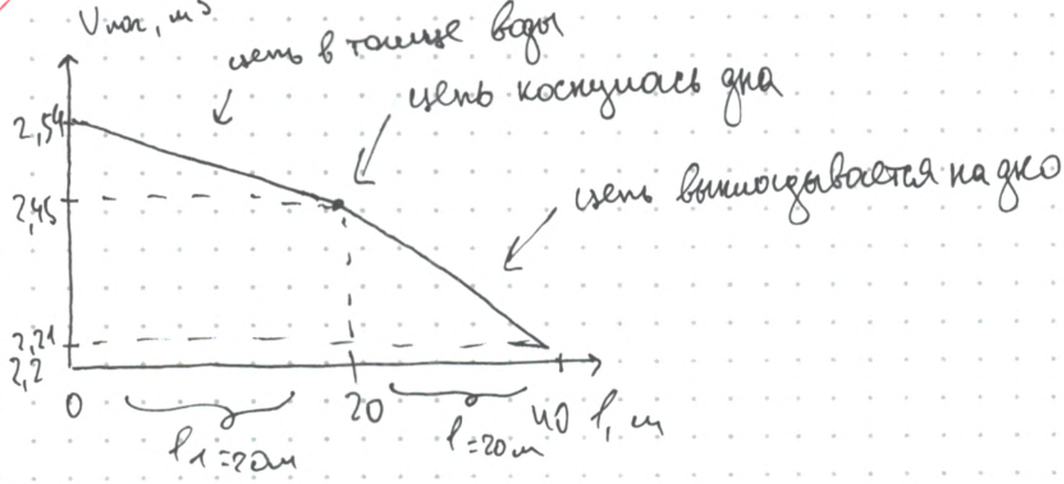
(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	17	2	20	—	20											59
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

ФИЗИКА
(профиль олимпиады)

9
(класс участия)

№1



при выкладывании цепи на дно $\Delta V_п = 2,45 - 2,21 = 0,24$ м³

⇓

$\Delta F_A = \lambda \cdot l \cdot g$

$\Delta V_п \cdot \rho_в \cdot \cancel{g} = \lambda \cdot \cancel{20}\, l \cdot \cancel{g}$

$0,24 \cdot 1000 = 20\lambda$

$\lambda = 12 \frac{кг}{м}$

Ответ: $\lambda = 12$ кг
$\rho = 1600 \frac{кг}{м^3}$

при выкладывании цепи в толщу воды

$\Delta V = 0,09$ м³

$\Delta F_A = m_ц \cdot g - F_{A.ц.}$ $\qquad m_ц = \lambda \cdot l_1$

$\Delta V \cdot \rho_в \cdot \cancel{g} = l_1 \cdot \lambda \cdot \cancel{g} - V_ц \cdot \rho_в \cdot \cancel{g}$

$90 = 240 - 1000V$

$V = 0,15 м^3$ на 20 м цепи

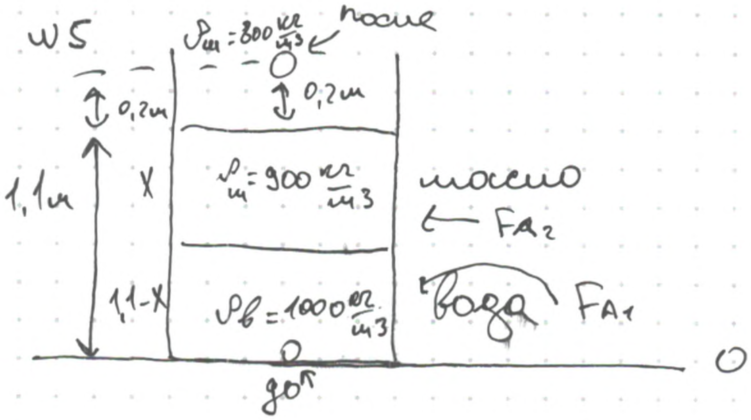
$\rho = \frac{m_ц}{V} = \frac{240}{0,15} = 1600 \frac{кг}{м^3}$

Сдано _____ **листов** ____________ ____________

Лист №1

подпись участника $\qquad$ подпись наблюдателя в аудитории

№5



в воде и масле на шарик действуют силы архимеда F_{A1} и F_{A2}. Их работы дают шарику энергию

$$E_п = mgh$$

$$F_{A1} = V \cdot \rho_в \cdot g$$

$$F_{A2} = V \cdot \rho_м \cdot g$$

$$F_{A1} \cdot (1,1 - x) + F_{A2} \cdot x = \rho_м \cdot V \cdot g \cdot 1,3$$

$$11000 - 10000x + 9000x = 10400$$

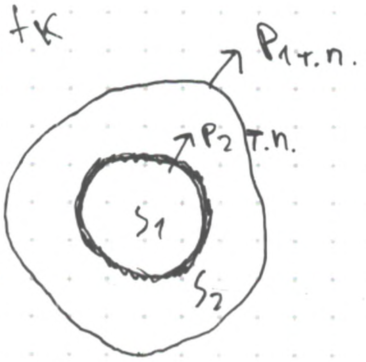
$$-1000x = -600$$

$$x = 0,6 \text{ м}$$

$$\left.\begin{aligned} h_м &= 0,6\text{ м} \\ h_в &= 1,1 - 0,6 = 0,5\text{ м} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{h_м}{h_в} = 1,2$$

Ответ: 1,2

№3



$$P = I^2 \cdot R$$

$$S_1 = S_2 \Rightarrow R_1 = R_2$$

$$P_{1т.п.} = \underbrace{\mu \cdot S_1}_{x_1} \cdot \Delta t_1$$

$$P_{2т.п.} = \underbrace{\mu \cdot S_2}_{x_2} \cdot \Delta t_2$$

первый случай (всё дано)

$$P = P_{т.п.}$$

$$R \cdot I_0^2 = x_2 \cdot 10 \Rightarrow x_2 = \frac{R \cdot I_0^2}{10}$$

$$R \cdot I_0^2 + x_2 \cdot 10 = x_1 \cdot (35 - t_к)$$

$$x_1 = \frac{2R \cdot I_0^2}{35 - t_к}$$ ✓

Итоговый балл ______ ______________ Шифр Ф9-15

(подпись председателя жюри) (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «ФИЗИКЕ», 9 класс,

вариант ______

№3 (продолжение)

а) $4I_0^2R = X_2(90-f)$ ← температура внешней линии

$4I_0^2R + X_2(90-f) = X_1(f-t_к)$ ✓

$4\cancel{I_0^2R} = \frac{\cancel{I_0^2R}}{10}\cdot 90-f$

$40 = 90-f$

$\underline{f = 50°C}$

$4\cancel{I_0^2R} + 4\cancel{I_0^2R} = \frac{2\cancel{I_0^2R}}{35-t_к}\cdot(50-t_к)$

$8 = \frac{100-2t_к}{35-t_к}$

$180 = 6t_к$

$\underline{t_к = 30°C} \Rightarrow X_1 = \frac{2I_0^2R}{5}$

б) $9I_0^2R = X_2(g_2 - g_1)$ (темп. внутр. линии; темп. внеш. линии)

$9I_0^2R + X_2(g_2-g_1) = X_1(g_1-30)$

$18I_0^2R = X_1(g_1-30)$

$18\cancel{I_0^2R} = \frac{2\cancel{I_0^2R}}{5}\cdot(g_1-30)$

$90 = 2g_1-60$

$\underline{g_1 = 75°C}$ ✓

$9\cancel{I_0^2R} = \frac{\cancel{I_0^2R}}{10}\cdot(g_2-75)$

$90 = g_2-75$

$\underline{g_2 = 165°C}$

темп. внутр. линии   темп. внеш. линии

в) $16 I_0^2 R = X_2 \cdot (a_2 - a_1)$

$16 I_0^2 R = X_1 (a_1 - 30)$

$16 \cancel{I_0^2 R} = \frac{2\cancel{R \cdot I_0^2}}{5} \cdot (a_1 - 30)$

$80 = 2a_1 - 60$

$2a_1 = 140$

$\underbrace{a_1 = 70°C}$

$16 I_0^2 R = \frac{I_0^2 R}{10} \cdot (a_2 - 70)$

$\underbrace{a_2 = 230°C}$

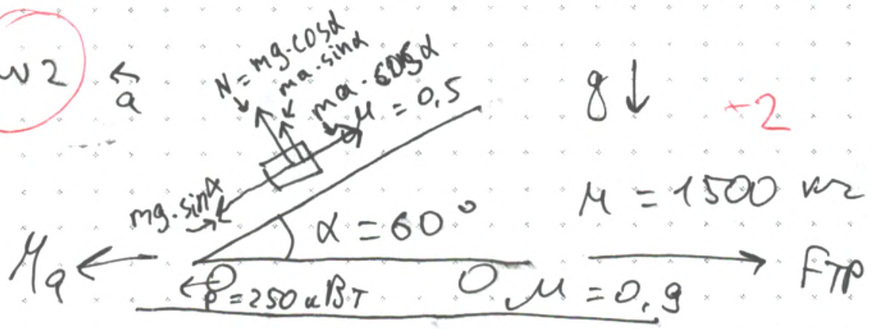
Ответ: а) $t_{внеш.} = 50°C$

б) $t_{внутр.} = 165°C$
$t_{внеш.} = 75°C$

в) $t_{внутр.} = 230°C$
$t_{внеш.} = 70°C$

№2

-2



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф8 - 17

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

Данные участника

ID номер участника 1268545

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

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

Дата "20" января 2026 г.

Шифр ФВ-17 (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	18	20	20	5	7											70
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика (профиль олимпиады)

8 (класс участия)

№1 Найти: $h_{1в} = x$

$\rho_{1н}$ – плотн. нижн жид. в первом сосуд.; $h_{1н}$ – выс. нижн жид в 1 сос.

$\rho_{1в}$ – плотн верх жид в перв. сосуде.; $h_{1в}$ – выс ~~верхн~~. жид в 1 сос

$\rho_{2н}$ – плотн. нижн жид. во втор. сосуд; $h_{2н}$ выс нижн. жид в 2 сос

$\rho_{2в}$ – плотн верхн жид во втор. сосуд.; $h_{2в}$ – выс верх жид. в 2 сос

$V_{1п}$ – объем погруж. в нижн жид 1 сос; $V_{2п}$ – объем погруж. в нижн жид 2 сос

$$\frac{V_{1п}}{V_{2п}} = 1,5 \Rightarrow \frac{h_{1н} \cancel{S_{ц}}}{h_{2н} \cancel{S_{ц}}} = 1,5$$; Сила Арх. действ на цил $= mg$

Рассмотрим 2 случ.

$$\rho_{2в} \cancel{g} \cancel{S} h_{2в} + \rho_{2н} \cancel{g} \cancel{S} h_{2н} = \rho_{ц} \cancel{S} H \cancel{g}$$

$$\rho_{2в} h_{2в} + \rho_{2н} h_{2н} = \rho_{ц} H$$

$$h_{2н} = \frac{\rho_{ц} H - \rho_{2в} h_{2в}}{\rho_{2н}}$$

$$1,5 h_{2н} = h_{1н}$$

Рассмотрим 1 случ.

$$\rho_{1в} \cancel{g} \cancel{S} h_{1в} + \rho_{1н} \cancel{g} \cancel{S} \frac{3}{2} \frac{\rho_{ц} H - \rho_{2в} h_{2в}}{\rho_{2н}} = \rho_{ц} \cancel{S} H \cancel{g}$$

$$h_{1в} = \frac{\frac{\rho_{ц} H}{1} - \rho_{1н} \frac{3 \rho_{ц} H - \rho_{2в} h_{2в}}{2 \rho_{2н}}}{\rho_{1в}}$$

1	2	3	4	5	Σ
6	6	3	3	0	18

Ответ: $h_1 = \frac{13}{3}$

№2 $m_1 = 13$ кг; $m_2 = 25{,}5$ y_n - масса бел; x_n - масса черн.

Рассмотрим 3 случая:

1) Все кубики весят одинаково

2) Случай где на доске больше черных куб. или больше белых

3) ~~Случай где на доске больше белых куб~~
Случай где на доске 5×5 больше черн, а на 7×4 больше бел.
и наоборот.

1 Случ.

Чтобы 1 случ. был верный должно собл. равенство:

n_1 - кол-во куб. 5×5
n_2 - кол-во куб 7×7

$$\frac{m_1}{n_1} = \frac{m_2}{n_2} \quad \frac{13\text{ кг}}{25} = \frac{25{,}5\text{ кг}}{49} \approx 0{,}52\text{ кг}$$

$$y_1 = x_1 = 0{,}52\text{ кг}$$

2 Случ.

На доске 5×5 13ч. 12б
на доске 7×7 25ч 24б

$$\begin{cases} 13x_2 + 12y_2 = 13\text{ кг} \\ 25x_2 + 24y_2 = 25{,}5 \end{cases} \quad x_2 = 0{,}5\text{ кг} \quad y_2 = \frac{13}{24}\text{ кг} \quad \text{или} \quad y_3 = 0{,}5 \quad x_3 = \frac{13}{24}$$

(если соот 13б 12ч и 25б 24ч)

3 Случ.
на доске 5×5 13ч 12б
на доске 7×7 25б 24ч

$$\begin{cases} 13x_4 + 12y_4 = 13\text{ кг} \\ 25y_4 + 24x_4 = 25{,}5\text{ кг} \end{cases} \quad x_4 = \frac{19}{37} \quad y_4 = \frac{39}{74} \quad \text{или} \quad x_5 = \frac{39}{74} \quad y_5 = \frac{19}{35}$$

(если сост 13б 12ч. 25ч 24б.)

Ответ: масса черн куб: 0,52 кг; 0,5 кг; $\frac{13}{24}$ кг; $\frac{19}{37}$ кг; $\frac{39}{74}$ кг

масса бел. куб: 0,52 кг; 0,5 кг; $\frac{13}{24}$ кг; $\frac{19}{37}$ кг; $\frac{39}{74}$ кг.

№3

рассмотрим циклы
1) Начало: обогнал П. + 1 $\frac{м}{с}$
2) догнал В. измен напр (t_1)
3) догнал П - 1 $\frac{м}{с}$ (t_2)
4) догнал В измен. напр (t_3)
5) Конец: обогнал П + 1 $\frac{м}{с}$ (t_4)

в Сист. от Васи

1) $t_1 = \frac{\frac{\ell}{2}}{v_{c_2} + v} = 6{,}25$ с (1 встреча)
в С.О Пети

2) $t_2 = \frac{\frac{\ell}{2}}{v_{c2} + v} = \frac{25}{14}$ с
в С.О Васи

3) $t_3 = \frac{\frac{\ell}{2}}{v_{c1} + v} = \frac{25}{13}$ с (2 встреча
в С.О Пети

4) $t_4 = \frac{\frac{\ell}{2}}{v_{c1} - v} = \frac{25}{3}$ с

Итоговый балл ______ ______________ (подпись председателя жюри)

Шифр ФS-17 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 8 класс,

вариант ________

за цикл 2 встречи

$T_{цикла} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$ (t₄ выч т.к в посл цикле пес уже не побежит туда)

$t = \frac{50}{2}(t_1 + t_2 + t_3 + t_4) - t_4$

$t = 448,96\,с$

Ответ: 448,96 с

№5

1	2	3	4	5	6	7	Σ
3	4	0	0	0	0	0	7

График изменяется после 20м. цепи т.к цепь касае. дна.

$m = \lambda l$

$\lambda l g - \rho_в g V_ц = \rho_в g V_{пог} - M_л g$

предположим, что масса лодки по отн. к массе цепи пренебрежс. мала.

предположим что сила Арх на цепь много меньше силы тяж

$\lambda l = \rho_в V_{пог}$

при $l = 20\,м$, $V_{пог} = 2,45$

$\lambda = \frac{\rho_в V_{пог}}{l}$

$\lambda = 122,5\,\frac{кг}{м}$

№4

1	2	3	4	5	Σ
0	5	0	0	0	5

$P_{потерь} = k(t - t_{окр})$

площадь сопр нарджсней жилы с воздухом больше, а внутр. жила подверг. теплообмену только с нар. жилой

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф10 - 68

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

Данные участника

ID номер участника 1188680

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФГАОУ ВО «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ОГРН 1021602841391 МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНАЯ ОЛИМПИАДА

Дата "20" января 20 26 г. **Шифр** ФР10-68
(заполняется оргкомитетом)

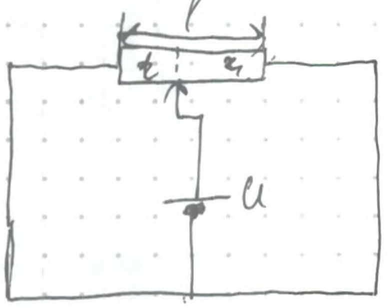
Оценка работы

(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	10	—	2	20	9											41
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

физика (профиль олимпиады) 10 (класс участия)

№4.

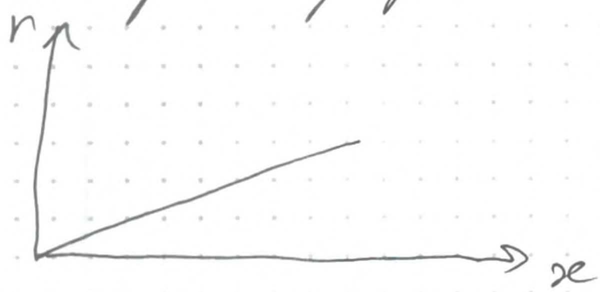


$p(x) = \rho_{max}\frac{x}{l}$ P_{min} - ? x_{min} - ?

дан закон линейной зависимости сопротивление на ед. длины от x - расстояния от левого края.

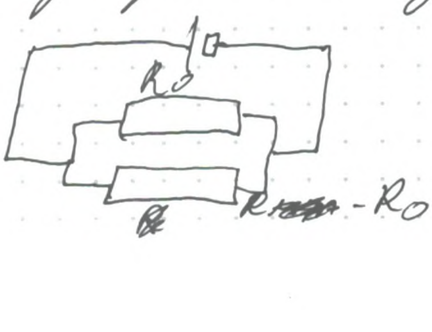
Если разбить реостат на n частей ($n \to \infty$), то сопротивление r каждого такого участка будет равно $r = \rho_{max}\frac{x}{l}\cdot\frac{l}{n} = \rho_{max}\frac{x}{n}$

построим график $r(x)$ (качественно)



$P_{min} = \frac{U^2}{R}$

Перестроим схему:



$R_1 = \frac{R_0(R-R_0)}{R}$

Лист №1

$\cancel{R_1 = R_0 R - R_0^2}$

$\cancel{R_0^2 - R_0 R + R R_1 = 0}$ ~~при~~ $\cancel{a<0}$ ~~парабола ветви вверх~~

$\cancel{0 \le R_0 \le R}$

$R_1 = \frac{R_0(R-R_0)}{R}$

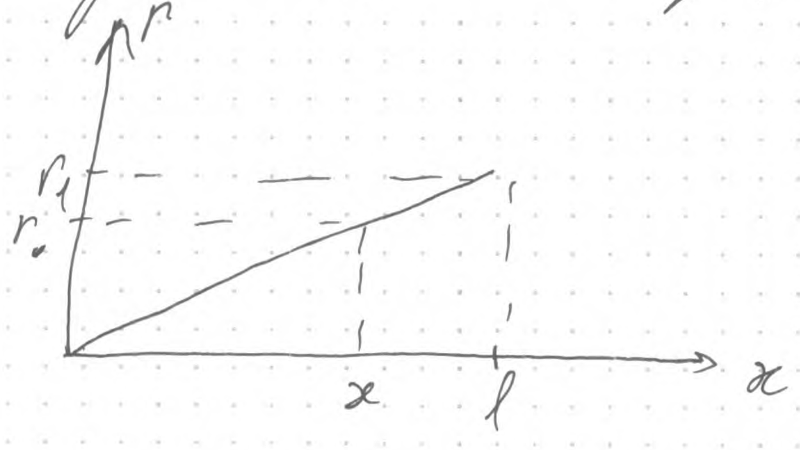
P будет минимальна при R максимальной ($P=\frac{U^2}{R}$)

$R_1 = \frac{RR_0 - R_0^2}{R}$ — парабола ветви вниз $a<0$.

найдём вершину параболы

$R_0 = \frac{-R}{-2} = \frac{R}{2}$

Мы доказали то, что резистор должен делиться на два равных по сопротивлению участка. Вспомним график $r(x)$



общее сопротивление R будет численно равно площади под графиком

$R = \frac{r_1 l}{2} = \frac{\rho_{max} l^2}{2}$ $r_1 = \rho_{max} l$

$R_0 = \frac{\rho_{max} l^2}{4} = \frac{\rho r_0 x^2}{2} = \frac{\rho_{max} x^2}{2}$

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

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

$P_{min} = \frac{U^2 \cdot 2R_0}{R_0^2} = \frac{U^2 \cdot 2}{\frac{\rho_{max} l^2}{4}}$

Ответ: $x = \frac{\sqrt{2}}{2} l$ $P_{min} = \frac{8U^2}{\rho_{max} l^2}$ $P_{min} = \frac{8U^2}{\rho_{max} l^2}$

Итоговый балл _______ _______________ (подпись председателя жюри)

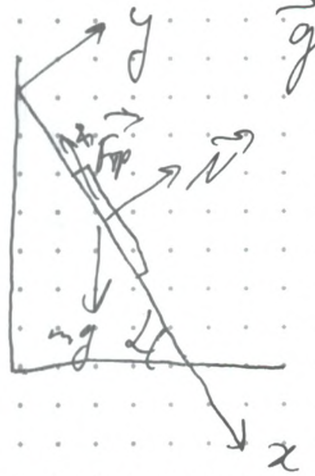
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНАЯ ОЛИМПИАДА
Кремлевская ул., д. 18, Казань, 420008
Тел./факс: 8(843) 292-53-63

Шифр Ф10-68 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 10 класс,

№1



$\vec{g}$

$\vec{a}$

$\alpha = 60°$

$\mu_1 = 0,5$

$\mu_к = 0,9$

$M = 1500кг$

$P_{max} = 250кВт$

~~Р~~ мощность автомобиля мгновенна, поэтому формула $\cancel{P = \frac{FS\cos\alpha}{t}}$ не подходит.

$P = F_{тяги} v$

$F_{тяги} = \mu_к Mg = Ma$

$F_{тяги} = \frac{P}{v} = Ma$

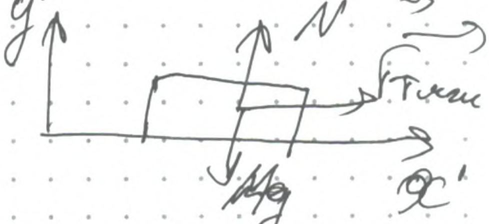
$\frac{P}{v} = Ma$

$a = \frac{P}{vM} = \frac{P}{a t M}$

$t = \frac{P}{a^2 M}$

II з. Ньютона для всей машины Ox':

$F_{тяги} = Ma$



$F_{тяги} = F_{тр. колес}$

$F_{тр\ колес} = \mu_к N$

II з. Ньютона для всей машины oy':

$N - Mg = 0$

$N = Mg$

распишем ~~II~~ второй закон Ньютона для телефона и доски.

Ox: $mg\sin\alpha \pm F_{тр} = a\cos\alpha\, m$? Oy: $N - mg\cos\alpha = a\sin\alpha\, m$

ранее мы получили формулу $t = \frac{P}{a^2 M}$, что она верна только если автомобиль движется без проскальзываний. Получим ограничение на ускорение автомобиля. Рассм пред. случай $F_{тр}$ максимальное

~~II~~ $F_{тр} = \mu_k g M = Ma$

$$a = \mu_k g = 0{,}9 \cdot 10 = 9\,м/с^2$$

$$t = \frac{P}{a^2 M} \quad при \quad a \le 9\,м/с^2 \qquad a_0 = 9\,м/с^2$$

До ~~этого~~ момента когда ускорение начинает подчиняться такому закону будем считать что ~~$a = 9\,м/с$~~ телефон поддерживается.

получим ограничение ускорение, при котором телефон в покое.

при a_{min} ~~...~~ $F_{тр}$ направлена вверх

$mg\sin\alpha - F_{тр} = a\cos\alpha\, m \qquad N - mg\cos\alpha = a\sin\alpha\, m$

$$\frac{F_{тр}}{N} = \frac{mg\sin\alpha - a\cos\alpha\, m}{mg\cos\alpha + a\sin\alpha\, m} = \mu_1 = 0{,}5$$

$$g\sin\alpha - a\cos\alpha = \mu_1 g\cos\alpha + \mu_1 a\sin\alpha$$

$$g(\sin\alpha - \mu_1\cos\alpha) = a(\cos\alpha + \mu_1\sin\alpha)$$

$$a = a_{min} = \frac{g(\sin\alpha - \mu_1\cos\alpha)}{\cos\alpha + \mu_1\sin\alpha} = \frac{10\left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{4}\right)}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}} = 6{,}6\,м/с^2$$

! V

Итоговый балл _______ _______________ (подпись председателя жюри)

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 1

Шифр Ф10-68 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 10 класс,

теперь получим a_{max}

$F_{тр}$ максимальна и направлена вниз.

$mg\sin\alpha + F_{тр} = a\cos\alpha\, m \qquad N - mg\cos\alpha = a\sin\alpha\, m$

$$\frac{F_{тр}}{N} = \mu_1 = \frac{a\cos\alpha\, m - mg\sin\alpha}{mg\cos\alpha + a\sin\alpha\, m}$$

$a\cos\alpha - g\sin\alpha = \mu_1 g\cos\alpha + \mu_1 a\sin\alpha$

$$a_{max} = a = \frac{g(\sin\alpha + \mu_1 \cos\alpha)}{\cos\alpha - \mu_1\sin\alpha} = \frac{10\left(\sin 60 + \frac{1}{2}\cos 60\right)}{\cos 60 - \frac{1}{2}\sin 60}$$

$a_{max} = 166{,}6\ м/с^2$

$$\Delta t = \frac{P}{a_{min}^2 M} - \frac{P}{a_0^2 M} = \frac{250000}{1500}\left(\frac{9^2 - 6{,}6^2}{6{,}6^2 \cdot 9^2}\right) = 1{,}77 с$$

~~Ответ: 1,77 с.~~

~~Теперь получим~~

Ответ: 1,77 с.

№5

Лист № 3

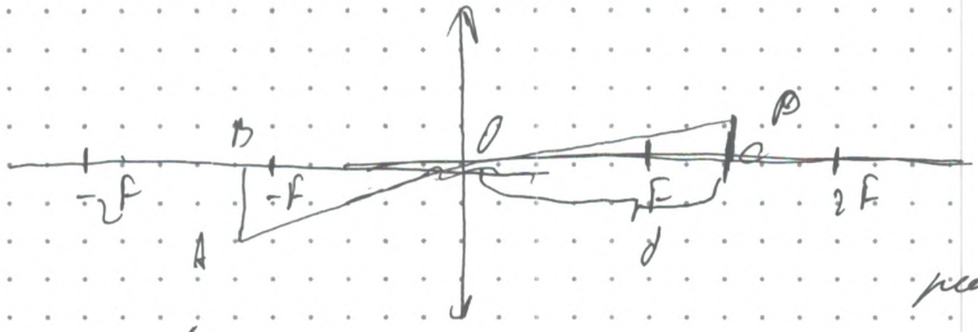


рис. 1.

Т.к. в первом случае отрезок лежит на главной опт. т. если его размеры не искажены.

рассм. второй случай (рис. 1)

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

$$\triangle ABO \sim \triangle DCO$$

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

$$\frac{BO}{CO}=\frac{AB}{DC}=\cancel{k}\ \frac{1}{k}=\frac{f}{d}$$

$$\cancel{f=\frac{dF}{d-F}}$$

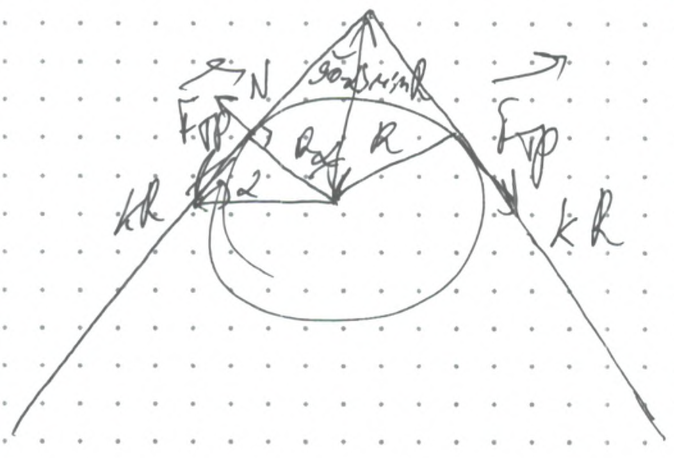
$$kd=f$$

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{kd}+\frac{1}{d}=\frac{1}{d}\left(\frac{1}{k}+1\right)$$

$$d=F\left(\frac{1}{k}+1\right)$$

?

№3



дано: $S_{min}=\sqrt{5}$ $k=50$

минимальное расстояние достигается при максимальной силе трения направленной вниз.

Итоговый балл _______ _______________ (подпись председателя жюри)

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 1

Шифр ФР10-68 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 10 класс,

$\cancel{l = \frac{\sin\alpha R}{\sin 2} = \frac{\sqrt5 R}{\sin 2}}$

~~на~~ система в равновесии:

$N\cos\alpha - F_{тр}\sin\alpha - \cancel{m_1 g} - m_2 g = 0$

По правилу моментов отн. т. O:

$\cancel{-m_1 g\cos\alpha + N = m_2 g}$

$\cancel{-m_1 g \cos\alpha N = 0}$ $\quad -mg\cos\alpha \frac{Rk}{2} + Nl = 0$

$F_{тр} = \mu N$

$Nl = mg\cos\alpha \frac{Rk}{2}$ $\quad N\cos\alpha - F_{тр}\sin\alpha = mg$

$\frac{mg\cos\alpha}{2N} = \frac{2l}{Rk\cos\alpha}$ $\quad N\cos\alpha - \mu N\sin\alpha = mg$

$\frac{mg}{N} = \cos\alpha - \mu\sin\alpha$

$\sin\alpha R = \sqrt5 R$

По т. П. $(\sqrt5 R)^2 = R^2 + l^2$

$l = \sqrt{5R^2 - R^2}$

$l = 2R$

$\cos\alpha = \frac{1}{\sqrt5} = \frac{\sqrt5}{5}$

$\sin\alpha = \frac{2}{\sqrt5} = \frac{2\sqrt5}{5}$

$\frac{2l}{Rk\cos\alpha} = \cos\alpha - \mu\sin\alpha$

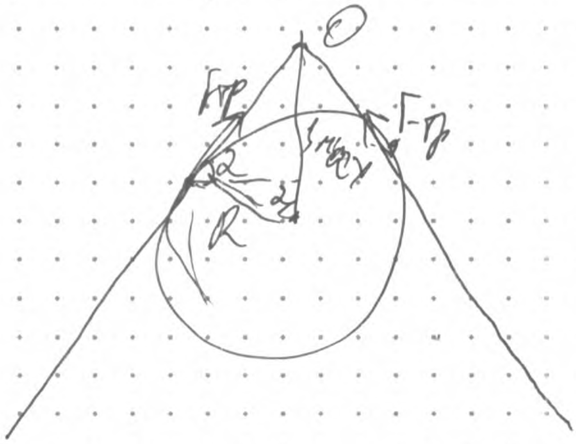
$\mu\sin\alpha = \cos\alpha - \frac{2l}{Rk\cos\alpha}$

$\mu = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} - \frac{2l}{Rk\cos\alpha\cdot\sin\alpha}$

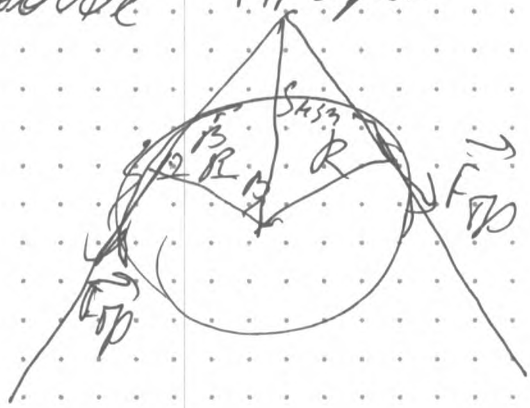
$\mu = \frac{1}{2} - \frac{2\cdot 2R}{R\cdot \frac{50}{10}\cdot\frac{2\sqrt5}{5}\cdot\frac{\sqrt5}{5}} = 0{,}3$

Ответ: $\mu = 0{,}3$

рассм две крайних случая $F_{тр}$ ~~max~~ максимальны в обоих $F_{тр} = \mu N$



$\uparrow y$



система в равновесии оу

$F_{тр} \sin\alpha - mg + N_1 \cos\alpha = 0$ $\qquad$ $-F_{тр} \sin\beta - mg + N_2 \cos\beta = 0$

по правилу моментов отн. O:

$-mg\cos\alpha \frac{Rk}{2} + N_1 l_1 = 0$ $\qquad$ $-mg\cos\beta \frac{Rk}{2} + N_2 l_2 = 0$

$N_1(\cos\alpha + \mu\sin\alpha) = mg$

$N_1 l_1 = mg\cos\alpha \frac{Rk}{2}$

$$\frac{\cos\alpha + \mu\sin\alpha}{l_1} = \frac{2}{\cos\alpha Rk}$$

$\cos\alpha = \frac{R}{S_{max}R}$ $\qquad \sin\alpha = \frac{l_1}{S_{max}R}$

$$\frac{\cos\alpha + \mu\sin\alpha}{\cancel{\sin\alpha}\, S_{max}R} = \frac{2}{\cos\alpha Rk}$$

$\cancel{\frac{R}{S_{max}R} + \mu\sin\alpha}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф11 - 74

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

Данные участника

ID номер участника 1260041

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

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

Дата "___"_____________________ 20____г.

Шифр 911-74
(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	19	8	8	8											63
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

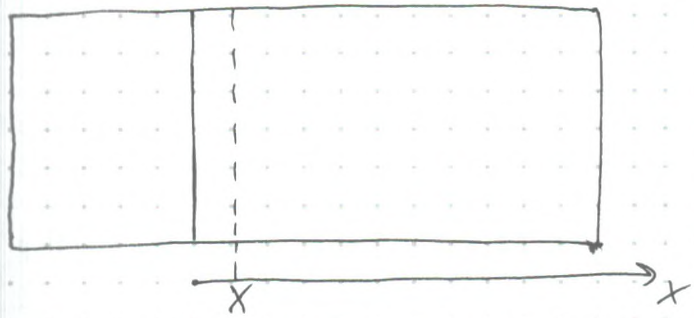
Физика
(профиль олимпиады)

11
(класс участия)

№2

1, S
$i = 5$
m
p_0
k

$\nu - ?$



1) Сместим перегородку влево на x. x - мало.

2) $\cancel{\frac{dp}{p_0}}$ ~~правая~~ левая часть: $\frac{dp}{p_0} + \frac{dV_1}{V_0} = \frac{dT}{T_1}$

$dV_1 = x \cdot S$

перв. нач. термод: $\delta Q = \delta A + dU = 0$ (т.к. теплоизолирован)

$\delta A = -dU = p\,dV$

$p\,dV_1 = -\frac{5}{2}\nu R dT \Rightarrow dT = \frac{-2p\,dV_1}{5\nu R}$

$\frac{dp}{p_0} + \frac{dV_1}{V_0} = -\frac{2p\,dV_1}{5\nu R T_1}$ $\qquad p \cdot V_0 = \nu R T_1 \Rightarrow \frac{p}{\nu R T_1} = \frac{1}{V_0}$

$\frac{dp}{p_0} + \frac{dV_1}{V_0} = -\frac{2\,dV_1}{5V_0} \Rightarrow \frac{dp}{p_0} = -\frac{2dV_1}{5V_0} - \frac{dV_1}{V_0} = -\frac{7dV_1}{5V_0}$

$$dp = -p_0 \cdot \frac{7\,dV_2}{5V_0} = -p_0 \cdot \frac{7xS}{5V_0}$$

$$p_1 = p_0 + dp = p_0 - p_0 \cdot \frac{7xS}{5V_0} = p_0 \cdot \left(1 - \frac{7xS}{5V_0}\right)$$

3) Правая часть:

$$\frac{dp}{p_0} + \frac{dV_2}{kV_0} = \frac{dT}{T_2} \qquad dV_2 = -xS$$

Перв. нач. термод: $\delta Q = \delta A + dU = 0$

$$\delta A = -dU$$

$$p\,dV_2 = -\frac{5}{2}\nu R\,dT \rightarrow dT = -\frac{2p_0 dV_2}{5\nu R}$$

$$\frac{dp}{p_0} + \frac{dV_2}{kV_0} = -\frac{2p_0 dV_2}{5\nu R T_2} \qquad p_0 \cdot kV_0 = \nu R T_2 \rightarrow \frac{p_0}{\nu R T_2} = \frac{1}{kV_0}$$

$$\frac{dp}{p_0} + \frac{dV_2}{kV_0} = -\frac{2\,dV_2}{5kV_0}$$

$$dp = p_0\left(-\frac{2\,dV_2}{5kV_0} - \frac{dV_2}{kV_0}\right) = p_0\left(\frac{2xS + 5xS}{5kV_0}\right) = p_0 \cdot \frac{7xS}{5kV_0}$$

$$p_2 = p_0 + dp = p_0\left(1 + \frac{7xS}{5kV_0}\right)$$

4)

2ЗН: X: $m\ddot{x} = p_1 S - p_2 S$

$$m\ddot{x} = S\left(\cancel{p_0} - \frac{7xS}{5V_0} \cdot p_0 - \cancel{p_0} - \frac{7xS}{5kV_0} \cdot p_0\right) = S \cdot \left(-\frac{7xS}{5V_0}\right)\left(1 + \frac{1}{k}\right) =$$

$$= -\frac{7xS^2}{5V_0}\left(\frac{k+1}{k}\right)$$

$$m\ddot{x} + \frac{7xS^2}{5V_0}\left(\frac{k+1}{k}\right) = 0$$

$\ddot{x} + \frac{7xS^2}{5mV_0}\left(\frac{k+1}{k}\right) = 0$ – диф. ур-ие гармон. колеб.

$$\omega = \sqrt{\frac{7S^2}{5mV_0}\left(\frac{k+1}{k}\right)}$$

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{7S^2}{5mV_0}\left(\frac{k+1}{k}\right)}$$

$$l \cdot S = V_0 + kV_0 = V_0(k+1) \rightarrow V_0 = \frac{l \cdot S}{k+1}$$

$$\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{7S^{\cancel{2}}}{5ml\cancel{S}}\,\frac{(k+1)^2}{k}} = \frac{k+1}{2\pi}\sqrt{\frac{7S}{5mlk}}$$

Ответ: $\nu = \frac{k+1}{2\pi}\sqrt{\frac{7S}{5mlk}}$

Итоговый балл ________ ____________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-74

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

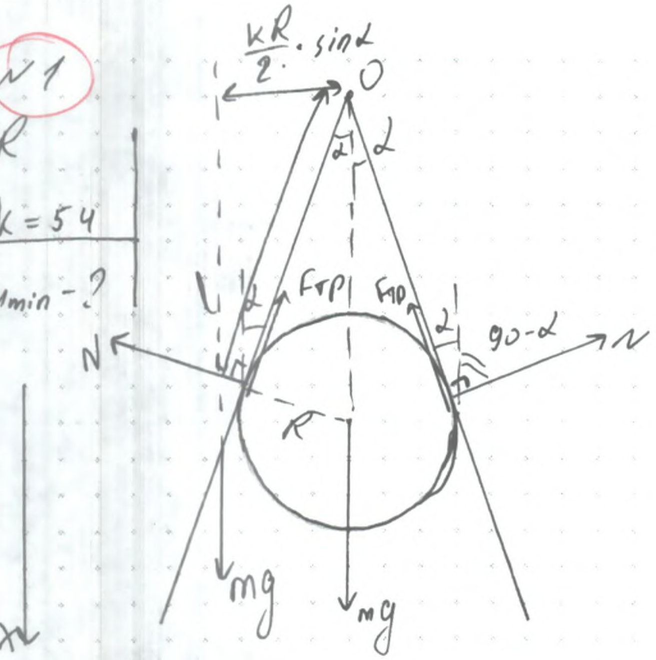
вариант ________

№1

R

$k = 54$

$\mu_{min} - ?$



1) 2 ЗН для бревна:

$x:\ 0 = mg - 2F_{тр}\cdot\cos\alpha - 2N\cdot\sin\alpha$

$2F_{тр}\cos\alpha = mg - 2N\cdot\sin\alpha$

$F_{тр} = \dfrac{mg - 2N\cdot\sin\alpha}{2\cos\alpha}$

$F_{тр} \le \mu N$

$\dfrac{mg - 2N\cdot\sin\alpha}{2\cos\alpha} \le \mu\cdot N$

2) Правило моментов для доски отн-но т. O.

$mg\cdot\dfrac{kR}{2}\cdot\sin\alpha = N\cdot l$

$tg\alpha = \dfrac{R}{l} \Rightarrow l = \dfrac{R}{tg\alpha}$

$mg\cdot\dfrac{kR}{2}\cdot\sin\alpha = N\cdot\dfrac{R}{tg\alpha} \longrightarrow N = \dfrac{mgk}{2}\cdot\sin\alpha\cdot tg\alpha = \dfrac{mgk}{2}\cdot\dfrac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha}$

3) $\dfrac{\cancel{mg} - 2\cdot\dfrac{\cancel{mg}k}{2}\cdot\sin\alpha\cdot tg\alpha\cdot\sin\alpha}{2\cos\alpha} \le \mu\cdot\dfrac{\cancel{mg}k}{2}\cdot\dfrac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha}$

$\dfrac{1 - \sin^2\alpha\cdot tg\alpha\cdot k}{\cancel{2\cos\alpha}} \le \dfrac{\mu k}{\cancel{2}}\cdot\dfrac{\sin^2\alpha}{\cancel{\cos\alpha}}$

$\mu \ge \dfrac{1 - k\sin^2\alpha\, tg\alpha}{k\cdot\sin^2\alpha} =$

$\mu \ge \dfrac{1}{k\sin^2\alpha} - tg\alpha$

Получаем $f(\mu)$

Найдем минимум $f(\mu)$:

$$f' = \frac{1}{k}(-2)\cdot\frac{1}{\sin^3\alpha}\cdot\cos\alpha - \frac{1}{\cos^2\alpha} = 0$$

$$-2\cos^3\alpha - k\sin^3\alpha = 0 \quad | : \cos^3\alpha$$

$$-2 - k\,tg^3\alpha = 0$$

$$tg^3\alpha = -\frac{2}{k} = -\frac{2}{54} = -\frac{1}{27}$$

$tg\alpha = -\frac{1}{3}$ $\alpha = arctg\left(-\frac{1}{3}\right)$ – при таком α μ_{min}

$$\mu_{min} = \frac{1 - 54\cdot\sin^2(arctg(-\frac{1}{3}))(-\frac{1}{3})}{54\cdot\sin^2(arctg(-\frac{1}{3}))} = \frac{14}{27}$$

Ответ: $\mu_{min} = \frac{14}{27}$ V

№ 3

$t_1 = 45°C$
$t_2 = 35°C$
$t_3 = 90°C$
а) t_4 – ?
б) t_5 – ?
t_6 – ?
в) t_7 – ?
t_8 – ?

1) Т.к. площади сечения жил одинаковые, то сопротивление на единицу длины тоже одинаковые.

2) Теплота, выделяемая в жиле, прямо-пропорциональна I.

Теплота, получаемая внешней жилой от внутренней, прямо пропорциональна разности температур.

3) $Q = CI_0 + k(t_2 - t_1) = 0$ (т.к. тепловое равновесие)

C, k – некоторые константы.

$CI_0 = k(t_1 - t_2)$ (1)

4) По жилам течет ток $2I_0$:

$Q = C\cdot 2I_0 + k(t_4 - t_3)$

$C\cdot 2I_0 = k(t_3 - t_4)$ (2)

$$\frac{(1)}{(2)}: \frac{CI_0}{2I_0\cdot C} = \frac{k(t_1 - t_2)}{k(t_3 - t_4)} = \frac{t_1 - t_2}{t_3 - t_4}$$

Итоговый балл _______ _______________
(подпись председателя жюри)

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

Шифр Ф11-74
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

Продолжение задачи 3.

$2(t_1 - t_2) = t_2 - t_4$

$\boxed{t_4 = t_2 - 2(t_1 - t_2) = 70°C}$

5) По каждой жиле течет ток $\overset{3}{\cancel{2}}I_0$:

$\cancel{C = \frac{k(t_1 - t_2)}{I_0}}$ $Q_{внеш} = a(t_{вн} - t_6) + C \cdot 3I_0 + k(t_5 - t_6) = 0$

$Q_{внутр} = C \cdot 3I_0 + k(t_6 - t_5) = 0$

$a(t_{вн} - t_6) + 6CI_0 = 0$

Если записать для момента, когда I_0 и $2I_0$:

$Q_{внеш_1} = a(t_{вн} - t_2) + 2CI_0 = 0 \rightarrow a(t_{вн} - t_2) = -2CI_0$

$Q_{внеш_2} = a(t_{вн} - t_4) + 4CI_0 = 0 \qquad a(t_{вн} - t_4) = -4CI_0$

$\cancel{a}(t_{вн} - t_4) = 2\cancel{a}(t_{вн} - t_2)$

$t_{вн} = 2t_2 - t_4 = 0°C \Rightarrow T_{вн} = 273K$

$a = \frac{-2CI_0}{(t_{вн} - t_2)}$

$-\frac{\cancel{2}CI_0}{t_{вн} - t_2}(t_{вн} - t_6) = -\overset{3}{\cancel{6}}CI_0$

$\cancel{t_6 - t}$ $t_{вн} - t_6 = 3t_{вн} - 3t_2$ $\boxed{t_6 = 3t_2 - 2t_{вн} = 105°C}$

$\cancel{k}(t_6 - t_5) = -3\cancel{k}(t_1 - t_2)$

$t_6 - t_5 = -3t_1 + 3t_2 \rightarrow \boxed{t_5 = t_6 + 3t_1 - 3t_2 = 135°C}$

6) $4I_0$ во внутр. жиле:

$Q_{внутр} = 4CI_0 + k(t_8 - t_7) \overset{=0}{\rightarrow} k(t_7 - t_8) = 4CI_0$

$Q_{внеш} = k(t_{\cancel{8}7} - t_{\cancel{7}8}) + a(t_{вн} - t_{\cancel{7}8}) = 0$

$\overset{2}{\cancel{4}}CI_0 = +\frac{\cancel{8}CI_0}{t_{вн} - t_2}(t_{вн} - t_8) \rightarrow 2t_{вн} - 2t_2 = +t_{вн} - t_8$

$t_6 = 2t_2 = 70°C$

$\cancel{c}(t_7 - t_8) = 4\cancel{c}(t_1 - t_2)$

$t_8 = t_7 + 4(t_1 - t_2) = 110°C$

Ответ: а) $t_4 = 70°C$

б) $t_{внеш} = 105°C$

$t_{внутр} = 135°C$

в) $t_{внеш} = 70°C$

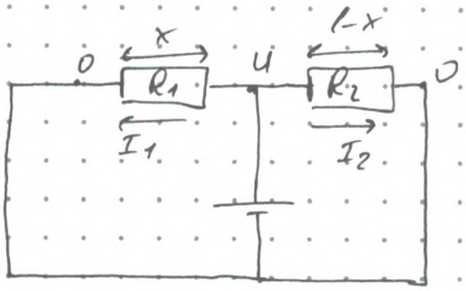
$t_{внутр} = 110°C$

№5

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

$x_m - ?$

$P_{min} - ?$



$R_1 = \rho_{max}\frac{x^2}{l}$ $\quad R_2 = \rho_{max}\frac{(l-x)^2}{l}$

$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{Ul}{\rho_{max}x^2}$ $\quad I_2 = \frac{Ul}{\rho_{max}(l-x)^2}$

$P = I \cdot U$

$P_1 = \frac{U^2 l}{\rho_{max}x^2}$ $\quad P_2 = \frac{U^2 l}{\rho_{max}(l-x)^2}$

$P_{\Sigma} = P_1 + P_2 = \frac{U^2 l}{\rho_{max}}\left(\frac{1}{x^2} + \frac{1}{(l-x)^2}\right)$

$\cancel{P_{\Sigma} = \frac{U^2 l}{\rho_{max}}\left(\frac{l^2 - 2lx + x^2 + x^2}{x}\right)}$ $\quad P_{\Sigma} = \frac{U^2 l}{\rho_{max}}\left(\frac{1}{x^2} + \frac{1}{(l-x)^2}\right)$

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

$f'(x) = -2\frac{1}{x^3} - 2\frac{1}{(l-x)^3}\cdot(-1) = 0$

8

$2(l-x)^3 = 2x^3$

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

Ответ: $x_m = \frac{l}{2}$; $P_{min} = \frac{8U^2}{\rho_{max} l}$

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

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
1

Шифр Ф11-74
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

№4

а) До того момента, пока магнит не начнет входит в трубу он двигается с $a=g$. После того как магнит начинает входит в трубу магнит начинает действовать на заряды на трубе. Из-за этого по трубе начинает течь ток, который создает такое магнитное поле, которое мешает магниту разгоняться. Спустя некоторое время скорость магнита устанавливается и он движется с постоянной скоростью.

б) $\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$

$\Phi = 2\pi(r+d)\cdot h$ x

$\mathcal{E} = -2\pi(r+d)\cdot\frac{dh}{dt} = -2\pi(R+d)\cdot v$ ✓

$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = -\frac{2\pi(R+d)\cdot v\cdot S}{\cancel{R}\,\rho l}$

$\cancel{I}$ $\quad S = \cancel{3}2\pi R^2 d$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф11 - 51

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

Данные участника

ID номер участника 1257327

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" января 2026 г. Шифр Ф11-51 (заполняется оргкомитетом)

Оценка работы

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	17	20	16	11	18											82
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

физика (профиль олимпиады) 11 (класс участия)

N 1

Пусть доска отклонена от вертикали на угол α, тогда обрезок касается её на расстоянии $\frac{R}{tn(\alpha)}$ от петли

Рассмотрим равновесие доски

Со стороны обрезка на ~~петлю~~ доску действует сила реакции опоры $\vec{N}$ и сила трения

Помимо этих сил на доску действует сила тяжести и сила реакции со стороны петли

т.к. доска в состоянии покоя, значит моменты сил действующие на доску скомпенсированы.

Посчитаем моменты сил действующих на доску относительно петли.

$\vec{F}_{тр}$ направлена вдоль доски $\Rightarrow$ её момент равен нулю

сила реакции петли действует в точке где петля находится значит её момент также равен нулю

$N \cdot \frac{R}{tn(\alpha)} = mg\frac{kR}{2} \cdot sin(\alpha)$, где m - масса доски

$N = \frac{mg}{2} k\, sin(\alpha) tn(\alpha)$

Сдано ____ листов

подпись участника подпись наблюдателя в аудитории

Лист №1

Теперь рассмотрим равновесие обрезка

~~в силу симметрии проекции силы действующих на обрезок со стороны досок будут~~

~~в силу с~~ в силу симметрии проекции сил действующих на обрезок на горизонталь будут компенсировать друг друга

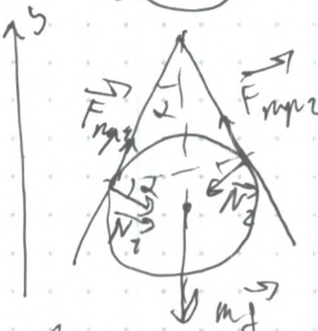
Рассмотрим проекции сил ~~действующих~~ на вертикальную ось

Пусть $\vec{N_1}$ – сила реакции опоры со стороны левой доски

$\vec{N_2}$ – сила реакции опоры со стороны правой доски

$\vec{F_{тр_1}}$ – сила трения со стороны левой доски

$\vec{F_{тр_2}}$ – сила трения со стороны правой доски



т.к. обрезок в состоянии покоя

по I закону Ньютона

$$(F_{тр_1}+F_{тр_2})\cos\alpha-(N_1+N_2)\sin\alpha-mg=0$$

в силу симметрии $F_{тр_1}=F_{тр_2}$ $N_1=N_2=N$

в случае минимального коэффициента трения $F_{тр_1}=F_{тр_2}=N\mu$, значит

$$2N\mu\cos\alpha-2N\sin\alpha=mg \quad +3$$

$$2N(\mu\cos\alpha-\sin\alpha)=mg$$

$$mgk\sin\alpha\, tg\alpha(\mu\cos\alpha-\sin\alpha)=mg \;|:mg$$

$$k\sin\alpha\, tg\alpha(\mu\cos\alpha-\sin\alpha)=1$$

$$\mu k\sin^2\alpha-k\sin^2\alpha\, tg\alpha=1$$

$$\mu=\frac{1+k\sin^2\alpha\, tg\alpha}{k\sin^2\alpha}=\frac{\cancel{1+k(1-\cos^2\alpha)\,tg\alpha}}{k\sin^2\alpha}=\frac{1+\frac{k}{2}\sin2\alpha}{k\sin^2\alpha} \quad +$$

Возьмём производную μ от α

$$\mu'(\alpha)=\frac{(1+\frac{k}{2}\sin2\alpha)'k\sin^2\alpha-(k\sin^2\alpha)'(1+\frac{k}{2}\sin2\alpha)}{k^2\sin^4\alpha}=$$

$$\frac{k^2\cos2\alpha\cdot\sin^2\alpha-2k\sin\alpha\cos\alpha(1+\frac{k}{2}\sin2\alpha)}{k^2\sin^4\alpha}=$$

$$\frac{k^2\cos2\alpha\sin^2\alpha-k\sin2\alpha-\frac{k^2}{2}\sin^22\alpha}{k^2\sin^4\alpha}=$$

$$\frac{k^2(2\cos^2\alpha-1)\sin^2\alpha-k\sin2\alpha-\frac{k^2}{2}\sin^22\alpha}{k^2\sin^4\alpha}=\frac{k^2}{2}\sin^22\alpha\cancel{-k^2}\sin^2\alpha$$

Итоговый балл ________ ________________ (подпись председателя жюри)

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

Шифр Ф11-51 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физика», 11 класс,

$$\frac{\cancel{\frac{k^2}{2}\sin^2 2\alpha} - k^2\sin^2\alpha - k\sin 2\alpha - \cancel{\frac{k^2}{2}\sin^2 2\alpha}}{k^2\sin^4\alpha} =$$

$$-k\,\frac{k\sin^2\alpha + \sin 2\alpha}{k^2\sin^4\alpha}$$

производная будет меньше нуля при отсчёте ~~до от~~ $\alpha=0$ а при значении производной достигается минимум $\mu \Rightarrow$ Решим уравнение

$$\mu'(\alpha) = 0 \Rightarrow -k\,\frac{k\sin^2\alpha + \sin 2\alpha}{k^2\sin^4\alpha} = 0$$

$$k\sin^2\alpha + \sin 2\alpha = 0$$

$$k\sin^2\alpha = -2\sin\alpha\cos\alpha \quad |:\sin\alpha$$

$$k\sin\alpha = -2\cos\alpha$$

$$k^2\sin^2\alpha = 4\cos^2\alpha = 4 - 4\sin^2\alpha$$

$$(k^2+4)\sin^2\alpha = 4$$

$$\sin^2\alpha = \frac{4}{(k^2+4)} \Rightarrow \sin\alpha = \pm\frac{2}{\sqrt{k^2+4}}$$

т.к. в нашем случае доска не может отклониться на $\alpha > 90° \Rightarrow$

$$\sin\alpha = \frac{2}{\sqrt{k^2+4}} \qquad \cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{\frac{k^2+4-4}{\sqrt{k^2+4}}} = \frac{k}{\sqrt{k^2+4}}$$

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

Подставим в μ

$$\mu = \cancel{\frac{1+\frac{k}{\sqrt{k^2+4}}}{\frac{4k^2}{k^2+4}}} \quad \frac{1+\frac{2k^2}{k^2+4}}{\frac{2k}{\sqrt{k^2+4}}} =$$

Подставим $k = 5{,}4$

$\mu = 1{,}5$

Ответ: $\mu = 1{,}5$

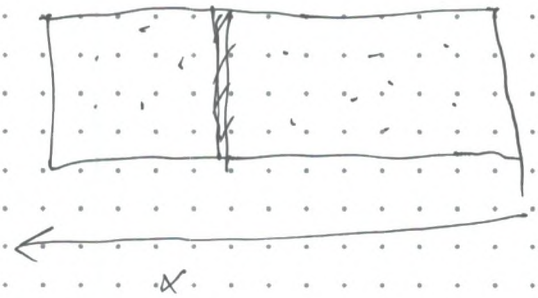
№2

т.к. и стенки и поршень теплоизолированы, что можно считать, что с газом и справа и слева от поршня происходит адиабатный процесс

уравнение адиабаты

$$p_0 V_0^{\gamma} = pV^{\gamma} = const$$

γ – показатель адиабаты $\gamma = \frac{i+2}{i}$



Проведем ось x вдоль горизонтали направленную влево с началом в т. нач. положения поршня

при малом смещении x найдем давления газов

Пусть L_1 – начальная длина ~~лево~~ правой полости, L_2 – нач. длина левой полости

Пусть p_0 – нач. знач., p_1 – давление справа при смещении, p_2 – давление слева при смещении

$$p_0 (L_1 S)^{\gamma} = p_1 ((L_1 + x) S)^{\gamma} \quad |:S^{\gamma}$$

$$p_0 L_1^{\gamma} = p_1 (L_1 + x)^{\gamma} \Rightarrow$$

$$p_1 = p_0 \left(\frac{L_1}{L_1 + x}\right)^{\gamma} = p_0 \left(1 + \frac{x}{L_1}\right)^{-\gamma}$$

$$p_0 (L_2 S)^{\gamma} = p_2 ((L_2 - x) S)^{\gamma} \quad |:S^{\gamma}$$

$$p_0 L_2^{\gamma} = p_2 (L_2 - x)^{\gamma}$$

$$p_2 = p_0 \left(\frac{L_2}{L_2 - x}\right)^{\gamma} = p_0 \left(1 - \frac{x}{L_2}\right)^{-\gamma}$$

~~Распишем~~ по II зак. Ньютона

$$p_1 S - p_2 S = ma$$, a – ускорение поршня вдоль оси x

$$p_0 \left(1 + \frac{x}{L_1}\right)^{-\gamma} S - p_0 \left(1 - \frac{x}{L_2}\right)^{-\gamma} S = ma$$

$$p_0 S \left(\left(1 + \frac{x}{L_1}\right)^{-\gamma} - \left(1 - \frac{x}{L_2}\right)^{-\gamma}\right) = ma$$

т.к. $x \ll L_1$ и $x \ll L_2$ при малом смещении, можно воспользоваться приближением $(1+\alpha)^{\gamma} = 1 + \gamma\alpha$

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

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

Шифр Ф11-51
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физика», 11 класс,

$$ma = p_0 S\left(1-\gamma\frac{x}{l_1} - 1 - \gamma\frac{x}{l_2}\right) = p_0 S\left(-\gamma x\left(\frac{1}{l_1}+\frac{1}{l_2}\right)\right) =$$

$$-p_0 S \gamma\left(\frac{1}{l_1}+\frac{1}{l_2}\right)x$$

мы получили уравнение гармонических колебаний, значит поршень совершает гармонические колебания

из условий $l_1 + l_2 = l$

$$\frac{l_1}{l_2} = k \Rightarrow l_2 = \frac{l_1}{k}$$

$$l_1 + \frac{l_1}{k} = l_1\frac{k+1}{k} = l \Rightarrow l_1 = \frac{k}{k+1}l \quad l_2 = \frac{l}{k+1}$$

$$\frac{1}{l_1}+\frac{1}{l_2} = \frac{k+1}{kl} + \frac{k+1}{l} = \frac{k+1+k^2+k}{kl} = \frac{(k+1)^2}{kl}$$

тогда, $ma = -p_0 S\gamma\frac{(k+1)^2}{kl}x$

т.к. газ двухатомный $\gamma = \frac{5+2}{5} = \frac{7}{5}$

$$ma = -p_0 S\frac{7}{5}\frac{(k+1)^2}{kl}x$$

$$a = -\frac{7p_0 S(k+1)^2}{5mkl}x$$

циклическая частота колебаний равна

$$\omega = \sqrt{\frac{7}{5}\frac{p_0 S(k+1)^2}{mkl}}$$

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

$$\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{5mkl}{7p_0 S(k+1)^2}}$$

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

№3

Мощность выделяемого тепла равна $P = I^2 R$, где I - ток, R - сопротивление

Найдём сопротивление проводов

$R_1 = \rho \cdot \frac{l}{S}$ - сопротивление внутренней жилы

$R_2 = \rho \cdot \frac{l}{S} = R_1 = R$ — l, S - длина и площадь жилы, ρ - удельное сопротивление

сопротивление внешней жилы

~~При рассмотрении передачи тепла можно при~~

Мощность передаваемого тепла прямо пропорциональна разности температур

В установившемся состоянии внутренняя жила отдаёт всю выделяемую мощность внешней жиле

$I_0^2 R = k_1 (45°C - 35°C) = k_1 \cdot 10°C$, где k_1 - коэффициент пропорциональности передачи тепла между внутренней и внешней жилой

Внешняя жила отдаёт свою мощность и мощность внутренней жилы ~~воздуху~~ окруж. среде

$2 I_0^2 R = k_2 (45°C - t_0)$, где k_2 - коэф. передачи тепла от внеш. жилы в окруж. среде

t_0 - температура окруж. среды

Рассмотрим случай, когда по обеим жилам течёт ток $2I_0$

$$\begin{cases} 4 I_0^2 R = k_1 (90°C - t_1) & \text{- между жилами} \\ 8 I_0^2 R = k_2 (t_1 - t_0) & \text{- между внеш. жилой и окр. средой} \end{cases}$$

$4 I_0^2 R = k_1 (90°C - t_1) = k_1 \cdot 10°C \cdot 4 = k_1 \cdot 40°C \Rightarrow$

$90°C - t_1 = 40°C \Rightarrow t_1 = 50°C$ - температура внеш. жилы

~~Рассмотрим~~ $4 \cdot k_2 (45°C - t_0) = k_2 (50°C - t_0) \Rightarrow$

$180°C - 4t_0 = 50°C - t_0 \Rightarrow 3t_0 = 130°C \Rightarrow$

$t_0 = \frac{130}{3}°C \approx 43,33°C$

Рассмотрим случай, когда по обеим жилам течёт ток $3I_0$

Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

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

Шифр Ф11-51

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физика», 11 класс,

$k_1(t_2-t_3)=9I_0^2R$ t_2 - температура внутр. жилы

$k_2(t_3-t_0)\ 18I_0^2R$ t_3 - температура внеш. жилы

$k_2(t_3-t_0)=9k_2(45°C-t_0)$

$t_3-t_0=9(45°C-t_0)$

$t_3=9\cdot45°C-8t_0=58{,}33°C$

$\cancel{t_2}\ k_1(t_2-t_3)=9k_1\frac{}{}\cdot10°C$

$t_2=90°C+t_3=148{,}33°C$

Рассмотрим случай когда ток $4I_0$ течёт лишь по внутренней жиле

$k_1(T_2-T_3)=16I_0^2R$

$k_2(T_3-t_0)=16I_0^2R$, т.к. внеш. жила не вырабатывает мощности

$k_2(T_3-t_0)=8k_2(45°C-t_0)$

$T_3=8\cdot45°C-7t_0=56{,}67°C$

$k_1(T_2-T_3)=16\cdot k_1\frac{}{}\cdot10°C$

$T_2=160°C+T_3=216{,}67°C$

Ответ: а) $t_1=50°C$

б) $t_3=58{,}33°C$ - внеш. жилы

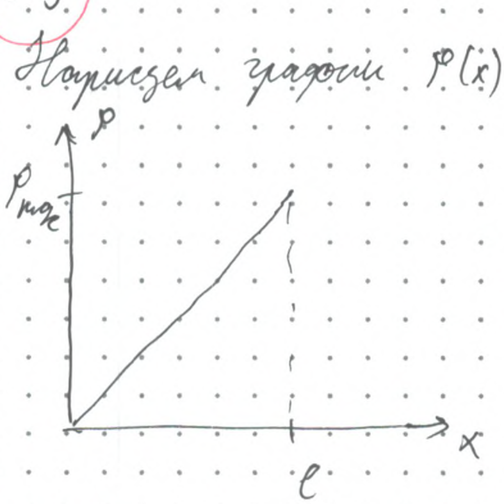
$t_2=148{,}33°C$ - внутр. жилы

в) $T_3=56{,}67°C$ - внеш. жилы

$T_2=216{,}67°C$ - внутр. жилы.

N5

Нарисуем график $\rho(x)$



Значение сопротивления реостата равно площади под графиком, то есть

$R_1 = \rho_{max}\frac{x^2}{2l}$ — сопротивление левого края

$R_2 = \rho_{max}\frac{l+x}{2l}\cdot(l-x) = \rho_{max}\frac{l^2-x^2}{2l}$ — сопротивление левого края

На каждой из двух частей реостата напряжение U, значит их мощность равна

$$P_1 = \frac{U^2}{\rho_{max}x^2/(2l)} = \frac{U^2\cdot 2l}{\rho_{max}x^2} \qquad P_2 = \frac{U^2\cdot 2l}{\rho_{max}(l^2-x^2)}$$

Значит общая мощность равна

$$P_п = P_1 + P_2 = \frac{U^2\cdot 2l}{\rho_{max}}\left(\frac{1}{x^2}+\frac{1}{l^2-x^2}\right)$$

Чтобы найти минимум функции, сначала найдём её производную

$$\left(\frac{1}{x^2}+\frac{1}{l^2-x^2}\right)'(x) = -\frac{2}{x^3}+\frac{2x}{(l^2-x^2)^2} =$$

$$\frac{2x^4-2(l^2-x^2)^2}{x^3(l^2-x^2)^2} = \frac{2x^4-2l^4+4l^2x^2-2x^4}{x^3(l^2-x^2)^2} = \frac{2l^2(2x^2-l^2)}{x^3(l^2-x^2)^2}$$

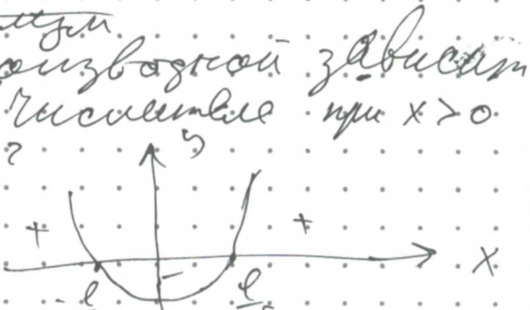
~~график производной значение найдём значение произ-~~
водной x при производной равной 0

$$\frac{2l^2(2x^2-l^2)}{x^3(l^2-x^2)^2} = 0 \Rightarrow 2x^2 = l^2 \Rightarrow x = \pm\frac{l}{\sqrt{2}}$$

~~значит именно в т. при этом значении x достигает-ся минимум~~

Знак производной зависит только от выражения в числителе при $x>0$.

$2x^2-l^2$



значит в т. $x=\frac{l}{\sqrt{2}}$ достигается минимальное значение

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "___" ____________________ 20____г.

Шифр Ф11-51
(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																
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

физика
(профиль олимпиады)

11
(класс участия)

№5 9

Рассмотрим трубку как множество тонких колец толщиной dx

т.к. магнитное поле постоянно в сечении, то магнитный поток через кольцо на расстоянии x от центра магнита будет $\Phi(x) = B(x)\pi R^2$

Тогда $\varepsilon_i = -\Phi'(t) = \cancel{B}-\frac{B(x+dx)+B(x)}{dt}$

$dx = \upsilon dt$, υ – скорость движения магнита

$\varepsilon_i = -\frac{B(x+\overset{dx}{\upsilon dt})-B(x)}{dt}$

Вид сверху

ток через кольцо будет

$I = \frac{\varepsilon_i}{R} = \frac{\varepsilon_i}{\frac{\rho\cdot 2\pi R}{2\pi R\, d\, dx}} = \frac{\varepsilon_i}{\rho\, d\, dx} = \cancel{-\frac{B'(x)}{\rho d\, t}}\ \cancel{\frac{\varepsilon_i}{\rho d\, dx}} = -\frac{B'(x)\upsilon}{\rho d}$

где I положительно если при взгляде сверху ток идет ~~по~~ против часовой стрелки

Сдано _____ листов ____________________ ____________________ Лист №5

подпись участника подпись наблюдателя в аудитории

Рассмотрим участок магнитного поля в форме цилиндра радиусом R и высотой dx

поток поля магнита через его поверхность

$$\pi R^2 \left(B(x+dx) - B(x)\right) + B_r(x) \cdot \cancel{\pi R^2 dx}\, 2\pi R\, dx = 0$$ по теореме Гаусса

$$\pi R^2 B'(x) \cancel{= B} + B_r(x) \cdot 2\pi R = 0$$

$$B_r(x) = -\frac{B'(x) R}{2}$$, где $B_r(x)$ — радиальная составляющая поле

тогда сила ампера действующая на кольцо будет

$B_r(x) \cdot I(x) \cdot 2\pi r = F_x$ и с такой же силой действуют кольца на магнит в обратную стороны

$$-F_x = B_r(x)\, I(x) \cdot 2\pi R = -\frac{B'(x) R}{2} \cdot \frac{B'(x) v}{\rho d} \cdot 2\pi R =$$

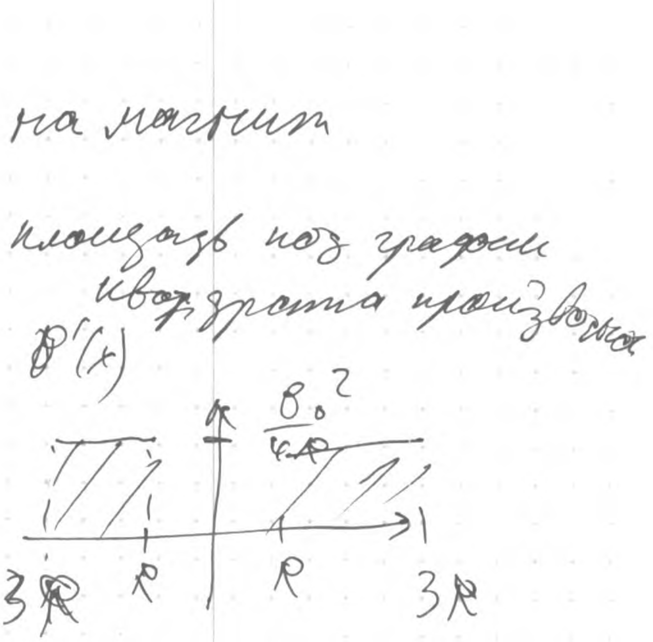
$$\cancel{-\frac{B'^2(x) v \pi R^2}{d}} \quad -\frac{B'^2(x) v\, d\, dx}{\rho\, 2\pi R} \cdot 2\pi R \cdot \frac{R}{2} =$$

$$I = -\frac{B'(x) v\, d\, dx}{\rho\, 2\pi R}$$

$$F(x) = \frac{B'^2(x) v\, d\, dx}{2\rho} R$$

Значит сила действующая на магнит

(1) $$F = \int_{-3R}^{3R} \frac{B'^2(x) v d\, dx}{2\rho} R$$ площадь под графиком квадрата производной



(2) $$F = \frac{B_0^2}{4R} \cdot 4R \cdot \frac{v d}{2\rho} R = \frac{B_0^2 v d}{2\rho} R$$