ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

алабуга
ОСОБАЯ
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ЗОНА

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф8 - 21

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

Данные участника

ID номер участника 1182404

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" января 2026 г.

Шифр ФВ-21
(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	17	10	X											67
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика
(профиль олимпиады)

8
(класс участия)

№1

Дано:

$H = 20$ см

$\rho_ц = 1{,}25\ \frac{г}{см^3}$

$\rho_{н1} = 2\ \frac{г}{см^3}$

$\rho_{в1} = 1\ \frac{г}{см^3}$

$\rho_{н2} = 3\ \frac{г}{см^3}$

$\rho_{в2} = 2\ \frac{г}{см^3}$

$h_1 = x$

$h_2 = 5$ см

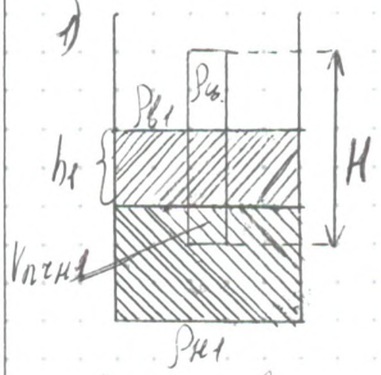
$V_{пчн1} = 1{,}5\, V_{пчн2}$

Найти:

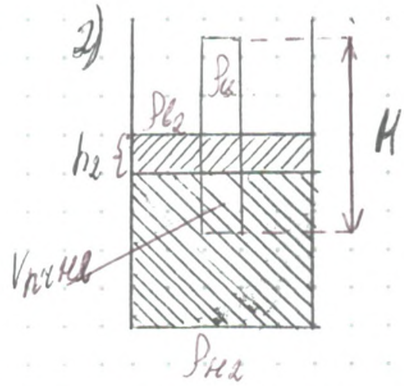
$x = ?$

Решение:

1)



2)



Пусть S – площадь сечения цилиндра, m – масса цилиндра.

$F_{Ав1} = \rho_{в1} g V_{пчв1} = \rho_{в1} g S h_1$ – сила Архимеда, действующая на цилиндр со стороны верхней жидкости первого сосуда.

$F_{Ан1} = \rho_{н1} g V_{пчн1} = 1{,}5\, \rho_{н1} g V_{пчн2}$ – сила Архимеда со стороны нижней жидкости первого сосуда.

$F_{Ав2} = \rho_{в2} g V_{пчв2} = \rho_{в2} g S h_2$ – сила Архимеда со стороны верхней жидкости второго сосуда.

$F_{Ан2} = \rho_{н2} g V_{пчн2}$ – сила Архимеда со стороны нижней жидкости второго сосуда.

Так как цилиндр находится в равновесии в обоих сосудах, составим систему уравнений:

$$\begin{cases} mg = F_{Ав1} + F_{Ан1} \\ mg = F_{Ав2} + F_{Ан2} \end{cases}$$

$F_{Ав1} + F_{Ан1} = F_{Ав2} + F_{Ан2}$

$\rho_{в1} g S h_1 + 1{,}5 \rho_{н1} g V_{пчн2} = \rho_{в2} g S h_2 + \rho_{н2} g V_{пчн2}$

Заметим, что $1{,}5 \rho_{н1} = \rho_{н2}$.

$1{,}5 \cdot 2 \frac{г}{см^3} = 3 \frac{г}{см^3}$

Значит, $1{,}5 \rho_{н1} g V_{пчн2} = \rho_{н2} g V_{пчн2}$

$\rho_{в1} g S h_1 + \rho_{н2} g V_{пчн2} = \rho_{в2} g S h_2 + \rho_{н2} g V_{пчн2}$

$\rho_{в1} g S h_1 = \rho_{в2} g S h_2 \quad | \cdot \frac{1}{Sg}$

$\rho_{в1} h_1 = \rho_{в2} h_2$

$h_1 = h_2 \cdot \frac{\rho_{в2}}{\rho_{в1}} = 5 см \cdot \frac{2 \frac{г}{см^3}}{1 \frac{г}{см^3}} = 5 см \cdot 2 = 10 см$

$x = h_1 = 10$ см

Ответ: $x = 10$ см

№2

Дано:

$n_1 = 5$

$n_2 = 7$

$M_1 = 13$ кг

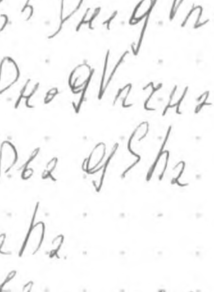
$M_2 = 25{,}5$ кг

Найти

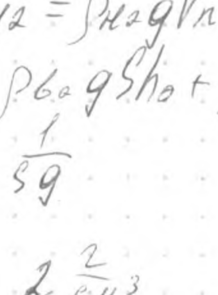
$m_1, m_2 = ?$

Решение:

n_1

n_1 

n_1

n_1 

Есть 2 варианта доски $n_1 \times n_1$ (5×5):

$M_1 = 12 m_1 + 13 m_2$

$M_1 = 13 m_1 + 12 m_2$

Итоговый балл ______ ______

(подпись председателя жюри)

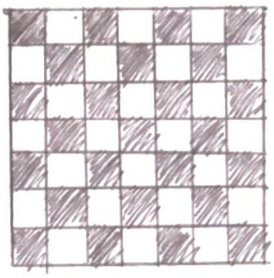
Шифр Ф8-21

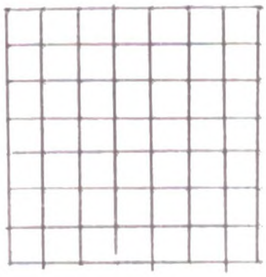
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 8 класс,

вариант ______





Есть 2 варианта доски

$n_2 \times n_2 \ (7 \times 7)$:

$M_2 = 24m_1 + 25m_2$

$M_2 = 25m_1 + 24m_2$.

m_1 – масса 1 го чёрного кубика

m_2 – масса 1 белого кубика

Для того, чтобы найти все возможные массы m_1 и m_2, нужно рассмотреть 4 (все) варианта, как Родион мог сделать эти доски:

1) $\begin{cases} M_1 = 12m_1 + 13m_2 \\ M_2 = 24m_1 + 25m_2 \end{cases}$

$\begin{cases} 2M_1 = 24m_1 + 26m_2 & (1) \\ M_2 = 24m_1 + 25m_2 & (2) \end{cases}$

$(1) - (2): 2M_1 - M_2 = m_2$

$m_2 = 2M_1 - M_2 = 2 \cdot 13\,кг - 25{,}5\,кг = 0{,}5\,кг = 500\,г$

$(2): m_1 = \dfrac{M_2 - 25m_2}{24} = \dfrac{25{,}5\,кг - 25 \cdot 0{,}5\,кг}{24} = 0{,}542\,кг = 542\,г$

2) $\begin{cases} M_1 = 12m_1 + 13m_2 \\ M_2 = 25m_1 + 24m_2 \end{cases}$

...

$m_1 = 0{,}527\,кг = 527\,г$

$m_2 = 0{,}514\,кг = 514\,г$

Лист № 2

3) $\begin{cases} M_1 = 13m_1 + 12m_2 \\ M_2 = 24m_1 + 25m_2 \end{cases}$

Эта система аналогична с 1, просто m_1 и m_2 поменяны местами, значит

$m_1 = 0{,}5$ кг $= 500$ г

$m_2 = 0{,}542$ кг $= 542$ г

4) $\begin{cases} M_1 = 13m_1 + 12m_2 \\ M_2 = 25m_1 + 24m_2 \end{cases}$

Эта система аналогична со 2, просто m_1 и m_2 поменяны местами, значит.

$m_1 = 0{,}514$ кг $= 514$ г

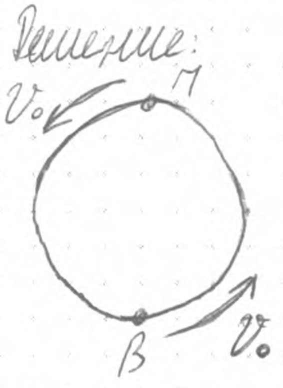
$m_2 = 0{,}527$ кг $= 527$ г.

Ответ: пары $(m_1; m_2)$ в граммах: $(542; 500)$, $(527; 514)$, $(500; 542)$, $(514; 527)$

№3

Дано:
$L = 50$ м
$v_0 = 5\ \frac{м}{с}$
$v = 8\ \frac{м}{с}$
$\Delta v = 1\ \frac{м}{с}$
$v_1 = 9\ \frac{м}{с}$
$n = 50$
Найти:
$t = ?$

Решение:



Для облегчения задачи, будем считать относительную скорость собаки относительно мальчиков, приняв их скорость за 0.

Изменение абсолютной скорости собаки при встрече с Петей: $v + \Delta v$; v; $v + \Delta v$; v, ...

$9\ \frac{м}{с}$; $8\ \frac{м}{с}$, $9\ \frac{м}{с}$, $8\ \frac{м}{с}$, ...

Изменение ~~абс~~ относительной скорости собаки при встрече с Петей: $v + \Delta v - v_0$; $v + v_0$; $v + \Delta v - v_0$; $v + v_0$; ...

Итоговый балл ______ ______________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф8-21
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 8 класс,

вариант ________

$4\frac{м}{с}; 13\frac{м}{с}; 4\frac{м}{с}; 13\frac{м}{с}$

Изменение абсолютной скорости собаки при встрече с Васей: $V+\Delta V; V; V+\Delta V; V; \ldots$

$9\frac{м}{с}; 8\frac{м}{с}; 9\frac{м}{с}; 8\frac{м}{с}; \ldots$

Изменение относительной скорости собаки при встрече с Васей: $V+\Delta V+V_0; V-V_0; V+\Delta V+V_0; V-V_0; \ldots$

$14\frac{м}{с}; 3\frac{м}{с}; 14\frac{м}{с}; 3\frac{м}{с}; \ldots$

Примечание: указанные величины – скорости, с которой собака двигалась (абс. или отн.) сразу после встречи.

1Б 3Б 3Б 3Б 3Б 3Б 2Б Σ17

Время до 1 ~~встречи~~ встречи с Васей:

$$\frac{0,5L}{V+\Delta V-V_0} = \frac{0,5\cdot 50м}{8\frac{м}{с}+1\frac{м}{с}-5\frac{м}{с}} = \frac{25м}{4\frac{м}{с}} = 6,25с.$$

Время от 1 до 2 встречи:

$$\frac{0,5L}{V+\Delta V+V_0} + \frac{0,5L}{V+V_0} = \frac{0,5\cdot 50м}{8\frac{м}{с}+1\frac{м}{с}+5\frac{м}{с}} + \frac{0,5\cdot 50м}{8\frac{м}{с}+5\frac{м}{с}} = \frac{25м}{14\frac{м}{с}} + \frac{25м}{13\frac{м}{с}} =$$

$= 3,709с.$

Время от 2 до 3 встречи:

$$\frac{0,5L}{V-V_0} + \frac{0,5L}{V+\Delta V-V_0} = \frac{0,5\cdot 50м}{8\frac{м}{с}-5\frac{м}{с}} + \frac{0,5\cdot 50м}{8\frac{м}{с}+1\frac{м}{с}-5\frac{м}{с}} = \frac{25м}{3\frac{м}{с}} + \frac{25м}{4\frac{м}{с}} =$$

$= 14,583с.$

Дальше повторяется цикл: 3,709с; 14,583с (время между встречами с Васей)

Лист № 3

$$\left[\frac{50-1}{2}\right]=\left[\frac{49}{2}\right]=[24{,}5]=24$$

$$t=6{,}25c+24(3{,}709c+14{,}583c)+3{,}709c=442{,}717c=$$
$$=7{,}379\ мин$$

Ответ $t=442{,}717c=7{,}379$ мин

№4

Дано:	Решение
$t_1=45°C$	$P=\frac{Q}{\tau}=\frac{ct}{\tau}$
$t_2=35°C$	$P_1=\frac{c_1t_1}{\tau_1}$
$n=4$	$P_1=\frac{c_2t_2}{\tau_1}$
$T_1=90°C$	$\frac{c_1t_1}{\tau_1}=\frac{c_2t_2}{\tau_1}$
Найти:	$c_1t_1=c_2t_2$
$T_2=?$	$c_2=c_1\frac{t_1}{t_2}$

1	2	3	4	5	Σ
0	5	5	0	0	10

$$P_2=4P_1$$
$$P_2=\frac{c_1T_1}{\tau_2}$$
$$P_2=\frac{c_2T_2}{\tau_2}$$
$$\frac{c_1T_1}{\tau_2}=\frac{c_2T_2}{\tau_2}$$
$$c_1T_1=c_2T_2$$
$$c_1T_1=c_1\frac{t_1}{t_2}\cdot T_2$$
$$T_1=\frac{t_1}{t_2}T_2$$
$$T_2=T_1\frac{t_2}{t_1}=90°C\cdot\frac{35°C}{45°C}=2\cdot 35°C=70°C$$

Ответ: $T_2=70°C$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

алабуга
ОСОБАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗОНА

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф11 - 43

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

Данные участника

ID номер участника 1265528

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" января 2026

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 Ф11-73
(заполняется оргкомитетом)

Оценка работы

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	11	9	20	–	16											56
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика
(профиль олимпиады)

11
(класс участия)

№1

Дано:
$k = 54$
μ – ?

Решение:

пусть α – угол между вертикалью и одной из досок. тогда по II з-ну Ньютона для обрезка:

$mg + 2N\sin\alpha = 2F_{тр}\cos\alpha$; $F_{тр} = \mu N$ (при μ минимальном) $\Rightarrow mg + 2N\sin\alpha = 2\mu N\cos\alpha$

расстояние от точки касания обрубка до земли: $l = R\,ctg\,\alpha$

из статики относительно точки подвеса для доски: $N l = mg\frac{kR}{2}\cdot\sin\alpha$;

$N = \frac{mg\,kR\sin\alpha}{2l} = \frac{mgk\sin^2\alpha}{2\cos\alpha}$; пусть F_y, F_x – силы реакции шарнира на одну доску, тогда: $2F_y = 3mg$; $F_y = \frac{3}{2}mg$ $F_x = N\cos\alpha + \mu N\sin\alpha =$

$= \frac{mgk\sin^2\alpha}{2} + \frac{\mu mgk\sin^3\alpha}{2\cos\alpha}$; тогда из статики сила относительно точки касания: $mg(\frac{kR}{2} - l)\sin\alpha + F_y l\sin\alpha = F_x l\cos\alpha$

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

$\frac{kR}{2}\sin\alpha - \cancel{\ldots}R\cos\alpha + \frac{3}{2}R\cos\alpha = \frac{k\sin^2\alpha\cos\alpha}{2}\cdot\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}R + \cancel{\ldots}$

Лист №1

$+ \frac{\mu k \sin^2\alpha \cos\alpha}{2} R$; $\frac{k}{2}\sin\alpha + \frac{1}{2}\cos\alpha = \frac{k}{2}\sin\alpha\cos^2\alpha +$

$+ \frac{\mu k \sin^2\alpha \cos\alpha}{2}$; выразим μ из II з-на Ньютона для обруча:

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

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

откуда выражаем α и находим μ.

№5

Дано:

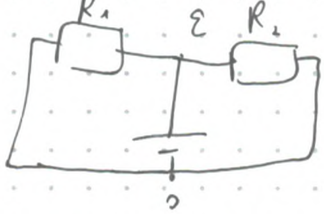
$\rho(x) = \rho_{max}\frac{x}{l}$

ρ_{max}, l, U

$L; P$ - ?

Решение:

пусть $\rho_{max} = \rho_0$; преобразуем цепь в эквивалентную:



тогда $P = \frac{\varepsilon^2}{R_1} + \frac{\varepsilon^2}{R_2} = \varepsilon^2\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$

R_1 и R_2 - две части реохорда.

тогда $dR_1 = \rho(x)\cdot\frac{dx}{S} = \frac{x\,dx}{lS}\rho_0$; $R_1 = \frac{x^2}{2lS}\rho_0$ - сопротивление левого резистора, тогда пусть $l-x$ - длина второго резистора:

$dR_2 = \rho(x)\frac{dx}{S} = \rho_0\frac{x\,dx}{lS}$; $R_2 = \int_x^l \rho_0\frac{x\,dx}{lS} = \rho_0\frac{l^2}{2lS} - \rho_0\frac{x^2}{2lS} =$

$= \rho_0\frac{l}{2S} - \rho_0\frac{x^2}{2lS}$; суммарная мощность: $P = \varepsilon^2\left(\frac{2lS}{x^2\rho_0} + \frac{1}{\rho_0\frac{l}{2S} - \rho_0\frac{x^2}{2lS}}\right)$;

~~получим $P(x)$; $P'(x) = \varepsilon^2\left(\frac{2lS}{(-2)x^3\rho_0} + \frac{1}{\ }\right.$~~

$P(x) = \varepsilon^2\left(\frac{2lS}{x^2\rho_0} + \frac{2lS}{\rho_0(l^2-x^2)}\right) = \frac{2\varepsilon^2 lS}{\rho_0}\left(\frac{1}{x^2} + \frac{1}{l^2-x^2}\right)$;

$P'(x) = \frac{2\varepsilon^2 lS}{\rho_0}\left(\frac{1}{-2x^3} + \frac{2x}{(l^2-x^2)^2}\right) = 0$

$\frac{2x}{(l^2-x^2)^2} = \frac{1}{2x^3}$; $4x^4 = l^4 - 2l^2x^2 + x^4$; $3x^4 + 2l^2x^2 - l^4 = 0$

пусть $x^2 = t$; $D = 4l^4 + 4l^4\cdot 3 = 16l^4$;

$t_{*} = \frac{-2l^2 \pm 4l^2}{6}$; отрицательный не подходит $\Rightarrow x^2 = \frac{2l^2}{6} = \frac{l^2}{3}$;

Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

Шифр 911-73

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

$x = \frac{l}{\sqrt{3}}$; при $x = \frac{l}{\sqrt{3}}$ – максимальная мощность.

тогда $P\left(\frac{l}{\sqrt{3}}\right) = \frac{2\varepsilon^2 l S}{\rho_0}\left(\frac{3}{l^2} + \frac{1}{l^2 - \frac{1}{3}l^2}\right) =$

$= \frac{2\varepsilon^2 l S}{\rho_0}\left(\frac{3}{l^2} + \frac{3}{2l^2}\right) = \frac{2\varepsilon^2 l S}{\rho_0}\frac{9}{2l^2} =$

$= \frac{9\varepsilon^2 S}{l\rho_0}$

Ответ: $x = \frac{l}{\sqrt{3}}$; $P = \frac{9\varepsilon^2 S}{l\rho_0}$

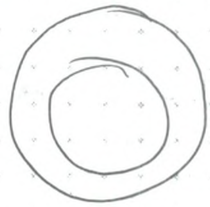
№3

Дано:
$T_1 = 45°C$
$T_2 = 35°C$
$T_3 = 90°C$

T_4; T_5; T_6; T_7

Решение:

по условию площади одинаковы.



Пусть r – радиус внутр., R – внешн.,

тогда: $\pi R^2 - \pi r^2 = \pi r^2$; $R = \sqrt{2}\, r$

всё тепло с внутренней обкладки идет в внешнюю, т.к. $S_1 = S_2 = 2\pi r^2 \Rightarrow$ и сопротивления обмоток одинаковы и равны R_0. тогда: $I_0^2 R_0 = \frac{dQ}{dt}$ в внешнюю. по закону Джоуля-Ленца:

$\frac{dQ}{dt} = I_0^2 R_0 = \Delta T k S$, где k – коэф. пропорциональности.

пусть $S = l \cdot 2\pi r$ – площадь поверхности контакта внутр. обмотки с внешней, тогда $S_2 = l \cdot 2\pi r \cdot \sqrt{2} = \sqrt{2}\, S$ – площадь контакта внешней с окр. средой, тогда, из внешней в среду уходит $2I_0^2 R_0$ (то что пришло + то что выделилось) тогда:

$I_0^2 R_0 = k_1 \cdot S \cdot (T_1 - T_2)$ k_1, k_2 – коэф. теплопроводности изоляции и воздуха

$2 I_0^2 R_0 = k_2 \sqrt{2}\, S (T_2 - T_0)$ T_0 – температура окр. среды

$2 = \sqrt{2}\, \frac{T_1 - T_2}{T_2 - T_0}$; $\sqrt{2}\, T_2 - \sqrt{2}\, T_0 = T_1 - T_2$; $T_0 = \frac{\sqrt{2}\, T_2 + T_2 - T_1}{\sqrt{2}} \approx$

$\approx 27{,}9\,°C$; ~~по 3-му закону Ньютона для второй ситуации:~~

$4 I_0^2 R_0 = k \cdot S (T_3 - T_4)$;

$8 I_0^2 R_0 = k \sqrt{2}\, S (T_4 - T_0)$

$2 = \sqrt{2}\, \frac{T_4 - T_0}{T_3 - T_4}$; $\sqrt{2}\, T_3 - \sqrt{2}\, T_4 = T_4 - T_0$;

$T_4 = \frac{\sqrt{2}\, T_3 + T_0}{\sqrt{2} + 1} \approx 64{,}3\,°C$;

для второго случая: $4 I_0^2 R_0 = k_1 S (T_3 - T_4) = 4 k_1 S (T_1 - T_2)$

$T_4 = T_3 - 4T_1 + 4T_2 = 50\,°C$

тогда: $8 I_0^2 R_0 = k_2 \sqrt{2}\, S (T_4 - T_0) = 4 \cdot k_2 \sqrt{2}\, S (T_2 - T_0)$

$T_4 - T_0 = 4T_2 - 4T_0$; $T_0 = \frac{4T_2 - T_4}{3} = 30\,°C$

для третьего случая: $9 I_0^2 R_0 = k_1 S (T_5 - T_6) = 9 k_1 S (T_1 - T_2)$

$T_5 - T_6 = 9T_1 - 9T_2$; $18 I_0^2 R_0 = k_2 \sqrt{2}\, S (T_6 - T_0) =$

$= 9 k_2 \sqrt{2}\, S (T_2 - T_0)$; $T_6 - T_0 = 9T_2 - 9T_0$; $T_6 = 9T_2 - 8T_0 =$

$; T_6 = 75\,°C$; $T_5 = 9T_1 - 9T_2 + T_6 = 165\,°C$.

Если тока нет в внешней, $\Rightarrow$ всё тепло из внутренней проходит через внешнюю и выделяется в окр. среду, тогда:

$16 I_0^2 R_0 = k_1 S (T_7 - T_8) = 16 k_1 S (T_1 - T_2)$

$16 I_0^2 R_0 = k_2 \sqrt{2}\, S (T_8 - T_0) = 8 k_2 \sqrt{2}\, S (T_2 - T_0)$;

$T_8 - T_0 = 8T_2 - 8T_0$; $T_8 = 8T_2 - 7T_0 = 70\,°C$

$T_7 - T_8 = 16T_1 - 16T_2$; $T_7 = T_8 + 16T_1 - 16T_2 =$

Итоговый балл ________ ________________ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-73 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

$= 230°C$

Ответ: $T_4 = 50°C$; $T_5 = 165°C$; $T_6 = 75°C$; $T_7 = 230°C$ ✓

✓

№2

Дано: l, S, m, k, p_0

$\nu - ?$

Решение:

т.к. сосуд теплоизолирован, поршень неподвижен =) процесс в правой и левой частях сосуда адиабатические. тогда для левой части сосуда при смещении на Δx вправо:

$$p_0 V^{\frac{7}{5}} = p_2 (V + \Delta x S)^{\frac{7}{5}} \; ; \; p_2 = \frac{p_0 V^{\frac{7}{5}}}{(V+\Delta x S)^{\frac{7}{5}}} \; ; \; \gamma = \frac{7}{5} \text{ т.к.}$$

газ двухатомный $p_2 = \frac{p_0}{\left(1+\frac{\Delta x S}{V}\right)^{\frac{7}{5}}} \approx \frac{p_0}{1+\frac{7\Delta x S}{5V}}$; V – начальный объем правой части сосуда, тогда $V = \frac{lS}{1+k}$; $p_2 \approx \frac{p_0}{1+\frac{7\Delta x(1+k)}{5l}}$

аналогично для правой части: $p_1 = \frac{p_0 (kV)^{\frac{7}{5}}}{(kV - \Delta x S)^{\frac{7}{5}}} = \frac{p_0}{\left(1-\frac{\Delta x S}{V}\right)^{\frac{7}{5}}} \approx$

$$\approx \frac{p_0}{1-\frac{5\Delta x S}{7Vk}} = \frac{p_0}{1-\frac{5\Delta x(k+1)}{7kl}}$$; тогда из второго з-на Ньютона:

$$ma + (p_1 - p_2) = 0 \; ; \; a + \frac{p_1 - p_2}{m} = 0$$ далее раскладываем

разность p_1 и p_2, доказали $p_1 - p_2 \sim \Delta x$, тогда получаем ур-е вида $a + \omega^2 x = 0$; $\nu = \frac{1}{2\pi \frac{1}{\omega}} = \frac{\omega}{2\pi}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф11 - 23

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

Данные участника

ID номер участника	913632
	[illegible] Артемий Сергеевич

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 ф11-23
(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	19	20											99
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика.
(профиль олимпиады)

11
(класс участия)

№3

Возьмём определённый участок длины жилы l, пусть сопротивление обеих жил $R = \frac{\rho l}{S}$, где $S_{внут} = S_{внеш} = S$ сечения обоих жил. Коэфициент теплообмена внутренней с внешней жилой α, $P_{об_1} = \alpha \Delta T_1$, внешней со средой β, $P_{об_2} = \beta \Delta T_2$. ΔT_1 - разница температур внутренней и внешней жилы, ΔT_2 - внешней со средой. Мощность жилы $P = IU = \frac{U^2}{R} = I^2 R$

Так как температура установившееся считаем, что мощности приходящие на жилу и уходящие от нее равны. Для внутренней жилы это: $I_1^2 \cdot R = \alpha(T_1 - T_2)$ √
где I_1 - ток в внутренней жиле, T_1 и T_2 - температуры жил. $I_0^2 R = \alpha \cdot (45°C - 35°C) = \alpha \cdot 10°K$ √
Зная это можно найти $T_{1\alpha}$ при токе $2I_0$ в каждой жиле, $T_{1\alpha}$ – температура второй жилы в случае α.

Лист №1

$(2I_0)^2 R = \alpha \cdot (T_{1\alpha} - T_{2\alpha}) = 4 I_0^2 R$ $\quad I_0^2 R = 10^\circ C \cdot \alpha$

№3 Трёхжилн 1

$\frac{T_{1\alpha} - T_{2\alpha}}{T_1 - T_2} = \frac{4}{1}$ $\quad T_{1\alpha} - T_{2\alpha} = 40^\circ C$ $\quad T_{2\alpha} = T_{1\alpha} - 40^\circ C = 90^\circ C - 40^\circ C =$

$= 50^\circ C$ при этом теплоотдача в случае с $I_1 = I_2 = I_0$

из второй жилы в среду: $P_c = P_{1\,2} = P_2 + P_1 = 2 I_0^2 R =$

$= \beta (T_2 - T_c)$

в случае α: $\quad P_{oc\alpha} = (2I_0)^2 R \cdot 2 = 8 I_0^2 R = 4 P_{oc} = \beta (T_{2\alpha} - T_c)$

$\frac{T_{2\alpha} - T_c}{T_2 - T_c} = \frac{8 I_0^2 R}{2 I_0^2 R} = 4$ $\quad T_{2\alpha} - T_c = 4T_2 - 4T_c$

$T_c = \frac{4T_2 - T_{2\alpha}}{3} = \frac{90^\circ C}{3} = 30^\circ C$, Пусть $I_0^2 R = P_0$ $\quad \alpha = \frac{P_0}{10^\circ C}$ $\quad \beta = \frac{2P_0}{5^\circ C}$

$5^\circ C \cdot \beta = 2 I_0^2 R$ $\quad 10^\circ C \cdot \alpha = I_0^2 R$ $\quad \alpha = \frac{I_0^2 R}{10^\circ C}$ $\quad \beta = \frac{2 I_0^2 R}{5^\circ C}$

$\beta = 4\alpha$ и, зная это можем решить пункты б и в

Пункт б: $\quad P_{2c} = P_1 + P_2$ (здесь P_1 и P_2, T_1 и T_2 другие,

по сравнению с случаем с I_0 это мощности жилы первой второй в случае б) $\quad P_{2c} = (T_2 - T_c)\beta = 2 \cdot (3I_0)^2 R =$

$= 18 P_0$ $\quad T_2 - T_c = \frac{18 P_0}{\beta} = \frac{18 P_0}{\frac{2P_0}{5^\circ C}} = 5^\circ C \cdot 9 = 45^\circ C$

$T_2 = \cancel{T_C}\ T_c + 45^\circ C = 30^\circ C + 45^\circ C = 75^\circ C$

$P_{1\to 2} = P_1 = \alpha (T_1 - T_2) = (3I_0)^2 R = 9 P_0$ $\quad T_1 - T_2 = \frac{9 P_0}{\alpha} = \frac{9 P_0}{\frac{P_0}{10^\circ C}} = 90^\circ C$

$T_1 = T_2 + 90^\circ C = 75^\circ C + 90^\circ C = 165^\circ C$

Ответ пункт Б: $T_1 = 165^\circ C$, $T_2 = 75^\circ C$

Пункт В.

$P_{2c} = P_1 = (4I_0)^2 R = 16 P_0 = \beta (T_2 - T_c)$ $\quad T_2 - T_c = \frac{16 P_0}{\beta} =$

$= \frac{16 P_0}{\frac{2 P_0}{5^\circ C}} = 40^\circ C$ $\quad T_2 = 70^\circ C$ $\quad P_{12} = (4I_0)^2 R = 16 P_0 = \alpha (T_1 - T_2)$

$T_1 - T_2 = \frac{16 P_0}{\alpha} = \frac{16 P_0}{\frac{P_0}{10^\circ C}} = 160^\circ C$ $\quad T_1 = 230^\circ C$

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

Шифр ФП-23
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

№3 Продолжение 2

Ответ: а) $T_{внеш} = 50°C$ б) $T_{внеш} = 75°C$, $T_{внут} = 165°C$

в) $T_{внеш} = 70°C$ $T_{внут} = 230°C$

№5

Пусть сопротивление всего реостата R, сопротивление левой части R', тогда правой: $R - R'$

Так как источник идеальный его сопротивлением пренебрежём, тогда $U_{R'} = U_П = U$.

$P_Л = UI_Л = \quad I_Л R' = I_П (R - R') = U$

$P_Л = U_Л I_Л = U_0 \frac{U}{R'} = \frac{U^2}{R'}$ $\quad P_П = \frac{U^2}{R - R'}$

$$P_P = P_Л + P_П = \frac{U^2}{R'} + \frac{U^2}{R - R'} = U^2\left(\frac{1}{R'} + \frac{1}{R - R'}\right) = U^2\left(\frac{R - R' + R'}{R'(R - R')}\right) =$$

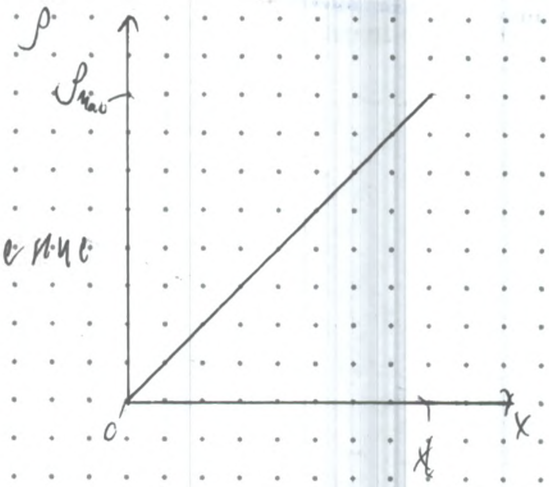
$$= U^2 \frac{R}{(R - R')R'}$$ Так как $U = const$, $R = const$, то

минимально P при минимальном $\frac{1}{(R - R')R'}$ — что минимально при максимальном $(R - R')R' = RR' - (R')^2$ — графиком от R' является парабола, ветви вниз, тогда вершину можно найти как $R' = -\frac{b}{2a} = \frac{-R}{-2 \cdot R} = \frac{R}{2}$, тогда

$R_Л = R_П = \frac{R}{2}$

Найдём зависимость R_1 от x. Так как в обычном случае $R = \frac{\rho L}{S}$, то в данном случае, т.к. $\rho(x)$ – линейно, то можно взять ρ как среднее от $x_н$ и $x_к$.

№ 5 продолжение 1



$\rho(x_н) = 0$ $\rho_{x_к} = \frac{x}{L}\rho_{max}$, пусть $\rho_{max} = \rho_0$ для удобства записи $\rho_ч = \frac{\rho_{xк} + \rho_{xн}}{2} = \frac{x\rho_0}{2}$ если идём от $x = 0$, что мы и делаем для удобства подсчёта.

$$R = \rho_l \cdot \frac{l}{S} = \frac{\rho_0}{2} \cdot \frac{l}{S} = \frac{\rho_0 l}{2S}$$

$$R_1 = \frac{\rho_0 l}{4S} = \frac{\rho_0 x}{2l} \cdot \frac{x}{S} = \frac{\rho_0 x^2}{2lS}$$

$$\frac{R}{R_1} = 2 = \frac{\frac{\rho_0 l}{2S}}{\frac{\rho_0 x^2}{2lS}} = \frac{\frac{\rho_0 l}{2S}}{\frac{\rho_0 x^2}{2lS}} = \frac{l^2}{x^2} \quad x^2 = \frac{l^2}{2}$$

$$x = l \cdot \sqrt{\frac{1}{2}} = l\frac{\sqrt{2}}{2}$$

Мощность при этом $P = \frac{U^2}{\frac{R}{2}} + \frac{U^2}{\frac{R}{2}} = \frac{4U^2}{R} = \frac{4U^2}{\frac{\rho_0 l}{2S}} = \frac{8U^2 S}{\rho_0 l}$

Ответ: $l_1 = l \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$, $P = \frac{8U^2S}{\rho_0 l}$

Итоговый балл ________ ______________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-23

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «________________________», ______ класс,

вариант ________

№1.

$\frac{mgkR\sin\alpha}{2} = N\cdot l = N\cdot R\cdot ctg\alpha$

$N = \frac{mgkR\sin\alpha}{2ctg\alpha} = \frac{mgkR\sin^2\alpha}{2\cos\alpha}$ – по правилу моментов, тогда

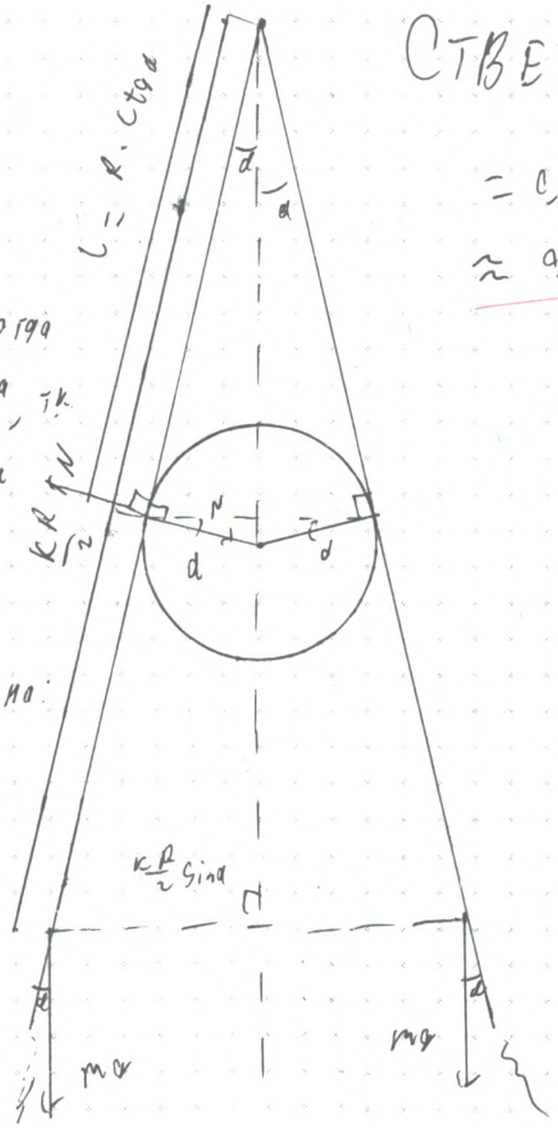
$F_{тр} = \mu N = \frac{\mu mgkR\sin^2\alpha}{\cos\alpha}$, т.к. ищем минимальное μ ситуация крайняя и $F_{тр} = \mu N$

Запишем покой бревна:

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

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

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



ОТВЕТ: $\mu = \frac{14}{27} = 0{,}518518... \approx 0{,}5185$

$\mu = \frac{1}{kR\sin^2\alpha} + \frac{k\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{1}{k}(1+ctg^2\alpha) + tg\alpha$

Пусть $ctg\,\alpha = x$ $\quad \mu = \frac{1}{k} + \frac{x^2}{k} + \frac{1}{x}$, нужно найти минимум

$\mu' = \frac{2x}{k} - \frac{1}{x^2}$ $\quad \mu' = 0$ $\quad \frac{2x}{k} = \frac{1}{x^2}$ $\quad x = \sqrt[3]{\frac{k}{2}} = \sqrt[3]{27} = 3$

$\mu = \frac{10}{54} + \frac{1}{3} = \frac{14}{27}$ $\quad ctg\,\alpha = 3$ $\quad \alpha = arcctg\,3 = 18{,}43°$

Лист № 3

№2

Так как сосуд теплоизолированный, закрытый, перегородка тоже не пропускает тепло, то можно записать:

$Q=0$, $A+U=0$ $\quad A=PdV$ $\quad U=\frac{i}{2}\nu R dT = \frac{5}{2}\nu R dT$

$\nu R dT = PdV + dPV$ т.к. $\nu RT = PV$,

$\nu R(T+\Delta T) = (P+\Delta P)(V+\Delta V)$

$\nu RT + \nu R\Delta T - \nu RT = PV + \Delta PV + \Delta VP + \Delta P\Delta V - PV = \Delta PV + \Delta VP + \Delta P\Delta V$,

а при ΔP и ΔV — малых $\Delta P\Delta V$ можно пренебречь.

$PdV + \frac{5}{2}(PdV + dPV) = 0 = \frac{7}{2} PdV + \frac{5}{2} dPV$

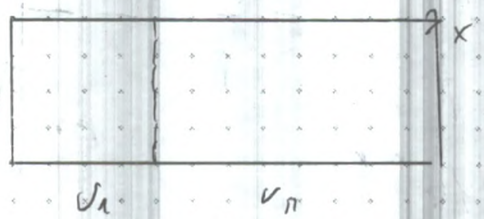
$7PdV = -5VdP \qquad dP = -\frac{7}{5} \frac{P}{V} dV$

Пусть длина до перегородки от левого края — x

$V_л = xS$, $V_п = kxS \qquad dV_л = dxS$, $dV_п = -dxS$, тогда

$dP_л = -\frac{7}{5} \frac{P_л}{V_л} dV_л = -\frac{7}{5} \frac{P}{xS} dxS = -\frac{7}{5} \frac{P}{x} dx$

$dP_п = -\frac{7}{5} \frac{P}{V_п} dV_п = -\frac{7}{5} \frac{P}{kxS}(-dxS) = \frac{7}{5} \frac{P}{kx} dx$



Разница $P_п - P_л = P_п + dP_п - P_л - dP_л = dP_п - dP_л =$

$= \frac{7}{5} \frac{P}{x} dx\left(1 + \frac{1}{k}\right) = \frac{7}{5} \frac{P}{x}\left(\frac{k+1}{k}\right)dx$, получается что при смещении вправо возникает сила влево и наоборот, пропорциональная смещению.

Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-23

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

№2 продолжение

Что соответствует гармоническим колебаниям

$dP = \frac{7}{5}\frac{P}{x}dx\left(1+\frac{1}{k}\right), \quad x+kx=l \quad x\cdot(1+k)=l$

$x=\frac{l}{1+k} \quad dP=\frac{7}{5}\frac{P}{l}\cdot(1+k)dx\cdot\left(\frac{1+k}{k}\right)=$

$=\frac{7}{5}\frac{(1+k)^2P}{kl}dx \quad . \quad a=-\frac{F}{m}=-\frac{dPS}{m}=-\frac{\frac{7}{5}\left(\frac{(1+k)^2}{k}\cdot\frac{PS}{l}\right)dx}{m}$

$\ddot{x}+\omega^2dx=0$ – уравнение гармонических колебаний

$a+\omega^2dx=0 \quad \frac{7}{5}\frac{(1+k)^2PS}{klm}dx=\omega^2dx$

$\omega^2=\sqrt{\frac{7}{5}\frac{(1+k)^2PS}{klm}} \qquad \nu=2\pi\frac{\omega}{2\pi}=\frac{\sqrt{\frac{7}{5}\frac{(1+k)^2PS}{klm}}}{2\pi}$

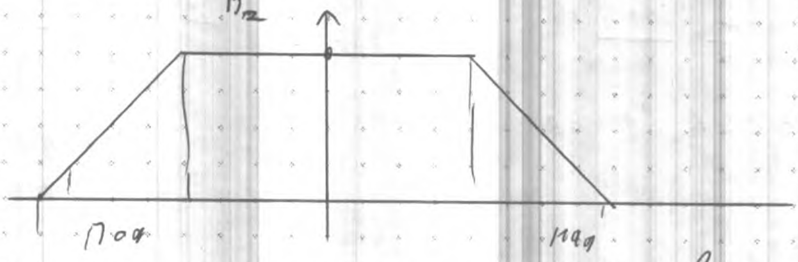
циклическая частота

обычная частота

Лист № 7

№4.

Магнит тормозит из-за возникающего ЭДС самоиндукции в медной трубе. Магнит падает, поле в „витке" трубы („виток" — маленькое сечение трубы) меняется, возникает ЭДС направленный по окружности витка и виток создаёт магнитное поле в противоположную сторону, создавая тем самым силу на магнит против стороны падения, т.к. это происходит при смене поля. Участок параллельный оси z на графике, $B_z = B_0$ можно в расчётах упустить, так как на нём поле не меняется. Когда магнит в начале летит в свободном падении, потом начинает появляться сила, зависящая от квадрата скорости магнита, так как если рассмотреть виток на точке A относительно магнита.



В нём поле за dt увеличивается на $dx \cdot \frac{B_0}{2R}$

$$\frac{dB_z}{dt} = \frac{dB}{dt} = \frac{dx\, B_0}{2R\, dt} = v_m \cdot \frac{B_0}{2R}$$

, то есть изменение поля в витке пропорционально скорости магнита. В те моменты, когда всё поле магнита внутри трубки количество задействованных „витков" постоянно ~~а знач~~, и изменение поля через витки над магнитом постоянно, значит и ~~сила витка~~ ток, ~~как и с нижних~~, значит

~~$F \sim v$~~ $ma =$ ~~$F - mg$~~

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-23
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

№4 продолжение 1

Найдём силу F от скорости $B_B = \mu_0 I_B \cdot 2\pi r^2$ –

из $\vec{B} = \mu I \cdot \vec{l} \times \vec{r}$, $l = 2\pi r$ $B = \mu_0 I r^2 \cdot \pi \cdot 2 = 2\pi r^2 \mu_0 I$

$F = qvB = IBL$, углы упущены, т.к. считаем $\alpha = 90$, $\sin\alpha = 1$

$F = IBL = 2\pi r^2 \mu_0 I^2 \cdot 2\pi r = 4\pi r^3 \mu_0 I^2$ – сила витка

Что-то не сходится, т.к. сила тока должна быть

пропорциональна $\frac{dB}{dt}$, как и ЭДС самоиндукции

$I \sim v$, $F = IBL$ $F \sim v$

$\mathcal{E}_и = IR$ из зависимости $\mathcal{E}_и$ от $\frac{d\Phi_0}{dt}$ из

размерностей найдём $[Тл] = \left[\frac{кг}{Кл \cdot с}\right]$ $[B] = \left[\frac{кг \cdot м^2}{с^2}\right]$

$a \cdot \frac{Тл}{с} = a \frac{кг}{Кл \cdot с^2} = \alpha \frac{кг \cdot м^2}{с^2}$, видно, что размерность a – $м^2$

Тогда возьмём площадь сечения S $S = \pi R^2$

$\mathcal{E} = \frac{dB}{dt} \cdot \pi R^2 = v_м \cdot \frac{B_0}{2R} \cdot \pi R^2 = \frac{\pi v_м B_0 R}{2}$

$I = \frac{\mathcal{E}}{R_c} = \frac{\pi v_м B_0 R}{2(R_c)}$ где R – радиус трубки, R_c –

сопротивление участка. Возьмём $B_2 = \frac{B_0}{2}$ как среднее,

$\alpha I = \frac{\pi v_м B_0 R}{2R_c}$ $\alpha R_c = \frac{2\pi R \cdot \rho}{\alpha h \cdot d}$

$\alpha I = \alpha h \cdot d \cdot \frac{\pi v_м B_0 R}{2R_c} = \frac{\pi v_м B_0 R}{4\pi R \rho} hd = \frac{v_м B_0 \cdot 2R \cdot d}{4\rho}$

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

$F = \frac{v_м B_0^2 R d}{\rho} \cdot 2\pi R = \frac{2\pi v_м B_0^2 R^2 d}{\rho} = mg$ $v_м = \frac{mg\rho}{2\pi B_0^2 R^2 d}$

М4 продолжение 2

Посчитаем v_c для пункта г $v_y = \frac{mg \cdot 4\rho}{\pi B_0^2 R} =$

$= \frac{mg\rho}{2\pi B_0^2 d R^2} = 5{,}52$ м/с , так как $F \sim v$

а вначале витки задействуются не все, то когда магнит целиком в трубке скор разница

$v - v_y \sim e^{-\frac{t}{\tau}}$ где τ - характерное время

а в начале скорость пропорциональна квадрату, т.к. задействуются новые витки 19?

г) $v_y = 5{,}52$ м/с   а) $v_y = \frac{mg\rho}{2\pi B_0^2 d R^2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф8 - 40

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

Данные участника

ID номер участника 1000993

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

Шифр ф8-40
(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	17	X	20											77
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика
(профиль олимпиады)

8
(класс участия)

№1

Рассмотрим отдельно ситуацию в каждом сосуде.

1 сосуд

1 сила действующая на цилиндр: сила архимеда 1 слоя жидкости

~~1000~~

$1000 \frac{кг}{м^3} \cdot \frac{x}{100} м \cdot 10 \cdot Z$

2 сила архимеда

$2000 \frac{кг}{м^3} x_1 \cdot 1,5 \cdot Z \cdot 10$

3 сила это сила тяжести
$m \cdot g$ $(10 \cdot m)$
т.к. он плавает 3 сила = 1+2

2 сосуд

1 сила
$2000 \cdot 0,05 \cdot 10 \cdot Z$
2 сила
$3000 \frac{кг}{м^3} \cdot x_1 \cdot 10 \cdot Z$
3 сила
т.к. он плавает 3 сила = 1+2

1	2	3	4	5	Σ
6	6	3	3	2	20

Т.к. ~~сосуд~~ цилиндр 1 и тот же то и 3 силы равны ⇒ 1 и 2 силы тоже ⇒

$(1000 \cdot \frac{x}{100} \cdot 10 \cdot z) + (2000 \cdot x_1 \cdot 1,5 \cdot z \cdot 10) = (2000 \cdot 0,05 \cdot 10 \cdot z) (3000 \cdot x_1 \cdot 10 \cdot z) =$

$100xz + 30000x_1 z = 1000z + 30000x_1 z \Rightarrow 100x = 1000$

$x = 10$ Ответ: 10 см

* в решении x сразу считается в см, а так-же $x \cdot z$ и $x_1 \cdot z$ это формула нахождения объёма цилиндра (она выглядит не так, но это мои обозначения т.к. всё равно z сокращается.

№2

Начнём с того, что обозначим вес кубиков: 1 белый = 1в   1 чёрный = 1с

Теперь посмотрим на варианты комбинаций составления полей:

5x5 всего 25 кубиков т.к. число нечётное, то 1 цвета будет 13, а другого 12.
7x7 всего 49 кубиков т.к. число нечётное, то 1 цвета будет 25, а другого 24.

⇓

Мы получаем 4 варианта комбинаций (2·2) и 4 системы уравнения.

1) $\begin{cases} 13\text{в} + 12c = 13 \\ 25\text{в} + 24c = 25{,}5 \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 13\text{в} + 12c = 13 \\ 24\text{в} + 25c = 25{,}5 \end{cases}$

3) $\begin{cases} 12\text{в} + 13c = 13 \\ 25\text{в} + 24c = 25{,}5 \end{cases}$ 4) $\begin{cases} 12\text{в} + 13c = 13 \\ 24\text{в} + 25c = 25{,}5 \end{cases}$

Теперь, решив все 4 системы получим 4 варианта ответа:

1) $\begin{cases} 13\text{в} + 12c = 13 \\ 25\text{в} + 24c = 25{,}5 \end{cases}$ $\begin{cases} 26\text{в} + 24c = 26 \\ 25\text{в} + 24c = 25{,}5 \end{cases}$ $\begin{cases} \text{в} = 0{,}5 \\ 12c = 6{,}5 \end{cases}$ $\begin{cases} \text{в} = 0{,}5 \\ c \approx 0{,}542 \end{cases}$

2) $\begin{cases} 13\text{в} + 12c = 13 \\ 24\text{в} + 25c = 25{,}5 \end{cases}$ $\begin{cases} 312\text{в} + 288c = 312 \\ 312\text{в} + 325c = 331{,}5 \end{cases}$ $\begin{cases} 37c = 19{,}5 \\ 13\text{в} + 12c = 13 \end{cases}$ $\begin{cases} c \approx 0{,}527 \\ \text{в} \approx 0{,}514 \end{cases}$

3) $\begin{cases} 12\text{в} + 13c = 13 \\ 25\text{в} + 24c = 25{,}5 \end{cases}$ $\begin{cases} 300\text{в} + 325c = 325 \\ 300\text{в} + 288c = 306 \end{cases}$ $\begin{cases} 37c = 19 \\ 12\text{в} + 13c = 13 \end{cases}$ $\begin{cases} c \approx 0{,}514 \\ \text{в} \approx 0{,}527 \end{cases}$

4) $\begin{cases} 12\text{в} + 13c = 13 \\ 24\text{в} + 25c = 25{,}5 \end{cases}$ $\begin{cases} 24\text{в} + 26c = 26 \\ 24\text{в} + 25c = 25{,}5 \end{cases}$ $\begin{cases} c = 0{,}5 \\ 12\text{в} + 13c = 13 \end{cases}$ $\begin{cases} c = 0{,}5 \\ \text{в} \approx 0{,}542 \end{cases}$

Варианты масс кубов:

$\begin{cases} \text{в} = 0{,}5\text{кг} \\ c \approx 0{,}542\text{кг} \end{cases}$ $\begin{cases} c \approx 0{,}527\text{кг} \\ \text{в} \approx 0{,}514\text{кг} \end{cases}$ $\begin{cases} c \approx 0{,}514\text{кг} \\ \text{в} \approx 0{,}527\text{кг} \end{cases}$ $\begin{cases} c = 0{,}5\text{кг} \\ \text{в} \approx 0{,}542\text{кг} \end{cases}$

Ответ: мы получим 4 разных комбинации которые перечислены выше.

Итоговый балл ________ ______________ (подпись председателя жюри)

Шифр ф8-40 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 8 класс,

вариант ________

№3

Попробуем найти цикл в движении собаки:

(заметим, что т.к. Петя и Вася находятся на разных сторонах диаметра, то они бегут в 1 сторону)

после момента описанного в условии начнётся цикл.

1) Со скоростью 9 м/с ему надо добежать до Васи до которого 20 м и он бежит от него ⇒ скорость сближения $9-5=4\frac{м}{с}$ ⇒ затратит 5с
2) после этого он развернётся и побежит к Пете, он идёт к нему на встречу ⇒ скорость сближения $9+5=14\frac{м}{с}$ ⇒ затратит ≈ 1,43 с
3) после этого он сбросит скорость до $8\frac{м}{с}$ и побежит к Васе навстречу ⇒ скорость сближения $8+5=13\frac{м}{с}$ ⇒ затратит ≈ 1,58 с
4) после этого побежит в догонку Пети ⇒ скорость сближения = $8-5=3$ м/с ⇒ затратит ≈ 6,67 с.

Далее цикл начнёт повторяться, заметим, что за время цикла он встретит Васю дважды, а время затраченное на 1 такой цикл = 5+≈1,43+≈1,58+≈6,67 ≈ 14,63

Для того, чтобы он встретил Васю в 50-й раз нужно сделать 50:2 = 25 таких циклов ⇒ затратит 14,63·25 ≈ 365,84 с, но что бы встретить в 50-й раз он не должен в последнем цикле делать последнее действие ⇒ затратит 365,84 − 6,67 ≈ 359,176

15
35
35
35
35
35
15
≈ 175

⇓

Ответ: ~~уд~~ он встретит Васю в 50 раз через 359,176 сек (≈ 6 мин)

№5

Из наблюдений что такое поведение лодки, выталкивание вызвано тем, что из-за погружения цепи в воду часть лодки падает.

Начнём, с того, что выясним массу лодки с цепью, для этого найдём силу архимеда которая на неё действовала и приравняем её к силе тяжести:

$V_{пог} = 2,54 м^3$

$\rho в = 1000 \frac{кг}{м^3}$

$g = 10$

$A_{арх} = 2,54 \cdot 1000 \cdot 10 = 25400$ Н

$\cancel{A_g = m g}$ $F_{тям} = m \cdot g = 25400 \Rightarrow m = 2540$ кг

2540 кг это начальная масса судна.

после того как было сброшено 9 м цепи погруженный объём стал $2,5 м^3 \Rightarrow$

$A_{арх} = 2,5 \cdot 1000 \cdot 10 = 25000$ Н

$F_{тям} = 25000$ Н $\Rightarrow m = 2500$ кг $\Rightarrow$ 9 м цепи весит $\cancel{40}$ 108 кг $\Rightarrow$

1 м цепи $= \frac{\cancel{40}\,108}{9} = \cancel{4,44444}\ 12$ кг

~~На моменте когда было сброшено 20 м цепи мы видим изменение в графике, это значит, что цепь легла тонуть $\Rightarrow$~~

~~при 20 м цепи $A_{арх}$ действующая на цепь и $F_{тям}$ которые действовали на цепь равны $\Rightarrow F_{тям} = 20 \cdot 4,44 = 88,889 \cdot 10 = 888,889$ Н~~

~~$A_{арх} = 1000 \cdot V_1 \cdot 10 = 10000 V_1 \Rightarrow 10000 V_1 = 888,889 \Rightarrow$~~

~~объём 20 м цепи $= 0,089 м^3 \Rightarrow$ ~~нужно 1 м цепи для~~ $1 м^3$ цепи нужно 11,235~~

На моменте 20 м на графике видно изменение $\Rightarrow F_{тям} = A_{арх} \Rightarrow$

$F_{тям} = 20 \cdot 120 = 2400$ $A_{арх} = 1000 \cdot V_1 \cdot 10 = 10000 V_1 \Rightarrow$

для $1 м^3$ цепи нам нужно $222,22\cancel{167}\,222$ м цепи

$222,22\cancel{167}\,222 \cdot 12 = 2666.67$

$\Downarrow$

Ответ: 1 м цепи = 12 кг

$1 м^3$ цепи = 2666.67 кг ($\rho = 2666,67 \frac{кг}{м^3}$)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф9 - 4

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

Данные участника

ID номер участника 1175851

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" 01. 2025 г. Шифр ФФ9-4
(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	7	6	–	20											53
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика (профиль олимпиады) 9 (класс участия)

№1. $V_{погр}(\ell)$

$\rho_в = 1000$ кг/м^3

$\lambda - ?$ $\rho_м - ?$

$M_{сис}$ – масса системы без цепи: рыбак, лодка, лебедка ….

Запишем Баланс сил ~~без цепи~~ когда цепь полностью в лодке:

Масса цепи $= \lambda \cdot \ell$; $V_{цепи} = \frac{\lambda \cdot \ell}{\rho_ц}$

$M_{сда}$ $(M_{сис} + M_ц)g = V_{погр0} \cdot \rho_в \cdot g$ (1)

Перелом графика показывает, что цепь коснулась земли (дна).

F_A на лодку

Для 1го участка: ~~$V_{погр}$~~ $(M_{сис} + M_ц)g = V_{погр1} \cdot \rho_в \cdot g + \rho_в \cdot g \frac{\lambda \cdot \ell}{\rho_ц}$ (*), т.к. на эту часть действует $F_{A\,цепи}$.

~~$\lambda \cdot g = \rho_ц$~~ (Подставим (1) → $V_{погр0} \cdot \rho_в \cdot g - V_{погр1} \cdot \rho_в \cdot g = \rho_в g \frac{\lambda \cdot \ell}{\rho_ц}$ → $\lambda \cdot \ell = \Delta V_{погр} \rho_ц$ → $\lambda = \frac{(2,54 - 2,5) \cdot \rho_ц \frac{кг}{м^3}}{9 \text{ звеньев}}$.

$\ell = 9$; $\Delta V = 2,54 - 2,5$

№1. Продолжение:

После того, как цепь стала касаться Земли:
Баланс сил: $(M_{сис} - M_y) g - \lambda \cdot \Delta l \cdot g =$ ①
$= V_{погр_2} \cdot \rho_в \cdot g + \frac{\lambda \cdot L_0}{\rho_y} \rho_в \cdot g$; где Δl изменение длины, она лежит на дне; $L_0 = const =$ длина ~~сетки~~ цепи, уходящая от ~~корм~~ лодки до дна (не учитываем всплытие в лодке, т.к $<< L$)

$V_{погр_0} \cdot \rho_в \cdot g - \lambda \cdot \Delta l \cdot g = V_{погр_2} \cdot \rho_в \cdot g + \frac{\lambda \cdot L_0 \cdot \rho_в}{\rho_y} \cdot g \Rightarrow$

$\Rightarrow | \cdot \frac{\rho_y}{g} \Rightarrow$ ~~$V_{погр_0} \cdot \rho_в \cdot \rho_y$~~ $\Rightarrow$

$\Rightarrow \lambda (L_0 \cdot \rho_в + \Delta l \cdot \rho_y) = (V_{погр_0} - V_{погр_2}) \cdot \rho_в \cdot \rho_y \Rightarrow$
подставим λ; $\Delta l = 20м$; $L_0 = 20м$; $V_{погр_2} = 2{,}21м^3$

$\Rightarrow$ ~~$\frac{0{,}07}{20} \cdot \rho_y (20 \cdot \rho_в + 20 \cdot \rho_y) = (2{,}54 - 2{,}21) \cdot \rho_в \cdot \rho_y$~~ $\Rightarrow$

~~$\rho_y = \frac{\Delta M_1}{\Delta l_3} \cdot \rho_y (L_0 \cdot \rho_в + 20 \cdot \rho_y$~~

$\Rightarrow$ ~~$\rho_y = \frac{8}{3} \rho_в$~~ $\frac{0{,}04}{g} \cdot \rho_y (20 \rho_в + 20 \rho_y) = (2{,}54 - 2{,}21) \cdot \rho_в \cdot \rho_y \Rightarrow$ $\rho_y = \frac{2{,}17}{0{,}8} \cdot \rho_в \simeq 2712{,}5$; С учетом сдвига можно сказать, что скорее всего это Алюминий. $\lambda = \frac{0{,}04}{g} \cdot \rho_y \simeq 12{,}06 \frac{кг}{м} \simeq$
$\simeq 12{,}1 \frac{кг}{м}$

Ответ: $\rho_y = 2712 кг/м^3$; $\lambda = 12{,}06 \frac{кг}{м}$

Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф9-4

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 9. класс,

№5.

$h = 110$ см
$H = 70$ см
$\rho_м = 800$ кг/м³
$\rho_в = 1000$ кг/м³
$\rho_ш = 900$ кг/м³

Воспользуемся методом энергии. (*) в подстановке ρ; берем в г/см³, $h_в$ для

$A_{по\ перемещ} = \Delta E_{п}$

$A_в$ по перемещ медицина $=$
$= A_в = \Delta F \cdot h_в \Rightarrow \Delta F = F_A - mg =$
$= gV_ш(\rho_в - \rho_ш) \cdot h_в$; $A_м$ аналогично $\Rightarrow$
$\Rightarrow A_м = gV_ш(\rho_м - \rho_ш) \cdot h_м$; $A_{общ} = A_в + A_м =$
$= gV_ш(\rho_в - \rho_ш) \cdot h_в + V_ш(\rho_м - \rho_ш) h_м g$.

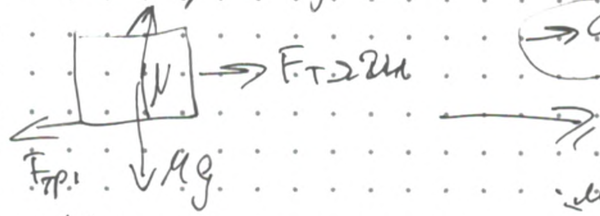
Эта энергия пошла на подъем тела $\Rightarrow$
$\Rightarrow E_{п\ верха} = A_{общ} \Rightarrow m_ш \cdot g \cdot H = A_{общ} \Rightarrow$
$\Rightarrow V_ш \cdot \rho_ш \cdot g \cdot H = g(V_ш \cdot (\rho_в - \rho_ш) \cdot h_в + V_ш(\rho_м - \rho_ш) \cdot h_м) \Rightarrow$
$\rho_ш \cdot H = (\rho_в - \rho_ш) \cdot h_в + (\rho_м - \rho_ш) h_м$. ~~Итого~~:
$h = h_в + h_м \Rightarrow h_м = 110 - h_в \Rightarrow$ подставим
$\rho_ш \cdot H = (\rho_в - \rho_ш) \cdot h_в + (\rho_м - \rho_ш)(h - h_в) \Rightarrow$ (*)
$\Rightarrow$ подставим $\Rightarrow 0{,}2 h_в = 0{,}1(110 + h_в) \Rightarrow h_в = 50$ см $\Rightarrow$
$\Rightarrow h_м = 60$ см $\Rightarrow \frac{h_м}{h_в} = 1{,}2$ Ответ: 1,2 раза.

Лист № 2

№2. $\alpha = 60^\circ$
$P_{MAX} = 250 \cdot 10^3$ Вт
$M = 1500$ кг
$g = 10$ м/с^2
$\mu = 0{,}5$; $\mu_{б} = 0{,}9$

$(x; y)_c$ – ? τ_{MAX} – ?

$(x; y)c$ – промежуток от x сек. до y сек.



Машина должна ехать
II зн. Ньютона для машины
с ускорением $a \to O_x$: $Ma = F_{тяги} - F_{тр}$

O_y: $N = Mg \Rightarrow F_{тр} \leq \mu_б N \to F_{тр} \leq \mu_б \cdot Mg \Rightarrow$

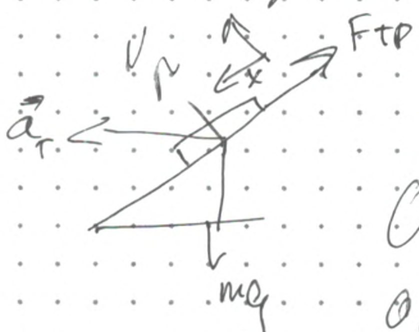
$\Rightarrow Ma \geq F_{тяги} - \mu_б Mg$; $F_{тяги}$:

$h \cdot F_{тяги} = P \cdot \tau \Rightarrow F_{тяги} = \frac{P_{max} \cdot \tau}{h}$ h – путь пройденный машиной

$Ma \geq \frac{P_{MAX} \cdot \tau}{h} - \mu_б Mg \Rightarrow$ +2

$\Rightarrow \frac{P_{MAX} \cdot \tau}{h} = M(a + \mu_б \cdot g) \Rightarrow \tau = \frac{(\mu_б \cdot g + a) \cdot M}{P_{MAX}} \cdot h$

2й Зн. для телефона:



$\vec{a_т} = -\vec{a}$ т.к оно движется засчет инерции (сохр. Импульса)

O_x по плоскости ↓
O_y вверх по плоскости.

y: $N = ma \cdot \sin\alpha + mg \cdot \cos\alpha$
x: $mg \cdot \sin\alpha = F_{тр} + ma \cdot \cos\alpha$; $F_{тр} = \mu N = m\mu(a \cdot \sin\alpha +$
$g \cdot \cos\alpha) \Rightarrow mg \cdot \sin\alpha = m \cdot \mu(a \cdot \sin\alpha + g \cdot \cos\alpha) + ma \cdot \cos\alpha \Rightarrow$
$\Rightarrow a \approx 3$ м/с$^2 \Rightarrow \tau = 0{,}108 \cdot h$.

+2

Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф9-4

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 9 класс,

вариант ________

N 3. $R_{\cancel{a}} = \frac{\rho_м \cdot \ell}{S}$; $S_1 = S_2$ по усл; $\rho_м = const$

$\ell_1 = \ell \cdot 2 \rightarrow$

$\rightarrow R_1 = R_2$; $V_y = S_y \cdot \cancel{k_y} \ell_1$; $V_к = S_к \cdot \ell_2 = V_y \Rightarrow$

; т.к ~~$\rho_м =$~~ $\rho = \frac{m_м}{V_м} = const \Rightarrow$

$\Rightarrow$ ~~mм~~ $m_к = m_y \Rightarrow$

$\Rightarrow \alpha \cdot (T_{наруж} - T_{окр}) = I^2 R$.

~~пол~~ $c_м (T_{м_1} - T_{окр})$

Лист № 3

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

алабуга
особая экономическая зона

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф7 - 47

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

Данные участника

ID номер участника 1174581

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" 01 20 26 г.

Шифр 907-47
(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	25	20	25	25												95
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика
(профиль олимпиады)

7
(класс участия)

Задача 1.

Дано:

$1000\sqrt{3}H$ - вес $= F$

$P_1 = 4000 Па$

$P_2 = 1500 Па$

$S_{осн} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot a^2$

a - сторона 6-угольника
h - высота призмы
$V = S_{осн} \cdot h$.

Найти:
$V = ?$

Решение.

$P = \frac{F}{S}$ $\quad Па = \frac{H}{м^2}$ $\quad S_1 = a \cdot h$

$S_2 = S_{осн} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot a^2$

$$P_1 = 4000\,Па = \frac{1000\sqrt{3}\,H}{S_1} = \frac{1000\sqrt{3}\,H}{a \cdot h}$$

$$P_2 = 1500\,Па = \frac{1000\sqrt{3}\,H}{S_2} = \frac{1000\sqrt{3}\,H}{\frac{3\sqrt{3} \cdot a^2}{2}}$$

Из второго ~~[illegible]~~ уравнения найдем a

$$\frac{2 \cdot 1000\cancel{\sqrt{3}}\,H}{3\cancel{\sqrt{3}} \cdot a^2} = \frac{2000\,H}{3a^2} = 1500\,Па \Rightarrow a^2 = \frac{2000H}{1500\,Па \cdot 3} = 0{,}445\,м^2$$

$$a = \sqrt{a^2} = \sqrt{0{,}445\,м^2} = 0{,}667\,м.$$

Теперь подставим a под первое уравнение и найдем h

$$P_1 = 4000\,Па = \frac{1000\sqrt{3}H}{a \cdot h} = \frac{1000\sqrt{3}H}{0{,}667 \cdot h\,м^2} \Rightarrow h = \frac{1000\sqrt{3}H}{4000\,Па \cdot 0{,}667\,м} = 0{,}65\,м$$

$$V = S_{осн} \cdot h = \frac{3\sqrt{3} \cdot a^2 \cdot h}{\cancel{h}\,2} = \frac{3\sqrt{3} \cdot 0{,}667^2_{м}}{2} \cdot 0{,}65\,м = 0{,}75\,м^3$$

Ответ: $V = 0{,}75\,м^3$

Сдано 3 листов

подпись участника

подпись наблюдателя в аудитории

Задача 2.

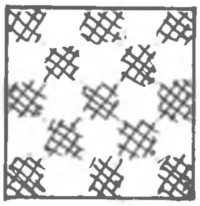
Дано:

$m_1 = 13$кг
$m_2 = 25{,}5$кг

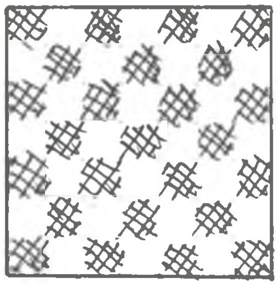
$S_1 = 5\times5$
$S_2 = 7\times7$

Найти:
вес черного и белого кубика

Решение.



13кг



25,5кг

В шахматной доске на рисунке ч>б, но если бы было наоборот то массы просто поменялись местами

Масса 1 черного – M_1

Масса 1 белого – M_2

$$\left.\begin{aligned}13M_1+12M_2&=13\text{кг}\\25M_1+24M_2&=25{,}5\text{кг}\end{aligned}\right|$$ вычтем из 2 1 $\Rightarrow 12M_1+12M_2=12{,}5$кг

Т.е значит $M_1=0{,}5$кг (из 1 вычитаем 3)

Значит подставим под какое нибудь выражение

$13\cdot0{,}5к+12M_2=13$кг

$M_2=\frac{6{,}5кг}{12}=0{,}542$кг

Если же черных было < чем белых, то белые весили 0,5 кг, а черные 0,542 кг.

~~Ответ~~:

Если в одной доске больше белых, а в другой больше черных.

1) $$\left.\begin{aligned}13M_1+12M_2&=13\text{кг}\\25M_2+24M_1&=25{,}5\text{кг}\end{aligned}\right\}$$ из 2 вычитаем 1

выходит $13M_2+11M_1=12{,}5$кг

Из 1 вычитаем 3, выходит $2M_1-M_2=0{,}5кг \Rightarrow$

$M_2=2M_1-0{,}5$кг

Подставим это под 1 выражение.

$13M_1+12(2M_1-0{,}5кг)=13$кг
$37M_1=18$кг
$M_1=0{,}486$кг

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

Шифр 47-47
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 7 класс,

Подставим значение M_1 и найдем M_2.

$13 \cdot 0{,}486\,кг + 12 M_2 = 13\,кг$

$12 M_2 = 6{,}682\,кг$

$M_2 = 0{,}556\,кг$.

Если бы было наоборот т.е

$13 M_2 + 12 M_1 = 13\,кг$

$25 M_1 + 24 M_2 = 25{,}5\,кг$, то выходят такие же уравнения и решение, только M_1 и M_2 меняются местами $\Rightarrow M_1 = 0{,}556\,кг$ $M_2 = 0{,}486\,кг$.

Ответ: 1) $M_1 = 0{,}5\,кг$
$M_2 = 0{,}542\,кг$

2) $M_1 = 0{,}542\,кг$
$M_2 = 0{,}5\,кг$

3) $M_1 = 0{,}486\,кг$
$M_2 = 0{,}556\,кг$

4) $M_1 = 0{,}556\,кг$
$M_2 = 0{,}486\,кг$

Задача 3.

Решение

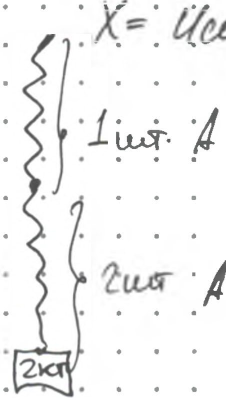
$F = -kx$ — закон Гука. $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \ldots$

k_A - коэф пруж. А

$k_б$ - коэф пруж. Б.

подвешены пружины
пружины подвешены друг за другом

1)



$X = 4$ см.

2кг груз

$F = kx$

$mg = kx$

$2 \cdot 10 \frac{Н}{кг} = kx$

$20Н = kx$

$k = 5$

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

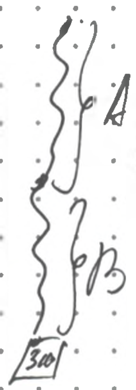
$\frac{2}{k_A} = \frac{1}{k}$

$k = \frac{k_A}{2}$

$k_A = 5 \cdot 2$

$k_A = 10$

2)



изменение пол. пружины $x = 5$ см.

$F = kx$

$30Н = kx$

$k = 6$

$\frac{1}{k_A} + \frac{1}{k_б} = \frac{1}{k}$

$\frac{1}{10} + \frac{1}{k_б} = \frac{1}{6}$

$\frac{1}{k_б} = \frac{1}{15}$

$k_б = 15$

Найти

$F = kx$

$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_A} + \frac{1}{k_A} + \frac{1}{k_б} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{15} = \frac{4}{15}$

$\frac{1}{k} = \frac{4}{15} \Rightarrow k = \frac{15}{4} = 3,75$

$F = kx$

$mg = kx$

$6 \cdot 10 \frac{Н}{кг} = kx$

$60Н = kx$

$60Н = 3,75 \cdot x$

$x = 16$ см.

Ответ 16 см

Итоговый балл ________ ______________
(подпись председателя жюри)

Шифр 407-47
(заполняется оргкомитетом)

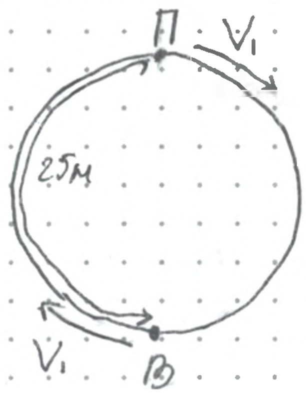
Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 7 класс,

Задача 4.

Дано:
$L=50м$
$V_1=5м/с$
$V_2=8м/с$
$V_В=V_П=V_1$

Решение.



Раз у Пети и Васи постоянная одинаковая (5м/с) (изи на разных сторонах D). скорость, то они всегда находятся на растоянии $\frac{L}{2}=25м$ друг от друга.

Вот Пёс обогнал ~~Петю~~ Петю и бежит к Васе, перейдём в СО связанную с мальчиками (они стоят). Тогда к Васе пёс бежит со скоростью $V_{соб}-V_В=9м/с-5м/с=4м/с$ => пробегает растояние 25м за $\frac{25}{4}$ секунд. Далее он сразу разворачивается и бежит к Пете со скоростью $V_{соб}+V_П=9\frac{м}{с}+5\frac{м}{с}=14\frac{м}{с}$ и пробегает его за $\frac{25}{14}$ секунд. Далее он меняет скорость на $8\frac{м}{с}$ (собств) и бежит к Васе со скоростью $(V_{соб}+V_В)=13\frac{м}{с}$ и пробегает это расстояние за $\frac{25}{13}$ секунд. Далее он разворачивается и бежит к Пете со скоростью $V_{соб}-V_П=8м/с-5\frac{м}{с}=3\frac{м}{с}$ и пробегает это расстояние за $\frac{25}{3}$ секунд. Далее всё идет точно также (алгоритм). За один такой „круг" пёс встречает Васю 2 раза =>
50 раз он его встретит через 24 таких круга и от Пети до Васи (1), от Васи до Пети до Васи (2). т.е. не входит возврат к Пете.

Знаем время за "5 кругов" и вычитаем $\frac{25}{3}$ секунд.
Посчитаем время за один такой „круг"
$\frac{25}{4}+\frac{25}{14}+\frac{25}{13}+\frac{25}{3}=18{,}3$ секунд.
Нужно сделать 25 таких и вычесть путь до Пети последний раз. $18{,}3\cdot 25-\frac{25}{3}$ секунд $=449{,}2$ секунд.
Еще хочу сказать, что у Пети может быть скорость либо 9м/с либо 8м/с. т.к изначально она была 8, при первой встрече с Петей она увеличилась => стала 9м/с. дальше будет чередоваться по условию $-1, +1$ т.е либо $8\frac{м}{с}$ либо $9\frac{м}{с}$.

Ответ: 449,2 секунд $\approx 7{,}49$ минут.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф11 - 96

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

Данные участника

ID номер участника 1179204

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" января 2026 г.

Шифр 911-96
(заполняется оргкомитетом)

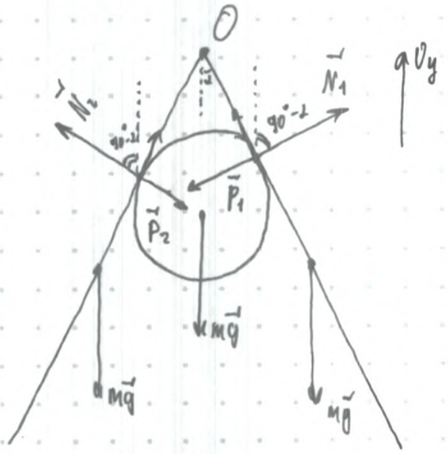
Оценка работы
(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	5	19	12	7	8											51
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика (профиль олимпиады)

11 (класс участия)

№1.



Расставим силы, действующие в системе. На доски действуют силы $\vec{N_1}, m\vec{g}$ и $\vec{N_2}, m\vec{g}$ соответственно. Система покоится =) :

$\vec{N_1} + m\vec{g} = \vec{0}$. В проекции на O_y:

$N_1 \cos(90°-\alpha) = N_1 \sin\alpha = mg \Rightarrow N_1 = \frac{mg}{\sin\alpha}$.

Аналогично получим и N_2: $N_2 = \frac{mg}{\sin\alpha}$.

$\vec{P_1} = -\vec{N_1}$ и $\vec{P_2} = -\vec{N_2} \Rightarrow P_1 = N_1$ и $P_2 = N_2$

$P_1 = \frac{mg}{\sin\alpha}$, $P_2 = \frac{mg}{\sin\alpha}$

Сила трения будет определяться так: $F_{тр} \le \mu N \Rightarrow F_{тр1} \le \frac{\mu mg}{\sin\alpha}$ и $F_{тр2} \le \frac{\mu mg}{\sin\alpha}$.

Обруч также покоится =) :

$\vec{P_1} + \vec{P_2} + \vec{F_{тр1}} + \vec{F_{тр2}} + m\vec{g} = 0$. Если μ min, то $F_{тр}$ - max $\Rightarrow F_{тр} = \frac{\mu mg}{\sin\alpha}$.

$2\frac{\mu mg}{\sin\alpha}\cos\alpha \ge mg + 2\frac{mg}{\sin\alpha}\cos(90°-\alpha) = mg + \frac{2mg}{\sin\alpha}\sin\alpha = 3mg$

$2\mu \operatorname{ctg}\alpha \ge 3 \Rightarrow \mu = \frac{3}{2\operatorname{ctg}\alpha} = \frac{3\operatorname{tg}\alpha}{2}$. Выразим $\operatorname{tg}\alpha$: $\operatorname{tg}\alpha = \frac{R}{l}$ (см. рис. слева). $\mu = \min \Rightarrow \frac{3\operatorname{tg}\alpha}{2} = \min \Rightarrow \operatorname{tg}\alpha = \min \Rightarrow \frac{R}{l} = \min \Rightarrow$

$\Rightarrow l = \max \Rightarrow l = kR$. Тогда $\mu_{min} = \frac{3\frac{R}{kR}}{2} = \frac{3}{2k}$.

При $k = 54$: $\mu_{min} = \frac{3}{2\cdot 54} = \frac{3}{2\cdot 3\cdot 18} = \frac{1}{36} \approx 0{,}028$

Ответ: $\mu_{min} = \frac{3}{2k}$; при $k = 54$ $\mu_{min} = \frac{1}{36} \approx 0{,}028$.

~~№1 (продолжение)~~

~~Ещё я не рассматривал ещё одно условие: $M = 0$. Проверим~~

Сдано _____ листов

подпись участника

подпись наблюдателя в аудитории

Лист №1

~~что:~~

~~• для доски: $N_1 = \frac{mg}{\sin\alpha}$; $M_{N_1} = \frac{mg}{\sin\alpha} l = \frac{mg}{\sin\alpha} R\,\mathrm{tg}\,\alpha = mgR\frac{1}{\cos\alpha}$~~

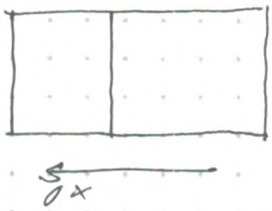
~~$F_T = mg$; $M_{mg} = mg \cdot \frac{kR}{2} \cdot \sin\alpha$~~

~~$M_{N_1} = M_{mg} \Rightarrow mgR\frac{1}{\cos\alpha} = mgR\frac{k\sin\alpha}{2}$~~

~~$\sin\alpha\cos\alpha = \frac{2}{k} \Rightarrow \sin 2\alpha = \frac{4}{k}$, что действительно верно в конечном положении (да и в любом другом).~~

~~• для обрезка: P_1, P_2 и mg проходят через центр обрезка, а $M_{F_{тр1}} - M_{F_{тр2}} \Rightarrow M=0$~~

№2.



В начале:

$p_0 S l_{пр} = \nu_1 R T_1$

$p_0 S(l - l_{пр}) = \nu_2 R T_2$

Знаем, что $kS l_{пр} = S(l - l_{пр}) \Rightarrow l_{пр} = \frac{l}{k+1}$ и $l - l_{пр} = \frac{kl}{k+1}$

Тогда:

$p_0 S \frac{l}{k+1} = \nu_1 R T_1$

$p_0 S \frac{kl}{k+1} = \nu_2 R T_2$

Сдвинем на x вправо:

$p_1 S\left(\frac{l}{k+1} + x\right) = \nu_1 R T_{12}$, $\quad dQ_1 = 0$

$p_2 S\left(\frac{kl}{k+1} - x\right) = \nu_2 R T_{22}$, $\quad dQ_2 = 0$

$dQ_1 = d(pV) + \frac{5}{2}\nu_1 R dT_1 = dpV + pdV + \frac{5}{2}\nu_1 R dT_1 = 0$

$dT_1 = -\frac{2}{5} \cdot \frac{dpV + pdV}{\nu_1 R} = -\frac{2}{5} \cdot \frac{(p_0 - p_1) S \frac{l}{k+1} + p_0 Sx}{\nu_1 R} =$

$= -\frac{2}{5} \cdot \frac{p_0 S \frac{l}{k+1} + p_0 Sx - p_1 S \frac{l}{k+1}}{\nu_1 R}$

Аналогично для dT_2 (только $dV_2 = -p_0 Sx$):

$dT_2 = \frac{2}{5} \cdot \frac{p_0 Sx - p_0 S \frac{kl}{k+1} + p_2 S \frac{kl}{k+1}}{\nu_2 R}$

Значит:

① $p_1 S \frac{l}{k+1} + p_1 Sx = \nu_1 R (T_1 + dT_1) = p_0 S \frac{l}{k+1} + \frac{2}{5} p_0 Sx - \frac{2}{5} p_0 S \frac{l}{k+1} +$
$+ \frac{2}{5} p_1 S \frac{l}{k+1}$

$\frac{3}{5} p_1 \cancel{S} \frac{l}{k+1} + p_1 \cancel{S} x = \frac{3}{5} p_0 \cancel{S} \frac{l}{k+1} - \frac{2}{5} p_0 \cancel{S} x$

$3 p_1 \frac{l}{k+1} + 5 p_1 x = 3 p_0 \frac{l}{k+1} - 2 p_0 x$

Итоговый балл ______ ______________ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-96 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ______

№2 (продолжение).

$$p_1 = \frac{3p_0\frac{L}{k+1} - 2p_0 x}{3\frac{L}{k+1} + 5x} \approx \frac{3\frac{L}{k+1}p_0}{3\frac{L}{k+1}\left(1+\frac{5(k+1)}{3L}x\right)} \approx p_0\left(1-\frac{5(k+1)}{3L}x\right)$$

$$② \; p_2 S\frac{kL}{k+1} - p_2 Sx = \nu_2 R(T_2 + dT_2) = p_0 S\frac{kL}{k+1} + \frac{2}{5}p_0 Sx - \frac{2}{5}p_0 S\frac{kL}{k+1} + \frac{2}{5}p_2 S\frac{kL}{k+1}$$

$$\frac{3}{5}p_2 \cancel{S}\frac{kL}{k+1} - p_2\cancel{S}x = \frac{3}{5}p_0\cancel{S}\frac{kL}{k+1} + \frac{2}{5}p_0\cancel{S}x$$

$$3p_2\frac{kL}{k+1} - 5p_2 x = 3p_0\frac{kL}{k+1} + 3p_0 x$$

$$p_2 = \frac{3p_0\frac{kL}{k+1} + 3p_0 x}{3\frac{kL}{k+1} - 5x} \approx \frac{3\frac{kL}{k+1}p_0}{3\frac{kL}{k+1}\left(1-\frac{5(k+1)}{3kL}x\right)} \approx p_0\left(1+\frac{5(k+1)}{3kL}x\right)$$

$$\Delta p = p_2 - p_1 = p_0 + \frac{5(k+1)p_0 x}{3kL} - p_0 + \frac{5k(k+1)p_0 x}{3kL} = \frac{5(k+1)^2 p_0 x}{3kL}$$

$$\Delta p S = ma_x = mx''$$

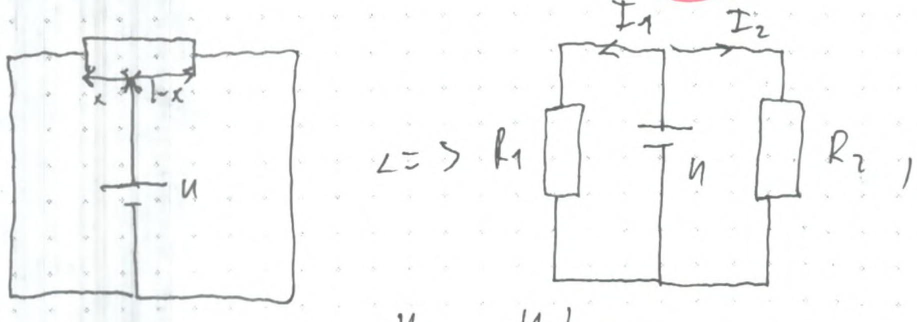
В проекции Ox, направленную влево:

$$mx'' = -\frac{5(k+1)^2 p_0 S x}{3kL}$$

$$x'' + \frac{5(k+1)^2 p_0 S}{3kmL}x = 0 \Rightarrow \omega = (k+1)\sqrt{\frac{5p_0 S}{3kmL}}.$$

Ответ: $\omega = (k+1)\sqrt{\frac{5p_0S}{3kmL}}$. 19?

№5.



, где $R_1 = R_{max}\frac{x}{l}$, $R_2 = R_{max}\frac{l-x}{l}$

$$I_1 R_1 = U \Rightarrow I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{Ul}{R_{max}x}$$

$$I_2 R_2 = U \Rightarrow I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{Ul}{R_{max}(l-x)}$$

Лист № 2

№5 (продолжение).

$P_1 = I_1^2 R_1 = \frac{U^2 l^2}{R_{max}^2 x^2} \cdot \cancel{R_{max}} \frac{x}{l} = \frac{U^2 l}{R_{max} x}$

$P_2 = I_2^2 R_2 = \frac{U^2 l^2}{R_{max}^2 (l-x)^2} \cdot \cancel{R_{max}} \frac{l-x}{l} = \frac{U^2 l}{R_{max}(l-x)}$

$P_0 = P_1 + P_2 = \frac{U^2 l}{R_{max}} \cdot \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{l-x}\right) = \frac{U^2 l^2}{R_{max}} \cdot \frac{1}{x(l-x)}$

$P_0 = \min \Rightarrow x(l-x) = \max \Rightarrow xl - x^2 = \max$ – это парабола ветвями вниз $\Rightarrow$ максимум достигается в вершине, где $x_в = -\frac{l}{2\cdot(-1)} = \frac{l}{2} \Rightarrow P_{min} = \frac{U^2 l^2}{R_{max}} \cdot \frac{4}{l^2} = \frac{4U^2}{R_{max}}$

Ответ: 1) при $x = \frac{l}{2}$;

2) $P_{min} = \frac{4U^2}{R_{max}}$.

№3.

а) Пусть α_1 – коэффициент пропускание мощности (тепловой) у изоляции, α_2 – у воздуха. Тогда (также следует сказать, что у обеих жил одинаковые сопротивление, т.к. площади поперечного сечение равны):

$I_0^2 R = \alpha_1 (45^\circ - T_{из1})$

$I_0^2 R = \alpha_2 (T_{сп1} - T_в) - \alpha_1 (T_{из1} - T_{сп1}) = \alpha_2 (35^\circ - T_в) - \alpha_1 (T_{из1} - 35^\circ)$

$\alpha_2 \cdot 35^\circ - \alpha_2 \cdot T_в = \alpha_1 \cdot 45^\circ - \cancel{\alpha_1 T_{из1}} + \cancel{\alpha_1 T_{из1}} - \alpha_1 \cdot 35^\circ = \alpha_1 \cdot 10^\circ$

$T_в = 35^\circ - \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \cdot 10^\circ$

$4 I_0 R^2 = \alpha_1 (90^\circ - T_{из1})$

$4 I_0 R^2 = \alpha_2 (t_{сп2} - T_в) - \alpha_1 (T_{из2} - T_{сп2})$

$4 I_0 R^2 = 2 I_0 R^2 + 2 I_0 R^2 = 2\alpha_1 (45^\circ - T_{из1}) + 2\alpha_2 (35^\circ - T_в) - 2\alpha_1 (T_{из1} - 35^\circ) = 2\alpha_1 \cdot 45^\circ - \cancel{2\alpha_1 \cdot T_{у1}} + 2\alpha_2 (\cancel{35^\circ} - \cancel{35^\circ} + \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \cdot 10^\circ) - \cancel{2\alpha_1 \cdot T_{из1}} + 2\alpha_1 \cdot 35^\circ = 90^\circ \cdot \alpha_1 + 2\cancel{\alpha_2} \cdot \frac{\alpha_1}{\cancel{\alpha_2}} \cdot 10^\circ + \alpha_1 \cdot 70^\circ = \alpha_1 \cdot 160^\circ + \alpha_1 \cdot 20^\circ = \alpha_1 \cdot 180^\circ = \alpha_1 (90^\circ - T_{из2}) \Rightarrow$

$\Rightarrow T_{из2} = -90^\circ$

~~$\alpha_1 40^\circ = \alpha_2 \cdot (T_{сп2} - 35^\circ + \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \cdot 10^\circ) - \alpha_2 (50^\circ - T_{сп2}) =$~~

~~$= 2\alpha_2 T_{сп2} - \alpha_2 \cdot 35^\circ + \alpha_1 \cdot 10^\circ - \alpha_2 \cdot 50^\circ$~~

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

Шифр 911-96
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

№3 (продолжение)

~~$\alpha_1 \cdot 30^\circ = 2\alpha_2 T_{сн\,2} - \alpha_2 \cdot 85^\circ$~~

~~$T_{сн\,2} = \dfrac{\alpha_1 \cdot 30^\circ + \alpha_2 \cdot 85^\circ}{2\alpha_2}$~~

~~По другому можно получить:~~ ~~$T_{сн\,2} = \dfrac{\alpha_1 \cdot 80^\circ + \alpha_2 \cdot 35^\circ}{\alpha_1 + \alpha_2}$~~

~~$\alpha_1(\alpha_1+\alpha_2) \cdot 30^\circ + \alpha_2(\alpha_1+\alpha_2) \cdot 85^\circ = \alpha_1\alpha_2 \cdot 160^\circ + \alpha_2^2 \cdot 70^\circ$~~

~~$\alpha_1^2 \, 30^\circ + \alpha_1\alpha_2 \cdot 115^\circ + \alpha_2 \cdot 85^\circ =$~~

$\alpha_1 \cdot 180^\circ = \alpha_2 \cdot \left(T_{сн\,2} - 35^\circ + \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \cdot 10^\circ\right) - \alpha_2\left(-90^\circ - T_{сн\,2}\right) =$

$= 2\alpha_2 T_{сн\,2} - \alpha_2 \cdot 35^\circ + \alpha_1 \cdot 10^\circ + \alpha_2 \cdot 90^\circ$

$\alpha_1 \cdot 170^\circ - \alpha_2 \cdot 55^\circ = 2\alpha_2 T_{сн\,2}$

$T_{сн\,2} = \dfrac{\alpha_1 \cdot 170^\circ - \alpha_2 \cdot 55^\circ}{2\alpha_2}$

С другой стороны, $T_{сн\,2} = \dfrac{\alpha_1 \cdot 80^\circ + \alpha_2 \cdot 85^\circ}{\alpha_1 + \alpha_2}$

$170^\circ \alpha_1^2 + 170^\circ \alpha_1\alpha_2 - 55^\circ \alpha_1\alpha_2 - 55^\circ \alpha_2^2 = 160^\circ \alpha_1\alpha_2 + 70^\circ \alpha_2^2$

$170^\circ \alpha_1^2 + 115^\circ \alpha_1\alpha_2 - 125\alpha_2^2 = 160^\circ \alpha_1\alpha_2$

$170^\circ \alpha_1^2 - 45\alpha_1\alpha_2 - 125\alpha_2^2 = 0$

$D = 45^2 + 4 \cdot 170 \cdot 125 = 87025 = 295^2$

$\alpha_1 = \dfrac{45\alpha_2 + 295\alpha_2}{2 \cdot 170} = \alpha_2$. Тогда:

$T_{сн\,2} = \dfrac{170^\circ - 55^\circ}{2} = 57{,}5^\circ$

б) ~~$9I_0^2 R$~~ Пусть $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ (уже вычислили это выше).

$9I_0^2 R = \alpha\left(T_{вн.3} - T_{нуж.3}\right)$

$9I_0^2 R = \alpha\left(T_{сн.3} - T_б\right) - \alpha\left(T_{нуж.3} - T_{сн.3}\right) = \alpha\left(-T_{нуж.3} - T_б + 2T_{сн.3}\right)$

$T_б = 35^\circ - \frac{\alpha}{\alpha} \cdot 10^\circ = 25^\circ \Rightarrow 9I_0^2 R = \alpha\left(-25^\circ + 2T_{сн.3} - T_{нуж.3}\right)$

$\cancel{2}T_{вн.3} - \cancel{T_{нуж.3}} = -25^\circ + 2T_{сн.3} - \cancel{T_{нуж.3}} \Rightarrow T_{вн.3} = -25^\circ + 2T_{сн.3}$

№3 (продолжение).

Значит, что $4I_0^2R = \alpha_1\cdot 180° \Rightarrow 9I_0^2R = \frac{9}{4}\cdot 4I_0^2R =$
$= \frac{9}{4}\cdot 180°\,\alpha_1 = 405°\alpha$

$405° = T_{вн3} - T_{щ3} \Rightarrow T_{вн3} = 405° + T_{щ3}$

$405° = -25 + 2T_{сн3} - T_{щ3} \Rightarrow 2T_{сн3} - T_{щ3} = 430 \Rightarrow T_{сн3} =$
$= \frac{430 + T_{щ3}}{2}$

$T_щ$ практически не будет меняться $\Rightarrow T_{щ3} \approx -90°$

$T_{вн3} = 405° - 90° = 315°$

$T_{сн3} = \frac{430 - 90°}{2} = \frac{340°}{2} = 170°$

в) $16I_0^2R = \alpha(T_{вн4} - T_щ) = \alpha(T_{вн4} + 90°)$

$4I_0^2R = 180°\alpha \Rightarrow 16I_0^2R = 4\cdot 4I_0^2R = 720°\alpha = \alpha(T_{вн4} + 90°) \Rightarrow$

$\Rightarrow T_{вн4} = 720° - 90° = 630°$

$0 = \alpha(T_{сн3} - 25°) - \alpha(T_щ - T_{сн3}) = \alpha(2T_{сн3} - 25° - T_щ) =$
$= \alpha(2T_{сн3} + 65) \Rightarrow T_{сн3} = -\frac{65°}{2} = -32,5°$

Ответ: 1) 57,5°

2) снаружи: 170°, внутри: 315°

3) снаружи: −32,5°, внутри: 630°

№4

На наклонных участках $\frac{dB}{dz} = -\frac{B_0}{2R}$

$dz = v\,dt \Rightarrow \frac{dB}{dz} = \frac{dB}{dt}\cdot\frac{1}{v} = -\frac{B_0}{2R} \Rightarrow \frac{dB}{dt} = -\frac{B_0 v}{2R}$ V

$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -S\frac{dB}{dt} = \frac{B_0 S v}{2R}$ V +3

$R = \rho\cdot 2\pi R = 2\pi\rho R \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\frac{B_0 S v}{2R}}{2\pi\rho R} = \frac{B_0 S v}{4\pi\rho R^2}$

$B = \frac{\mu_0 I}{2R} = \frac{\mu_0}{2R}$ +1 $\frac{B_0 S v}{4\pi\rho R^2} = \frac{\mu_0 B_0 S v}{8\pi\rho R^3}$ — магнитная индукция, создаваемая участком медной трубки, который лежит в промежутке наклона на графике. +2

Считаем силу F, действующую на магнит со стороны B, и установившаяся скорость будет, когда F = mg. Т.к. B ~ v, то выразим из этого значение v_s.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

алабуга
особая экономическая зона

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф10 - 32а

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

Данные участника

ID номер участника 1260764

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" января 20 26 г.

Шифр ф10-32а
(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	1	—	17	20	12											50
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика
(профиль олимпиады)

10
(класс участия)

№3

а) 2 З.Н. для обрезка: $-2N\sin\alpha + 2F_{тр}\cos\alpha = mg$

~~2N~~ α найдем из геометрии: $\sin\alpha = \frac{1}{\sqrt5}$,

$\cos\alpha = \frac{2}{\sqrt5}$, $tg\,\alpha = \frac{1}{2}$

П.М. для балки отн. О:

$$N s_{min} R \cos\alpha = \frac{kR\sin\alpha\, mg}{2}$$

$$N = \frac{k}{4 s_{min}} mg$$

$$\frac{k}{2 s_{min}} \left(-\sin\alpha + \frac{F_{тр}}{N}\cos\alpha\right) = 1$$

Т.к. $s_{min}R$ - min знач => положение критическое и $F_{тр}/N = \mu$

$$\mu = \frac{2 s_{min}}{k\cos\alpha} + tg\,\alpha = 0{,}6$$

б) При малом сдвиге вверх $2N\sin\alpha = \frac{2N}{\sqrt5}$ возрастает быстрее чем $2F_{тр}\cos\alpha = \frac{3}{5}N\cdot\frac{2}{\sqrt5}$, а значит силы действующие вниз доминируют

ФО10-32 а

№4.

~~Из~~ Т.к. $\rho(x)$ линейно, пусть y - координата контакта.

тогда сопр. слева: $R_1 = \frac{0+\rho(y)}{2} y$, $R_{пр} = \frac{\rho(y)+\rho(L)}{2}(L-y)$ ✓

мощность двух паралельных проводников максимальна когда

$R_1 = R_{пр}$: $\rho_{max}\frac{y^2}{L} = (\rho_{max}\frac{y}{L} + \rho_{max})(L-y)$

$$y^2 = yL - y^2 + L^2 - yL$$ ✓

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

$$P_0 = 2\cdot\frac{U^2}{R_{пар}} = 2\frac{U^2}{\rho_{max}\frac{y^2}{L}} = \frac{4U^2 L}{\rho_{max} y^2} = 8\frac{U^2}{\rho_{max} L}$$

Отв: $y = \frac{L}{\sqrt{2}}$ ✓, $P_{max} = 8\frac{U^2}{\rho_{max}L}$ ✓

№5.

Пусть f - расст до изобр, $L_{из}$ - длина изобр.

Посчитаем $L_{из}$ после поворота.

$\Gamma' = \frac{L_{из}'}{L} = \frac{f'}{d}$, $\frac{1}{d} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{F}$ (Т.к. линз собир. и $d>F$)

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

$$L_{из}' = L\frac{F}{d-F}$$

Теперь вернемся к первому случаю до поворота.

Пусть x_1, x_2 - расстояние концов отрезка L до линзы:

$\frac{x_1+x_2}{2} = d$, $x_1 - x_2 = L \Rightarrow x_1 = \frac{2d+L}{2}$, $x_2 = \frac{2d-L}{2}$

x_1' и x_2' - изобр. x_1 и x_2

$$\begin{cases}\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_1'} = \frac{1}{F}\\ \frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_2'} = \frac{1}{F}\end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_1' = \frac{x_1 F}{x_1 - F}\\ x_2' = \frac{x_2 F}{x_2 - F}\end{cases}$$

Т.к. изобр. перевернут.

$L_{из} = x_2' - x_1'$

см. дальше.

Итоговый балл ________ ______________ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф10-32 а (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физика», 10 класс,

$$L_{из} = F\left(\frac{x_2}{x_2-F} - \frac{x_1}{x_1-F}\right) = F^2\frac{(x_1-x_2)}{(x_1-F)(x_2-F)} = \frac{4F^2 L}{(2d+L-2F)(2d-L-2F)}$$

$$= \frac{4F^2L}{4(d-F)^2-L^2} = \frac{L_{из}}{k}$$

$$\frac{4kF}{4(d-F)^2-L^2} = \frac{1}{d-F}$$ замена $d-F=\tau$

$$\frac{4kF}{4\tau^2-L^2}=\frac{1}{\tau} \Rightarrow 4kF\tau = 4\tau^2-L^2$$

$$\tau^2 - kF\tau - \frac{L^2}{4}=0$$

$$D = k^2F^2+L^2$$

$$\tau_{1,2} = \frac{kF\pm\sqrt{k^2F^2+L^2}}{2}$$ отр. не подход. т.к. $d>F$

$$d=\tau+F = \frac{kF+\sqrt{k^2F^2+L^2}}{2}+F$$

№1

~~До~~ Сначала ~~он будет~~, до установления скорости $v_{пр} = \frac{P_{max}}{mg\mu}$ он будет двигаться равноускоренно с ускорением $a' = g\mu$ (энергия будет уходить в трение пропруста) потом ~~он~~ вся P будет уходить в кин. энер.

машину

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф8 - 14

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

Данные участника

ID номер участника 1259140

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 Ф8-14
(заполняется оргкомитетом)

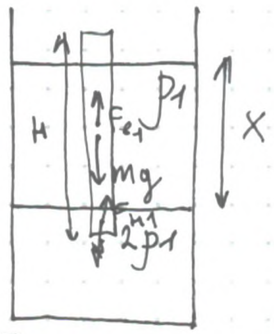
Оценка работы
(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

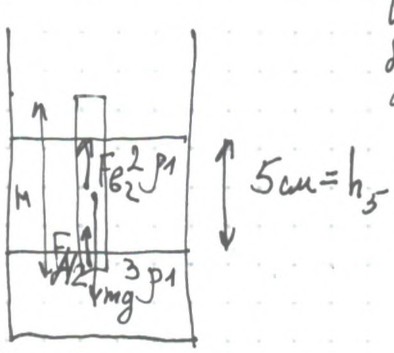
№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	20	18	20	17	11											86
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика
(профиль олимпиады)

8
(класс участия)

№1 1 $\rho_1 = 1 г/см^3$ 2





Цилиндр может быть не на полный объём в жидкости.

Запишем 3-й Закон Ньютона для 2 сл.

$mg = F_{A0}$

$mg = F_{в2} + F_{н2}$

$\rho_4 SHg = 2\rho_1 S h_5 g + 3\rho_1 V_п g \quad | : g$

$\rho_4 SH = 2\rho_1 S h_5 + 3\rho_1 V_п$

$\rho_4 SH = 2\rho_1 S h_5 + 3\rho_1 S H_x \quad | : S$, где H_x – глубина погр. цил. в ниж. жидкость во 2 экспер.

$\rho_4 H = 2\rho_1 h_5 + 3\rho_1 H_x$

$H_x = \dfrac{\rho_4 H - 2\rho_1 h_5}{3\rho_1} = \dfrac{1,25 \cdot 20 - 2 \cdot 5}{3} = 5 см$

Это говорит о том, что 10 см бруска не погружены в жидкость вообще.

$$1{,}5 V_п = V_{п 1} \quad (V_{п.1} \text{ – в 1 сл.})$$

$$V_п = \frac{V_{п 1}}{1{,}5}$$

$$S H_x = \frac{S l}{1{,}5} \Big| :S$$ (l – глубина погружения в ниж. жид. 1 сосуда)

$$H_x = \frac{l}{1{,}5}$$

$l = 1{,}5 H_x = 1{,}5 \cdot 5 = 7{,}5$ см – погр. в ниж. жид. 1 сос.

Запишем закон плаван. для цил. в 1 сосуде

$$mg = F_{A0}'$$

$$mg = F_{в1} + F_{н1}$$

$$\rho_4 S H g = \rho_1 S x g + 2\rho_1 S l g \Big| :gS$$

$$\rho_4 H = \rho_1 x + 2\rho_1 l$$

$$\frac{\rho_4 H - 2\rho_1 l}{\rho_1} = x$$

$$x = \frac{1{,}25 \cdot 20 - 2 \cdot 7{,}5}{1} = 10 \text{ см}$$ Ответ: 10 см.

№2

Количество черн. и бел. кубиков в шахмат. доске зависит от укладки, ~~поэтому в 4~~ (в углу чёрн. или в углу бел.)

1	2	3	4	5	6	Σ
2	5	5	3	3	0	18

Итоговый балл ________ ________ Шифр фд-14

(подпись председателя жюри) (заполняется оргкомитетом)

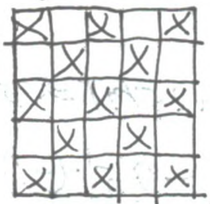
Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 8 класс,

вариант ________

№2 (продолжение)

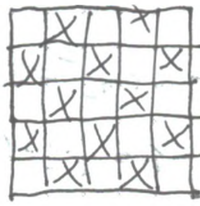
углы черн.



х - черное поле

13ч и 12б.

углы белые



12ч. и 13б

$13m_ч + 12m_б = 13$ $\quad$ $12m_ч + 13m_б = 13$

Также и для доски 7×7. Или $24m_ч + 25m_б = 25{,}5$ или $25m_ч + 24m_б = 25{,}5$

Возможно 4 сист. ур-ий.

$$\begin{cases} 13m_ч + 12m_б = 13 \\ 25m_ч + 24m_б = 25{,}5 \end{cases} \qquad \begin{cases} 13m_ч + 12m_б = 13 \\ 24m_ч + 25m_б = 25{,}5 \end{cases}$$

$$m_ч = \frac{13 - 12m_б}{13} \qquad m_ч = \frac{13 - 12m_б}{13}$$

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

$$\frac{325 - 300m_б}{13} + 24m_б = 25.5 \qquad 24 - 22{,}15m_б + 25m_б = 25{,}5$$

$$25 - 23m_б + 24m_б = 25{,}5 \qquad 24 + 2{,}85m_б = 25.5$$

$$\begin{cases} m_б = 0{,}5 \text{ кг} \\ m_ч \approx 0{,}54 \text{ кг} \end{cases} \qquad 2{,}85m_б = 1{,}5$$

$m_б \approx 0{,}53$ кг

$m_ч \approx 0{,}51$ кг

Лист № 2

$$\begin{cases}12m_г+13m_б=13\\25m_г+24m_б=25{,}5\end{cases}$$

$$m_г=\frac{13-13m_б}{12}$$

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

$$27-27m_б+24m_б=25{,}5$$

$$-3m_б=-1{,}5\ |\cdot(-1)$$

$m_б=0{,}5$ кг

$m_г=0{,}54$ кг

$$\begin{cases}12m_г+13m_б=13\\\overset{24}{\cancel{25}}m_г+2\cancel{4}5m_б=25{,}5\end{cases}$$

$$m_г=\frac{13-13m_б}{12}$$

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

$$26-26m_б+25m_б=25{,}5$$

$$-m_б=-0{,}5\ |\cdot(-1)$$

$m_б=0{,}5$ кг

$m_г=0{,}54$ кг

Ответ: $m_б=0{,}5$ кг, ~~...~~
$m_г=0{,}54$ кг
$m_б=0{,}53$ кг
$m_г=0{,}51$ кг.

№3

Так как мальчики всегда на прот. концах d, то они бегут с одинак. $v=5$ м/с ~~..~~ и в одном направлении. Между П и В всегда дуга, равная $\frac{1}{2}$ окруж. $\Rightarrow L=\frac{50}{2}=25$ м. Начну отсчёт времени от встречи собакой. Тогда до встр с В $t_{вст B_1}=\frac{L}{v_c-v_B}=\frac{25}{9-5}=6{,}25$ с. До встр. с П $t_{вст П_1}=\frac{L}{v_c+v_П}=\frac{25}{9+5}=1{,}79$ с. После $v_c=8$ м/с $t_{вст B_2}=\frac{L}{(v_c-1)+v_B}=\frac{25}{8+5}\approx 1{,}92$ с. До встр. с П $t_{встр. 2П}=\frac{L}{(v_c-1)-v_П}=\frac{25}{3}\approx 8{,}33$ с

Итоговый балл ________ ______________________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф8-14
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 8 класс,

№3(продолжение)
После встр. с П во 2 раз цикл повторится, т.к. $V_C = 9$ м/с, она догоняет $V_B = 5$ м/с. (между $L = 25$ м).

Сведём все данные в таблицу.

t_C	встр. с П (кол-во)	встр. с В (кол-во)
6,25		1
1,79	1	
1,92		2
8,33	2	
6,25		3

С 0 до 1 встречи собаки и В 6,25 с.
С 1 до 2 встречи соб и В 3,71 с.
С 2 до 3 встречи соб и В 14,58 с.
С 3 до 4 3,71 с.
С 4 до 5 14,58 с.
Встр. с Нет Чёт больше, т.к. С н-л начин. и С н.-ч. зак.

$t_{0\,до\,50} = 6,25 + 25\cdot 3,71 + 24\cdot 14,58 \approx 448,92$ с.

Рассмотрен сл. если пёс догонял П со ~~Ответ: 448,92 с~~ спины, а если пёс бежит на встр. П, то цикл будет иной, но приводящий к такому же ответу. ($\frac{25}{9+5}\approx 1,79$; $\frac{25}{9-5}=6,25$; $\frac{25}{8-5}\approx 8,33$) Ответ: 448,92 с.

№5

1	2	3	4	5	6	7	Σ
3	4	4	0	0	0	0	11

$V_{\text{пог. н.}} = 2{,}54\ м^3$ – из графика усл. плав.

$m_к g + m_ц g = \rho_в g V_{\text{пог н}} \quad |:g$

$m_к + m_ц = \rho_в V_{\text{пог н.}}$

Перелом в графике соответствует тому, что цепь коснулась дна. До касания с 0 по 20 м. $m_к g + (m_ц g - F_A) = F_A$

Полная длина цепи $L = 40$ м

$m_к g = \rho_в g V_{\text{пог}}' \quad |:g \qquad V_{\text{пог}}' = 2{,}21\ м^3$ – из графика

$$\begin{cases} m_к + m_ц = \rho_в V_{\text{пог н.}} \\ m_к = \rho_в V_{\text{пог}}' \end{cases}$$

$2{,}21 \rho_в + m_ц = 2{,}54 \rho_в$

$m_ц = 0{,}33 \rho_в = 330$ кг. $\Rightarrow \lambda = \frac{m_ц}{L} = \frac{330}{40} = 8{,}25 \frac{кг}{м}$

Найдём $V_ц$.

$m_ц g - \rho_в V_{ц. 20 м} g = \rho_в g V_{\text{пог. н}} - \rho_в g V_{\text{пог. } 2{,}45} \quad |:g$

$m_ц - \rho_в V_ц = 2{,}54 \rho_в - 2{,}45 \rho_в$

$m_ц - \rho_в V_ц = 0{,}09 \rho_в$

$m_ц = 0{,}09 \rho_в + \rho_в V_ц \Rightarrow V_ц = \frac{m_ц - 0{,}09 \rho_в}{\rho_в} =$

~~$m_ц = 90 + 1000 V_ц$~~ $= \frac{330 - 90}{1000} = 0{,}24\ м^3$

$\rho = \frac{m_ц}{V_ц} = \frac{330}{0{,}24} = 1375\ кг/м^3$

Ответ: $\lambda = 8{,}25 \frac{кг}{м}$; $\rho = 1375\ кг/м^3$

Итоговый балл ______ ______

(подпись председателя жюри)

Шифр ФЗ-14

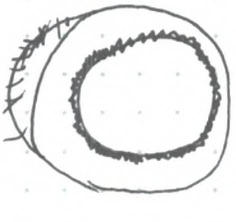
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 8 класс,

№1

вид спереди



Изоляция препятствует теплообмену.
Если $t_к$ не меняется от тока, то теплопотерь нет (провода не греют комнату).

для внутр. жилы

$$\textcircled{2}\ \begin{cases} Q = c_в m_в (45 - t_к) \text{ - до} \\ 4Q = c_в m_в (90 - \overset{45}{\cancel{t_к}}) \text{ - после} \end{cases}$$
$$\frac{\textcircled{2}}{\textcircled{1}}$$

$$4 = \frac{45}{45 - t_к}$$

$$180 - 4t_к = 45$$
$$4t_к = 135 \;/:4$$
$$t_к = 33{,}75\,^\circ C$$

1	2	3	4	5	Σ
2	5	5	5	0	17

для внеш. жилы

$$\begin{cases} Q = c_{внеш} m_{внеш} (35 - t_к) \text{ - до} \\ 4Q = c_{внеш} m_{внеш} (t_x - 35) \text{ - после} \end{cases}$$
$$\frac{\textcircled{2}}{\textcircled{1}}$$

$$4 = \frac{t_x - 35}{\cancel{1{,}25}\ 35 - t_к}$$

$$t_x = 4(35 - t_к) + 35 = 4 \cdot 1{,}25 + 35 = 40\,^\circ C$$

(продолжение на след. страницу).

Лист № 4

Но если имелось в виду, что мат. проводов одинак. и $t_{внеш}$ меньше, т. к. есть потери. То для внутр. нет потерь, для внеш. есть.

для внутр. ② $\begin{cases} Q = cm(45 - t_k) \\ 4Q = cm\,\Delta t^{\circ} \cdot 45 \end{cases}$ ①

$$4 = \frac{45}{45 - t_K}$$

$$180 - 4t_K = 45$$

$$t_K = 33{,}75\,^{\circ}C$$

для внеш. с учётом потер.

~~$Q = cm(45 - t_k) - P_{пот} = cm$~~ $(3$

$P_{пот} = \alpha\,\Delta T$ – ③ Ньютона-Рихмана

$$P_{пот.} = \alpha(35 - 33{,}75)$$

$$P_{пот} = \alpha \cdot 1{,}25$$

$$\frac{①}{②} \begin{cases} 4Q = cm(t_x - t_k) + P'_{пот} = \\ = cm(t_x - 33{,}75) + \alpha(t_x - 33{,}75) \\ Q = cm(35 - 33{,}75) + \alpha \cdot 1{,}25 \end{cases}$$

$$4 = \frac{cm(t_x - 33{,}75) + \alpha(t_x - 33{,}75)}{1{,}25 \cdot cm + \alpha \cdot 1{,}25} =$$

$$= \frac{(t_x - 33{,}75)\cancel{(cm + \alpha)}}{1{,}25\,\cancel{(cm + \alpha)}}$$

$$4 \cdot 1{,}25 = t_x - 33{,}75$$

$$t_x = 6 + 33{,}75 = 39{,}75\,^{\circ}C \approx 40\,^{\circ}C$$

Ответ: 40°C

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф10 - 27

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

Данные участника

ID номер участника 1263147

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" 01 2026 г.

Шифр Ф10-27
(заполняется оргкомитетом)

Оценка работы

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	8	–	16	19	–											43
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

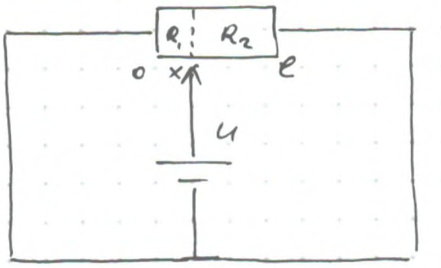
ФИЗИКА
(профиль олимпиады)

10
(класс участия)

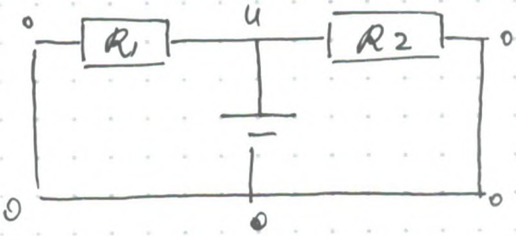
Задача 4

Дано

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



Из расположения источника тока и его подключения к реостату:



$P_{цепи} = \frac{U^2}{R_э}$

P_{min} при $R_э\ max$

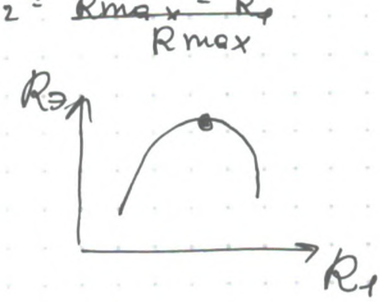
$R_э = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

$R = \rho \Delta x \qquad R = \int_0^x \frac{\rho_{max}}{l} x\,dx = \frac{\rho_{max} x^2}{2l} \qquad R(x) = \frac{\rho_{max} x^2}{2l}$

$R_{max} = R(l) = \frac{\rho_{max} l}{2} \qquad R_2 = \frac{R_{max} - R_1^2}{R_{max}}$

$R_э = \frac{R_1(R_{max} - R_1)}{\cancel{R_1} + R_{max} - \cancel{R_1}}$

$R_э = -\frac{1}{R_{max}} R_1^2 + R_1$



$R_э\ max$ в вершине параболы

$R_1 = \frac{-R_{max}}{-2} = \frac{R_{max}}{2}$

продолжение →

$$Q_1 = \frac{Q_{max} x}{2} = \frac{\rho_{max} x^2}{2l}$$

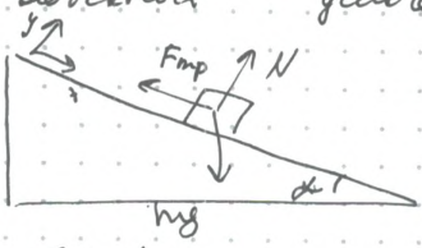
$$\frac{\rho_{max} l}{4} = \frac{\rho_{max} x^2}{2l} \qquad \frac{l}{2} = \frac{x^2}{l} \qquad x = \frac{l\sqrt{2}}{2}$$

Ответ: $\frac{\sqrt{2}}{2} l$.

Задание 1

Дано:
$\mu = 0,5$
$p \in [0; 250\,кВт]$
$M = 1500\,кг$
$\mu_d = 0,9$

В обычных условиях для телефона



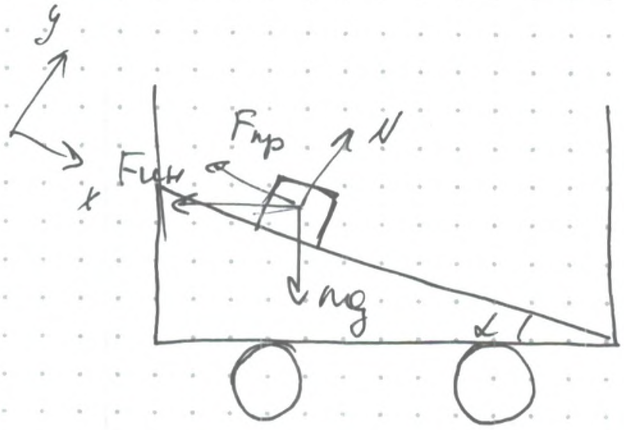
$O_y: N - mg\cos\alpha = 0$

$O_x: mg\sin\alpha - F_{тр} = ma$

$F_{тр} \le \mu N$

$a_{абс} = (\sin\alpha - \mu\cos\alpha) g \approx 6,1 \ldots \quad a > 0$

$\Rightarrow$ ~~откр~~ телефон в обычных условиях скользит по нашей поверхности



В момент разгона автомобиля на телефон действует сила инерции

Перейдем в СО-авто

$\vec{V}_{абс} = \vec{V}_{отн} + \vec{V}_{пер}$

$\vec{a}_{абс} = \vec{a}_{отн} + \vec{a}_{пер}$

Т.е из-за наличия $a_{пер}$ $\quad \vec{F}_{ин} = -m\vec{a}_{пер}$

В покое $\Sigma F = 0$ на YOX

$O_y: N = mg\cos\alpha + ma\sin\alpha \qquad F_{тр} \le \mu N$

$O_x: mg\sin\alpha - F_{тр} - ma\cos\alpha = 0$

$mg\sin\alpha - ma\cos\alpha \le \mu mg\cos\alpha + \mu ma\sin\alpha \quad |:\cos\alpha$

$mg\,tg\alpha - ma \le \mu mg + \mu ma\,tg\alpha \quad |:m$

$a_{пер}(1 + \mu\,tg\alpha) \ge g(tg\alpha - \mu)$

$\cancel{a_{пер} \ge \frac{tg\alpha - \mu}{1 + \mu tg\alpha}} \quad a_{пер} \ge \frac{tg\alpha - \mu}{1 + \mu\,tg\alpha} g$

$a_{пер} \approx 0,78g \approx 7,8\,\frac{м}{с^2}$

$\cancel{a_{пер} \approx 0,78\,\frac{м}{с}}$

Необходимое ускорение автомобиля для

Итоговый балл ________ ________________ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф10-27 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 10 класс,

вариант ________

попал телефона

массой телефона в сравнении с массой машины можно пренебречь

2ЗН для машины на горизонтальную ось

$F_{движ} - F_{тр_{сумм}} = M a_{пер}$

$F_{тр\,сумм} = 4 F_{тр\,колес}$ из симметрии

$F_{тр\,сумм\,ск} = N_{сумм} \cdot \mu_d$

$F_{тр\,сумм\,ск} = \mu_d M g$

$F_{движ} - \mu_d M g = M a_{пер}$

$P = \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{F \Delta S}{\Delta t} = F v = F a \Delta t$

$F_{движ} = \frac{P}{a \Delta t}$

$\frac{P}{a_{пер} \Delta t} - \mu_d M g = M a_{пер} \quad / \cdot t$

$\frac{P}{a_{пер}} - \mu_d M g t = M a_{пер} t$

$t M (a_{пер} + \mu_d g) = \frac{P}{a_{пер}}$

$t = \frac{P}{M a_{пер} (a_{пер} + \mu_d g)}$

$t \approx 1{,}27 с.$

Ответ: 1,27 с.

Задача 3

Дано:

R, k

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

$k = 50$

$n - ?$

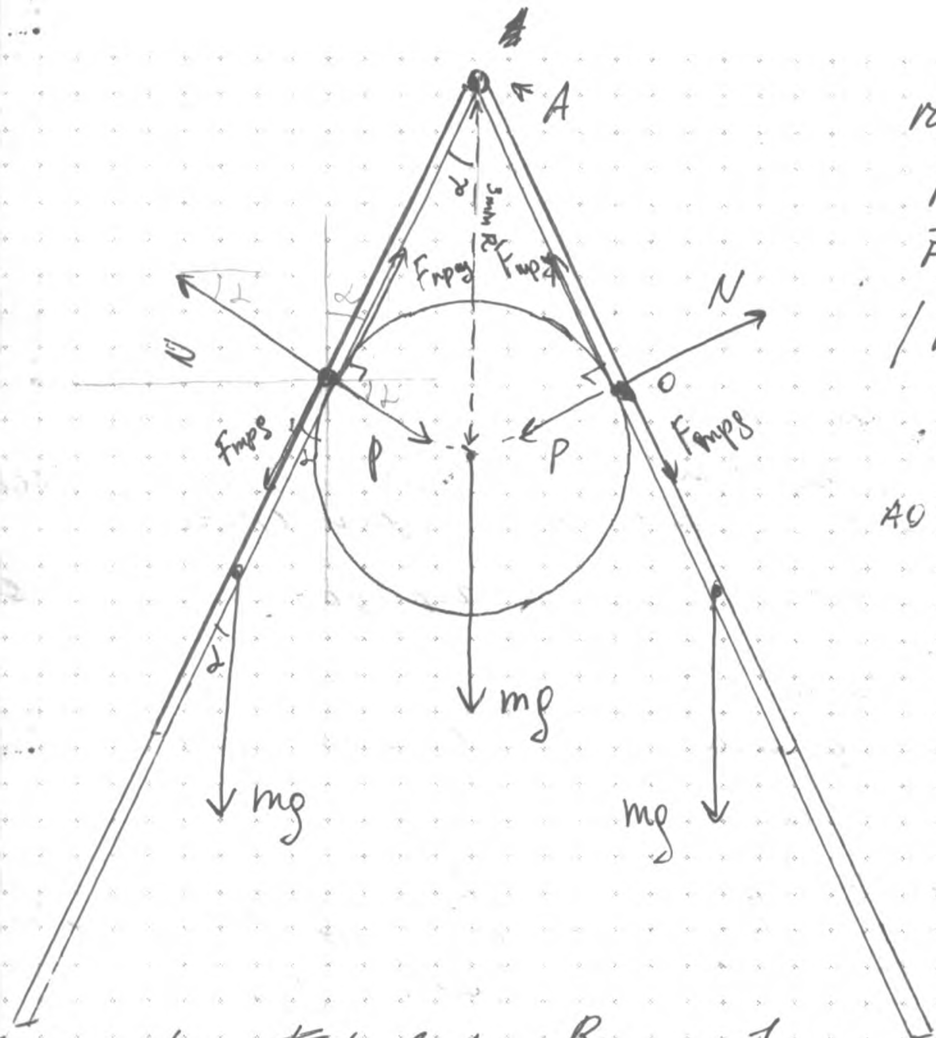
Где

$m_{об} = m_g = m$

Рисунок

продолжение →

Лист № 2



по 3 зак Н:

$\vec{P} = -\vec{N}$ $|\vec{P}| = |\vec{N}|$

$\vec{F_{тр y}} = -\vec{F_{тр g}}$

$|\vec{F_{тр y}}| = |\vec{F_{тр g}}| = F_{тр}$

$AO = R\sqrt{S_{min}^2 - 1}$

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

Запишем 2ЗН для обруча

$Oy: \ 2F_{тр y} \cdot \cos\alpha - mg - 2 \cdot P \cdot \sin\alpha = 0$

~~2ЗН для реек~~

~~$Oy: \ N\sin\alpha - mg - F_{тр}\cos\alpha = 0$~~

Условия равновесия системы:

1 $\sum F = 0$

2 $\sum M_i = 0$

Выберем ось вращения A, тогда для 1 рейки:

$-N \cdot R\sqrt{S_{min} - 1} + mg\left(\frac{R}{2} - R\sqrt{S_{min}^2 - 1}\right) \cdot \sin\alpha = 0$

Обозначим $a = \sqrt{S_{min}^2 - 1} = \sqrt{5 - 1} = \sqrt{4} = 2$

$-N \cdot a + mg\left(\frac{K}{2} - a\right)\sin\alpha = 0$

$F_{тр} \leq \mu N$

продолжение →

$N = P$

$N = mg\left(\frac{k}{2a} - 1\right)\sin\alpha$

$2 \cdot F_{тр}\cos\alpha - mg - 2mg\left(\frac{k}{2a} - 1\right)\sin^2\alpha = 0$

~~2Fтр cos α = 2mg (k sin²α / 2a~~

$2F_{тр}\cos\alpha = mg\left(1 + 2\left(\frac{k}{2a} - 1\right)\sin^2\alpha\right) = 0$

$F_{тр} = \frac{mg}{2\cos\alpha}\left(1 + 2\left(\frac{k}{2a} - 1\right)\sin^2\alpha\right) = 0$

$\frac{mg}{2\cos\alpha}\left(1 + 2\left(\frac{k}{2a} - 1\right)\sin^2\alpha\right) \le \mu\; mg\left(\frac{k}{2a} - 1\right)\sin\alpha$

$\frac{7\sqrt{5}}{5} \le \mu\,\frac{23\sqrt{5}}{10}$ $\quad \frac{7}{5} \le \frac{23}{10}\mu$

$7 \le \frac{23}{2}\mu$ $\quad \mu \ge \frac{14}{23}$

$\mu \geq 0,61$

2) Дано: μ, K (заданы)

S - расст от оси петли до оси цилиндра

$N \ge 0$, $F_{тр} \ge 0$ } условие отсутствия отрыва цилиндра от доски

S	$\sqrt{5}$	$\sqrt{10}$	$\sqrt{50}$
μ	0,61	0,56	

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф11 - 83

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

Данные участника

ID номер участника 1176295

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" января 2026 г.

Шифр Ф11-83
(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	4	18	12	7	8											49
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика
(профиль олимпиады)

11
(класс участия)

№1 Дано:

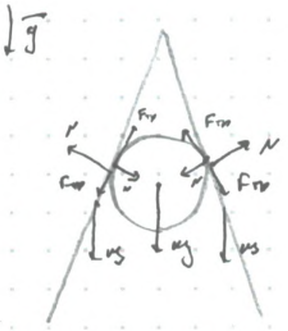
kR - длина доски

R - радиус бревна

$k = 5{,}4$

Найти: μ_{min} - ?

Решение:



1) Т.к бревно не вращается, то силы трения, действующие на него, равны, следовательно равны и силы норм. реакции опоры. V

По II ЗН для бревна:

$$2F_{тр}\cdot\sin\alpha - 2N\cdot\cos\alpha - mg = 0 \quad +3$$

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

$$F_{тр} = N\cdot ctg\alpha + \frac{mg}{2\sin\alpha}$$

2) $F_{тр.пок} \le \mu N$

$$N\cdot ctg\alpha + \frac{mg}{2\sin\alpha} \le \mu N \quad |:N$$

$$\mu \geq ctg\alpha + \frac{mg}{2\sin\alpha\cdot N}$$

$$\mu_{min} = ctg\alpha + \frac{mg}{2N\cdot\sin\alpha}$$

Сдано ____ листов

подпись участника

подпись наблюдателя в аудитории

Лист №1

№2 Дано:

l – длина сосуда

S – площадь поп. сеч.

$i = 5$

m – масса перегородки.

p_0 – давление в сосуде в состоянии равновесия

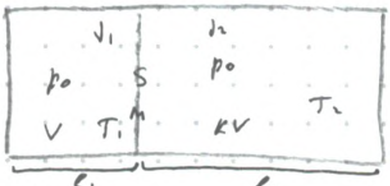
$V_1 = V$

$V_2 = kV$

Найти: ν – ?

Решение:

положение равновесия



Объем всего сосуда:

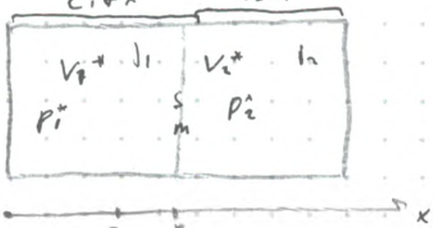
$$V + kV = lS$$

$$V = \frac{lS}{1+k}$$

1) Так как сосуд теплоизолирован, а перегородка не проводит тепло, то при перемещении поршня с газом будет происходить адиабатный процесс.

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

Пусть перегородка сдвинется на x вправо.



$$V_2^* = kV - xS$$

$$V_1^* = V + xS$$

(*) Адиабат. процесс.

(*) $$p_0 V^{\gamma} = p_1^* \cdot (V + xS)^{\gamma}$$

$$p_1^* = p_0 \frac{V^{\gamma}}{(V+xS)^{\gamma}} = p_0 \left(\frac{V}{V+xS}\right)^{\gamma}$$

(*) $$p_0 (kV)^{\gamma} = p_2^* (kV - xS)^{\gamma}$$

$$p_2^* = p_0 \cdot \left(\frac{kV}{kV - xS}\right)^{\gamma}$$

$$\frac{kV}{kV - xS} = \frac{kV - xS + xS}{kV - xS} = 1 + \frac{xS}{kV - xS} =$$

$$= 1 + \frac{xS}{k\frac{lS}{1+k} - xS} = 1 + \frac{x}{\frac{kl}{1+k} - x} =$$

$$\cancel{\left(1 + \frac{x}{\frac{kl}{(1+k)x} - 1}\right)} =$$

$$= 1 + \frac{x(1+k)}{kl - (1+k)x}$$

$$\frac{V}{V+xS} = \frac{V + xS - xS}{V + xS} = 1 - \frac{xS}{V+xS}$$

$$= 1 - \frac{xS}{\frac{lS}{1+k} + xS} = 1 - \frac{x}{\frac{l}{1+k} + x}$$

2) По II ЗН для поршня:

$$x: -p_2^* S + p_1^* S = ma_x$$

$$-p_0 \left(\frac{kV}{kV - xS}\right)^{\gamma} S + p_0 \left(\frac{V}{V+xS}\right)^{\gamma} S = ma_x$$

$$p_0 S \left[\left(1 - \frac{xS}{\underset{\frac{lS}{k+1}}{V} + xS}\right)^{\gamma} - \left(1 + \frac{xS}{k\underset{\frac{lS}{k+1}}{V} - xS}\right)^{\gamma}\right] = ma_x$$

$$p_0 S \left[\left(1 - \frac{x}{\frac{l}{1+k} + x}\right)^{\gamma} - \left(1 + \frac{x}{\frac{kl}{1+k} - x}\right)^{\gamma}\right] = ma_x$$

$$p_0 S \left[1 - \frac{\gamma x}{\frac{l}{1+k} + x} - 1 - \frac{\gamma x}{\frac{kl}{1+k} - x}\right] = ma_x$$

$$-p_0 S \left[\frac{\gamma x (1+k)}{l + x(1+k)} + \frac{\gamma x (1+k)}{kl - x(1+k)}\right] = ma_x$$

$$ma_x + p_0 S \left(\frac{\gamma x (1+k)}{l + x(1+k)} + \frac{\gamma x(1+k)}{kl - x(1+k)}\right) = 0$$

$$ma_x + p_0 S \gamma x (1+k) \left(\frac{1}{l} + \frac{1}{kl}\right) = 0$$

$$ma_x + p_0 S \cdot \gamma (1+k) \cdot \frac{kl + l}{kl^2} x = 0$$

$$p_0 S \cdot \gamma (1+k) \cdot l \cdot \frac{k+1}{kl^2} = \omega^2$$

$$\frac{7}{5} p_0 S \frac{(k+1)^2}{kl} = \omega^2$$ → масса?

$$\omega = 2\pi\nu \rightarrow \nu = \frac{2\pi}{\omega}$$!!!x

$$\nu = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{7}{5}\frac{p_0 S}{kl}} \cdot (k+1)}$$

Ответ: $$\nu = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{7}{5}\frac{p_0 S}{kl}}(k+1)}$$

Итоговый балл _______ _______________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-83

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физика», 11 класс,

№5

Дано:

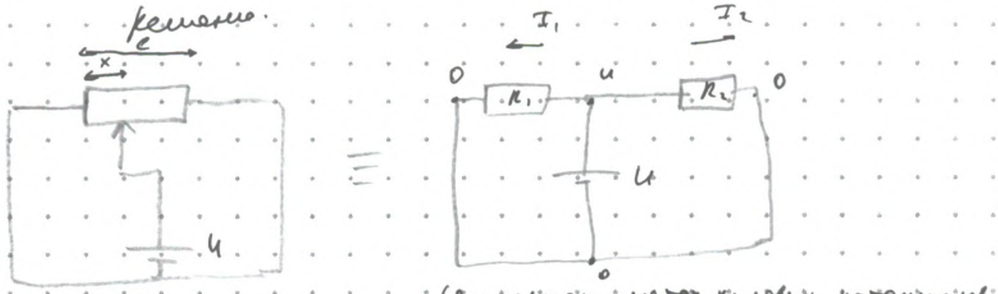
$\rho(x) = \rho_{max}\frac{x}{l}$

U – напр. ист.

l – длина реостата

Найти: 1) $x^*(P_{min})$ – ?

2) P_{min} – ?



Используем метод узловых потенциалов.

1) $R_1 = \rho_{max}\cdot\frac{x}{l}$

$R_2 = \rho_{max}\cdot\frac{l-x}{l}$

$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{U}{\rho_{max}\cdot\frac{x}{l}}$ $P_1 = UI_1 = \frac{U^2}{\rho_{max}\frac{x}{l}} = \frac{U^2 l}{\rho_{max} x}$

$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{U}{\rho_{max}\frac{l-x}{l}}$ $P_2 = UI_2 = \frac{U^2}{\rho_{max}\frac{l-x}{\cancel{l}}} = \frac{U^2 l}{\rho_{max}\cdot(l-x)}$

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

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

$P'_\Sigma = \frac{U^2 l^2}{\rho_{max}}\cdot\left(\frac{1}{x(l-x)}\right)' = \frac{U^2 l^2}{\rho_{max}}\cdot\frac{\overset{0}{1'}\cdot x(l-x) - (x(l-x))'}{x^2(l-x)^2} =$

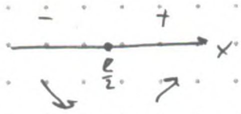
$= \frac{U^2 l^2}{\rho_{max}}\left(-\frac{(l-x) + (-1)\cdot x}{x^2(l-x)^2}\right)$

$P = \left[\begin{matrix}P_{min}\\P_{max}\end{matrix}\right.$ если $P'_\Sigma = 0 \to -\frac{U^2 l^2}{\rho_{max}}\cdot\frac{l-x-x}{x^2(l-x)^2} = 0$

$-l + 2x = 0$

$l = 2x \to x = \frac{l}{2} \to x^*(P_{min}) = \frac{l}{2}$

$P_\Sigma\left(\frac{l}{2}\right) = P_{min}$



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

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

Ответ: 1) $x^*(P_{min}) = \frac{l}{2}$; 2) $P_\Sigma\left(\frac{l}{2}\right) = \frac{4U^2}{\rho_{max}}$

№4 Дано:

m – масса магнита.

H

R – радиус трубы

ρ – удельное сопротивление меди.

$\delta << R$ толщина стенки

Найти: б) v_s -? (оценка)

в) τ_1 -? (оценка)

г) τ_2; v_s -? при

$R = 10\cdot10^{-3}$ м

$\delta = 10^{-3}$ м

$\rho = 1{,}7\cdot10^{-8}$ Ом·м

$m = 0{,}1$ кг

$B_0 = 0{,}7$ Тл

$g = 10$ м/с²

Решение:

1/ Сначала магнит будет свободно падать, пока расстояние до трубы меньше 2R. Далее магнитная индукция, точнее его поток, проходящий через сечение трубы будет меняться. Он будет нарастать. Значит, по правилу Ленца на магнит будет действовать сила, направленная вертикально вверх, которая будет останавливать изменение магнитного потока через себя. Дальше, когда магнит пролетит начало трубы, появится другая компонента этой силы, которая будет задерживать магнит, т.к магнитный поток над магнитом будет уменьшаться. По п-лу Ленца, сила будет стремиться остановить это уменьшение и пытаться „вернуть" магнит. В последствии скорость магнита установится, т.к скорость его будет до определенного момента ~~нарастать~~ уменьшаться, ~~увеличивая~~ уменьшая силу. +3

2/ $\Phi = -\mathcal{E}_i = \dot{B}S$, где $B = kz = -\frac{B_0}{2R}\cdot z$

$\dot{B} = -\frac{B_0}{2R}\cdot\dot{z}$

$-\mathcal{E}_i = -\frac{B_0}{2R}\cdot v_z\cdot S$

$\mathcal{E}_i = \frac{B_0}{2R}\cdot v_z\cdot S$ +3

3/ $\mathcal{E}_i = I_i\cdot R_{трубы} = \frac{B_0}{2R}\cdot v_z\cdot S$

$\cancel{R} = \rho$

+1

№3 Дано:

I_0

$t_1 = 45°C$

$t_2 = 35°C$

$t_3 = 90°C$

$t_{ср}$ – температура среды

Найти: 1/ t_4

2/ t_5 -? при t_4

Решение:

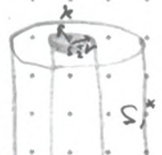
1/ Устан. температура

$P_{нагр} = P_{отд}$

Уравнения теплового баланса

① $I_0^2 R = k(t_1 - t_2)$ – внутр

② $I_0^2 R = k(t_3 - t_{ср})\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}+1} + k(t_1 - t_2)\frac{1}{\sqrt{2}+1}$



$S_1^* = 2\pi R\cdot\ell = 2\sqrt{2}\pi r\ell$

$S_2^* = 2\pi r\ell$

$\frac{S_1^*}{S_2^*} = \sqrt{2}$

Площади поверхностей отличаются в √2 р.з.

$k(t_1 - t_2) = k(t_3 - t_{ср})\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}+1} + k(t_1 - t_2)\frac{1}{\sqrt{2}+1}$

$S_1 = S_2$

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

$R = \sqrt{2}r$

$t_1 - t_2 = t_3\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}+1} - t_{ср}\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}+1} + \frac{t_1}{\sqrt{2}+1} - \frac{t_2}{\sqrt{2}+1}$

$$t_{ср} = \frac{t_3\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}+1} + \frac{t_1}{\sqrt{2}+1} - \frac{t_2}{\sqrt{2}+1} + t_2 - t_1}{\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}+1}}$$

$$= \frac{20{,}36 + 18{,}64 - 14{,}5 + 35 - 45}{\frac{1{,}414}{2{,}414}} = 25°C$$

Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-83

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физика», 11 класс,

№3 продолжение

$$\frac{\sqrt2}{\sqrt2+1}=0,59 \qquad \frac{1}{\sqrt2+1}=0,41$$

Ток $2I_0$

(3) $(2I_0)^2R=k(t_3-t_4)$

(4) $(2I_0)^2R=k(t_4-t_{ср})\frac{\sqrt2}{\sqrt2+1}+k(t_3-t_4)\frac{1}{\sqrt2+1}$

$$t_3-t_4=\frac{\sqrt2}{\sqrt2+1}t_4-\frac{\sqrt2}{\sqrt2+1}t_{ср}+t_3\frac{1}{\sqrt2+1}-t_4\frac{1}{\sqrt2+1}$$

$$t_4=\frac{t_3+\frac{\sqrt2}{\sqrt2+1}t_{ср}-t_3\frac{1}{\sqrt2+1}}{\frac{\sqrt2}{\sqrt2+1}+1-\frac{1}{\sqrt2+1}}=$$

$$=\frac{90+14,65-37,28+}{0,59+1-0,414}=\frac{67,77}{1,176}=66,2\,^\circ C$$

(5) $9I_0^2R=k(t_5-t_6)$

Ток $3I_0$

$$9I_0^2R=k(t_6-t_{ср})\frac{\sqrt2}{\sqrt2+1}+k(t_5-t_6)\frac{1}{\sqrt2+1}$$

$$\frac{(5)}{(3)}\longrightarrow\frac{9}{4}=\frac{t_5-t_6}{t_3-t_4}\longrightarrow 4t_5-4t_6=9t_3-9t_4$$

$$t_6=\frac{4t_5-9t_3+9t_4}{4}=t_5+\frac94 t_4-\frac94 t_3$$

$$\cancel{k}(t_5-t_6)=\cancel{k}(t_6-t_{ср})\frac{\sqrt2}{\sqrt2+1}+t_5\frac{1}{\sqrt2+1}-t_6\frac{1}{\sqrt2+1}$$

$$t_5-t_6=t_6\frac{\sqrt2}{\sqrt2+1}-t_{ср}\frac{\sqrt2}{\sqrt2+1}+t_5\frac{1}{\sqrt2+1}-t_6\frac{1}{\sqrt2+1}$$

$$t_6=\frac{t_5+t_{ср}\frac{\sqrt2}{\sqrt2+1}-t_5\frac{1}{\sqrt2+1}}{1+\frac{\sqrt2}{\sqrt2+1}-\frac{1}{\sqrt2+1}}=\frac{4t_5-9t_3+9t_4}{4}$$

$$\frac{t_5-0,41t_5+14,75}{1,18}=t_5-202,5+149$$

$$\frac{0,59t_5}{1,18}+\frac{14,75}{1,18}=t_5-53,5$$

$$0,5t_5+12,5=t_5-53,5$$

$$0,5t_5=66\rightarrow t_5=132\,^\circ C$$

$$t_6=132+149-202,5=78,5\,^\circ C$$

в) $16 I_0^2 \cdot 2R = k(t - t_{ср})$

$9 I_0^2 \cdot R = k(t_5 - t_6)$

$\frac{32}{9} = \frac{t - t_{ср}}{t_5 - t_6} \rightarrow 9t - 9t_{ср} = 32t_5 - 32t_6$

$t = \frac{32t_5 - 32t_6 + 9t_{ср}}{9} = \frac{4224 - 2512 + 225}{9} =$

$= 215{,}22°C$

$t^* = 215{,}22 \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}+1} = 127°C$ – температура обеих нитей

Ответ: а) $t_4 = 66{,}2°C$; б) $t_5 = 132°C$; $t_6 = 78{,}5°C$ в) $t^* = 127°C$

алабуга
особая
экономическая
зона

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф11 - 67

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

Данные участника

ID номер участника 1262078

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" Января 2025 г.

Шифр 911-67
(заполняется оргкомитетом)

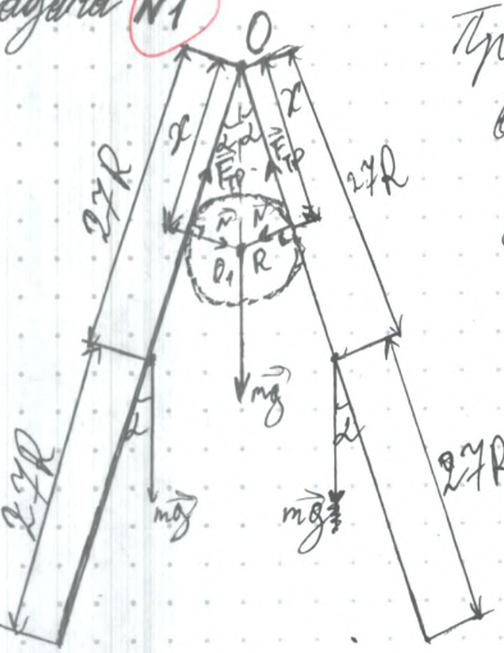
Оценка работы
(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	20	10	1	3	20											54
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика
(профиль олимпиады)

11
(класс участия)

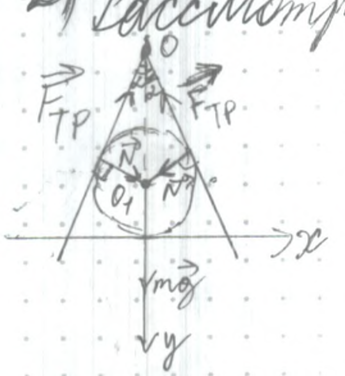
Задача №1



Прямая OO_1, направленная вертикально вниз, является также биссектрисой угла O т.к. центр отрезка O_1 – это центр окружности, касающейся обоих сторон угла

1) из рисунка заметим, что $\frac{R}{x} = tg\alpha$ (*) (x – расстояние от O, до точки касания с отрезком)

2) Рассмотрим силы действующие на отрезок:



В силу симметрии сумма проекций на ось x очевидно равна 0

По оси Oy: $mg + 2\cdot N\cdot \sin\alpha - 2\cdot F_{TP}\cdot\cos\alpha = 0$

$F_{TP} = \mu N \Rightarrow mg + 2N\cdot\sin\alpha = 2\mu N\cdot\cos\alpha$ (**)

(Продолжение задачи №1) 3) Рассмотрим силы, действующие на одну из досок (я рассмотрю конкретно правую, но в силу симметрии для левой всё аналогично)

Распишем моменты сил относительно точки O:

т.к. система находится в равновесии, то: $N \cdot x = mg \cdot 27R \cdot \sin\alpha \;|: x$

$\Rightarrow N = mg \cdot 27\frac{R}{x} \cdot \sin\alpha$; подставим $\frac{R}{x} = tg\alpha$ (см. ур-ие (*)) $\Rightarrow$

$\Rightarrow N = mg \cdot 27 \cdot tg\alpha \cdot \sin\alpha$ (***)

4) Составим систему из ур-ий (**) и (***):

$$\begin{cases} mg + 2N \cdot \sin\alpha = 2\mu N\cos\alpha \\ N = mg \cdot 27 tg\alpha \cdot \sin\alpha \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2N \cdot (\mu\cos\alpha - \sin\alpha) = mg \\ N = mg \cdot 27 \cdot tg\alpha \cdot \sin\alpha \end{cases} \div \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2(\mu\cos\alpha - \sin\alpha) = \frac{1}{27 \cdot tg\alpha \cdot \sin\alpha} \Rightarrow \mu\cos\alpha - \sin\alpha = \frac{\cos\alpha}{54 \cdot \sin^2\alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu\cos\alpha = \frac{\cos\alpha}{54 \cdot \sin^2\alpha} + \sin\alpha \Rightarrow \mu = \frac{1}{54\sin^2\alpha} + tg\alpha \;(****)$$

из основн. тригонометрич. тождества: $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1 \;|: \sin^2\alpha$

$\Rightarrow 1 + \frac{1}{tg^2\alpha} = \frac{1}{\sin^2\alpha}$ — подставим в (****) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \mu = \frac{1}{54} \cdot \left(1 + \frac{1}{tg^2\alpha}\right) + tg\alpha = \frac{1}{54} + \frac{1}{54 tg^2\alpha} + tg\alpha;$$

Введём замену $tg\alpha = t \Rightarrow \mu = \frac{1}{54} + \frac{1}{54t^2} + t$; (*****)

Чтобы найти минимальное μ возьмём производную по t и приравняем к 0

Итоговый балл ________ ________________ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-67
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физика», 11 класс,

(Продолжение задачи 1) $\Rightarrow -2\cdot\frac{1}{54}\cdot\frac{1}{t^3}+1=0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{1}{27t^3}=1 \Rightarrow t^3=\frac{1}{27} \Rightarrow t=\frac{1}{3}$ – подставим в (~~XXXXX~~)

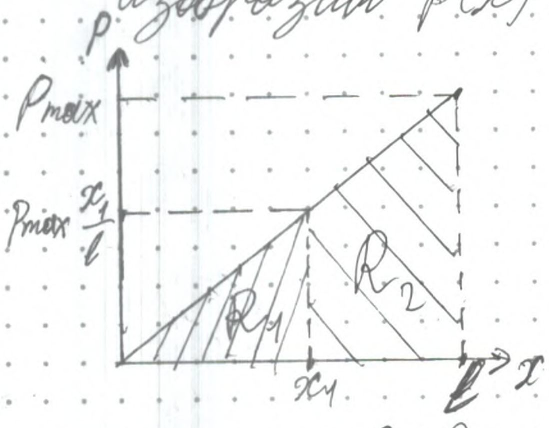
$\Rightarrow \mu=\frac{1}{54}+\frac{1}{54\cdot(\frac{1}{3})^2}+\frac{1}{3}=\frac{1}{54}+\frac{1}{6}^{9}+\frac{1}{3}^{18}=\frac{1+9+18}{54}=\frac{28}{54}=$

$=\frac{14}{27}\approx 0{,}52$

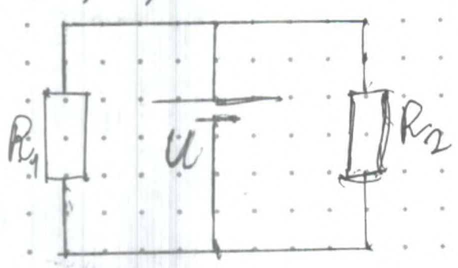
Ответ: 0,52

Задача №5

Изобразим $\rho(x)$ в виде графика:



Пусть x_1 – расстояние от левого края на котором установлен бегунок, тогда реостат делится на два резистора с сопротив. R_1 и R_2 равными соотв. заштрихованным площадям (см. график) $\Rightarrow$ можем перерисовать схему как:



$\Rightarrow P=P_1+P_2$; $P_1=\frac{U^2}{R_1}$; $P_2=\frac{U^2}{R_2} \Rightarrow$

$\Rightarrow P=\frac{U^2}{R_1}+\frac{U^2}{R_2}=U^2\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)$ (X)

Найдём R_1 и R_2 как площади треугольника и трапеции:

(Продолжение задания 5) $R_1 = \frac{1}{2} x_1 \cdot \rho_{max} \cdot \frac{x_1}{l} = \frac{\rho_{max} \cdot x_1^2}{2l}$

$R_2 = \frac{\rho_{max} + \rho_{max} \frac{x_1}{l}}{2} \cdot (l - x_1) = \frac{\rho_{max}}{2l} \cdot (l + x_1)(l - x_1) = \frac{\rho_{max}}{2l} \cdot$
$\cdot (l^2 - x_1^2)$; Подставим в $(*)$ $\Rightarrow$

$P = U^2 \cdot \left(\frac{2l}{\rho_{max} \cdot x_1^2} + \frac{2l}{\rho_{max} \cdot (l^2 - x_1^2)} \right) = \frac{2lU^2}{\rho_{max}} \cdot \left(\frac{l^2 - x_1^2 + x_1^2}{x_1^2 \cdot (l^2 - x_1^2)} \right) =$
$= \frac{2l^3 \cdot U^2}{\rho_{max}} \cdot \left(\frac{1}{x_1^2 l^2 - x_1^4} \right) \Rightarrow$ очевидно, что P – минимально при $x_1^2 l^2 - x_1^4$ – максимально; Подставим $x_1^2 = t \Rightarrow t \cdot l^2 - t^2$ – максимально, возьмём производную $\Rightarrow l^2 - 2t = 0 \Rightarrow t = \frac{l^2}{2} \Rightarrow x_1 = \sqrt{t} = \sqrt{\frac{l^2}{2}} = \frac{l}{\sqrt{2}}$
(x_1 очевидно не может быть < 0); Подставим данное значение в ур-ие для $P \Rightarrow P = \frac{2l^3 \cdot U^2}{\rho_{max}} \cdot$
$\cdot \left(\frac{1}{\left(\frac{l}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot l^2 - \left(\frac{l^4}{\sqrt{2}}\right)} \right) = \frac{2l^3 \cdot U^2}{\rho_{max}} \cdot \left(\frac{1}{\frac{l^4}{2} - \frac{l^4}{4}} \right) = \frac{2l^3 \cdot U^2}{\rho_{max}} \cdot \left(\frac{4}{l^4} \right) =$
$= \frac{8U^2}{l \rho_{max}}$

Ответ: на расстоянии $= \frac{l}{\sqrt{2}}$; минимальная мощность $=$
$= \frac{8 U^2}{l \rho_{max}}$

Задача №2

Т.к. сосуд теплоизолирован, то $\Delta U_1 + \Delta U_2 + A_1 + A_2 = 0$ т.к. тепло не уходит и не приходит. В то же время А первого газа является работой внешних сил для второго газа $\Rightarrow$ она равна отрицательной работе второго газа $\Rightarrow A_1 = -A_2 \Rightarrow A_1 + A_2 = 0 \Rightarrow$
$\Rightarrow \Delta U_1 + \Delta U_2 = 0 \quad (*)$

Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-67

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физика», 11 класс,

(Продолжение задачи №2)

$\Delta U_1 = \frac{i}{2}\nu R(T_1 - T_0) = \frac{i}{2}(\nu RT_1 - \nu RT_0) =$ (из ур-ия Менделеева-Клапейрона)

$= \frac{i}{2}(P_1V_1 - P_0V_0)$; $V_0 = \frac{l}{k+1}\cdot S$; $V_1 = \left(\frac{l}{k+1} + \Delta x\right)\cdot S \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta U_1 = \frac{i}{2}\cdot S\cdot\left(P_1\cdot\left(\frac{l}{k+1} + \Delta x\right) - P_0\frac{l}{k+1}\right)$

$\Delta U_2 = \frac{i}{2}\cdot\nu R(T_2 - T_0) = \frac{i}{2}(\nu RT_2 - k\nu RT_0) = \frac{i}{2}(P_2V_2 - P_0\cdot kV_0)$

$kV_0 = \frac{kl}{k+1}\cdot S$; $V_2 = \left(\frac{kl}{k+1} - \Delta x\right)\cdot S \Rightarrow \Delta U_2 = \frac{i}{2}\cdot S\cdot\left(P_2\cdot\left(\frac{kl}{k+1} - \Delta x\right) - P_0\cdot\frac{kl}{k+1}\right)$; Подставим в (*) $\Rightarrow$

$\frac{i}{2}S\left(P_1\cdot\left(\frac{l}{k+1} + \Delta x\right) - P_0\frac{l}{k+1}\right) = \frac{i}{2}S\left(P_0\frac{kl}{k+1} - P_2\left(\frac{kl}{k+1} - \Delta x\right)\right)$

$\Rightarrow P_1\cdot\left(\frac{l}{k+1} + \Delta x\right) - P_0\frac{l}{k+1} = \frac{P_0kl}{k+1} - P_2\left(\frac{kl}{k+1} - \Delta x\right) \Rightarrow$

$\Rightarrow P_1\left(\frac{l}{k+1} + \Delta x\right) + P_2\left(\frac{kl}{k+1} - \Delta x\right) = P_0\cdot l$

Задача №3 Мощность теплоотдачи пропорциональна площади поверхности и разности температур окр. среды и поверхности с которой происходит теплоотдача

~~Задача №1~~

~~Магнит в трубке замедлится~~

Задача №4

Магнит в трубке замедлится т.к. при пролетании будет изменяться ~~поле~~ магнитн. поток и создаваться в трубе ток, который по правилу Ленца будет препятствовать изменению поля и ⇒ пролетанию магнита.