алабуга
ОСОБАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗОНА

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф11 - 56

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

Данные участника

ID номер участника 1190801

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" 01 2025 г.

Шифр Ф11-56
(заполняется оргкомитетом)

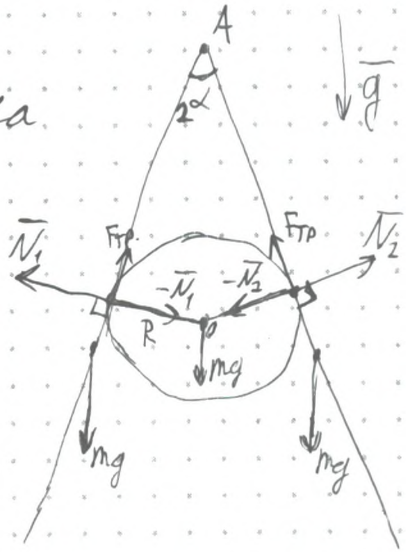
Оценка работы
(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	6	19	12	20	16											73
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

физика
(профиль олимпиады)

11
(класс участия)

№1



Рассмотрим силы, действующие на доски и брусок. Силы реакции опоры N_1 и N_2 равны в силу симметрии и направлены вдоль радиусов цилиндра. На цилиндр действуют силы трения.

Пусть угол между досками 2α.

В состоянии равновесия запишем правило моментов для досок отн. т. A.

$N_1=N_2=N$

$$mg\sin(\alpha)\frac{k}{2}R = N\cdot R\,ctg\alpha$$ ✓ +4

Равнодействующая сил для цилиндра:

$$2F_{тр}\cos\alpha = mg$$ +1

где $F_{тр}=\mu N$

Из ~~двух~~ системы ур-й получим условие равновесия

$$\mu k \sin^2\alpha = 1$$

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

При $\alpha \to \frac{\pi}{2}$ – $\frac{1}{k\sin^2\alpha}$ ~~достига~~ $\longrightarrow \frac{1}{k}$

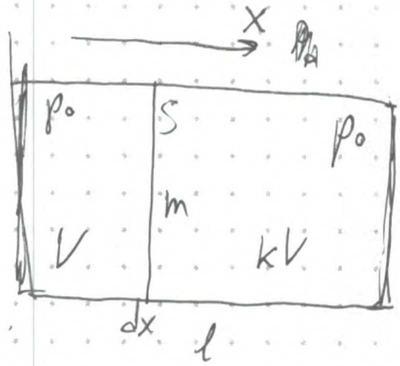
Тогда минимальный коэф. трения $\mu > \frac{1}{k}$

Само значение $\mu = \frac{1}{k}$ не достигается, т.к. в этом случае угол между досками развёрнутый, цилиндр начинает ~~своб~~ свободно падать.

Для $k = 54$:

$$\mu > \frac{1}{54}$$

№2



Каждый отсек теплоизолирован, следовательно, газ адиабатически расширяется и сжимается при малых колебаниях

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

Для левого отсека: $p_0 V^\gamma = p_1 (V + Sdx)^\gamma$

где $V = Sl\frac{1}{1+k}$

~~Через~~ Воспользуемся приближением:

~~$(1+\alpha)^\gamma \approx ((1+x)^\gamma)'_x dx$~~

~~$(1+\alpha)^\gamma \approx ((1+\alpha)^\gamma)'_\alpha d\alpha + 1 = 1 + \gamma\alpha$~~

Итоговый балл ________ ________________ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-56 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

$(1+d\alpha)^\gamma \approx ((1+d\alpha)^\gamma)'_\alpha d\alpha + 1 = 1+\gamma d\alpha \quad , \quad d\alpha \ll 1$

$$p_1 = p_0\left(\frac{Sl\frac{1}{1+k}}{Sl\frac{1}{1+k}+Sdx}\right)^\gamma = p_0\left(1-\frac{dx(1+k)}{l}\right)^\gamma =$$

$$= p_0\left(1-\frac{\gamma(1+k)}{l}dx\right)$$

Теперь для правого отсека:

$p_0V_2^\gamma = p_2(V_2-Sdx)^\gamma \qquad V_2 = Sl\frac{k}{1+k}$

$$p_2 = p_0\left(1+\frac{\gamma(1+k)}{kl}dx\right)$$

Запишем для поршня:

$ma_x = (p_1-p_2)S$

$$\ddot{x} = \frac{p_1-p_2}{m}S = -\frac{S}{m}\frac{\gamma dx}{l}\left(1+k+\frac{1+k}{k}\right)$$

~~Подставим~~

Это ур-е гармонических колебаний вида

$\ddot{x} = -w^2x$, где w - ~~част~~ циклическая частота колебаний

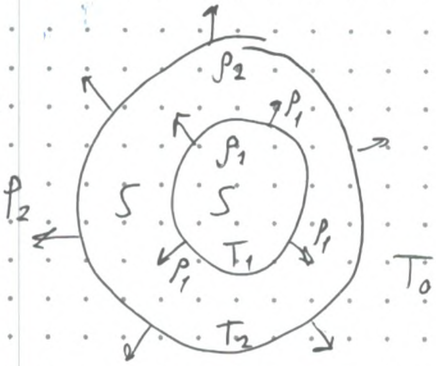
p_0 ?

Отсюда $w = \sqrt{\frac{S\gamma}{ml}\left(2+k+\frac{1}{k}\right)}$ где $\gamma = \frac{7}{5}$

Или $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{S\gamma}{ml}\left(2+k+\frac{1}{k}\right)}$

№3

Влиянием самоиндукции пренебрежем.
Рассмотрим мощность, выделяющуюся и передающуюся в каждой жиле.
Из равенства поперечных сечений выразим отношение радиусов и длин окружностей:



$$\frac{r}{R} = \sqrt{\frac{S}{2S}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \qquad R = \sqrt{2}\, r$$

$\cancel{P_1 = T_1}$ Пусть коэф-ы теплопроводности K_1 и K_2 — для ~~излучения~~ ~~мощности~~ перехода теплоты между жилами и от внешней жилы в окружающую среду $\left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}\right]$

Для ~~маленького~~ короткого среза цилиндра dl:

$$\begin{cases} P_1 = \left(\frac{\rho_{\text{эл.}1}\, dl}{S}\right) I_1^2 = K_1 (T_1 - T_2)\, 2\pi r\, dl \\ P_2 = \underbrace{\left(\frac{\rho_{\text{эл.}1}\, dl}{S}\right) I_1^2}_{P_1} + \left(\frac{\rho_{\text{эл.}2}\, dl}{S}\right) I_2^2 = K_2 (T_2 - T_0)\, 2\pi R\, dl \end{cases}$$

По условию примем $\rho_{\text{эл}1} = \rho_{\text{эл}2}$, $K_1 = K_2$

Для случая $I_1 = I_2 = I_0$, $T_1 = 45^\circ C$, $T_2 = 35^\circ C$

$$\frac{\rho_{\text{эл}}}{S} I_0^2 = K (T_1 - T_2)\, 2\pi r$$

$$\frac{\rho_{\text{эл}}}{S} (I_0^2 + I_0^2) = K (T_2 - T_0)\, 2\sqrt{2}\, \pi r$$

$$\frac{1}{2} = \frac{T_1 - T_2}{T_2 - T_0} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Отсюда найдем $\boxed{T_0} = T_2 - (T_1 - T_2)\sqrt{2} \approx \boxed{20{,}86^\circ C}$

Итоговый балл ________ ______________ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-56 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

Для случая $I_1 = I_2 = 2I_0$:

$T_0 \approx 20{,}86°C$

$T_1' = 90°C$

$$\frac{4I_0^2}{4I_0^2+4I_0^2} = \frac{T_1'-T_2'}{T_2'-T_0}\cdot\frac{1}{\sqrt2}$$

а) $$\boxed{T_2' = \frac{\sqrt2\,T_1 + T_0}{1+\sqrt2} = 61{,}36°C}$$

б) $\cancel{\frac{9I_0^2}{9I_0^2+16I_0^2}} =$
$$\begin{cases} \frac{\rho_{эл}}{S}(2I_0^2) = k(T_2 - T_0)\cdot 2\sqrt2\pi r \\ \frac{\rho_{эл}}{S}(18I_0^2) = k(T_2'' - T_0)\, 2\sqrt2\pi r \end{cases}$$

$$\boxed{T_2''} = \cancel{\frac{T_2 + 8T_0}{9}} = 9T_2 - 8T_0 \boxed{= 148{,}1°C}$$

$\cancel{T_1''} =$
$$\begin{cases} \frac{\rho_{эл}}{S}I_0^2 = k(T_1 - T_2)\cdot 2\pi r \\ \frac{\rho_{эл}}{S}\, 9I_0^2 = k(T_1'' - T_2'')\cdot 2\pi r \end{cases}$$

$$\boxed{T_1'' =}\ 9(T_1 - T_2) + T_2'' \boxed{= 238{,}1°C}$$

в) $$\frac{\rho_{эл}}{S}\cdot 16I_0^2 = k(T_1''' - T_2''')\cdot 2\pi r$$

$\cancel{\frac{\rho_{эл}}{S}16I_0^2 = k}$

$$\frac{\rho_{эл}}{S}\cdot 16I_0^2 = k(T_2''' - T_0)\cdot 2\sqrt2\pi r$$

$$\frac{T_1''' - T_2'''}{T_2''' - T_0} = \frac{1}{\sqrt2}$$

$$\boxed{T_2''' =}\ T_0 + 16(T_2 - T_0) \boxed{= 247{,}1°C}$$

$$\boxed{T_1''' =} \frac{(\sqrt2+1)T_2''' - T_0}{\sqrt2} = \boxed{407{,}1°C}$$

№4

$m, R, H, B_z(z), (d << R), \rho$

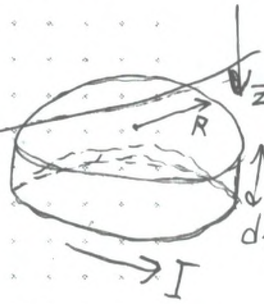
а) При приближении магнита к трубе, он начинает изменять ~~то~~ поток, пронизывающий сечение трубы. Это создает ~~ток в трубе~~ вихревое электрическое поле в трубе. Это поле создает ток, ток создает собственное магнитное поле, ~~на~~ в противоположном направлении по оси Oz

$$\dot{\Phi} = \dot{B}_z \pi R^2 = E\cdot 2\pi R \Rightarrow E = \frac{\dot{B}_z R}{2}$$

Или $|\mathcal{E}_{ind}| = |\dot{\Phi}| = |I| \frac{\rho_{эл}\cdot 2\pi R}{dl \cdot d} = |\dot{B}_z| \pi R^2$

$$|I| = \frac{|\dot{B}_z| \pi R^2 \cdot d}{\rho_{эл}} \qquad \boxed{|I| = \frac{|\dot{B}_z| d \cdot R \cdot dl}{2\rho_{эл}}}$$

$$|B_1| = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{2\pi R}{R^2} = \frac{\mu_0 I}{2R} = \frac{\mu_0 \dot{B}_z \pi R d}{2\rho_{эл}}$$



~~Цилиндр~~ Однако дальше это поле на движение магнита не влияет, т.к. сонаправлено с направлением движения.

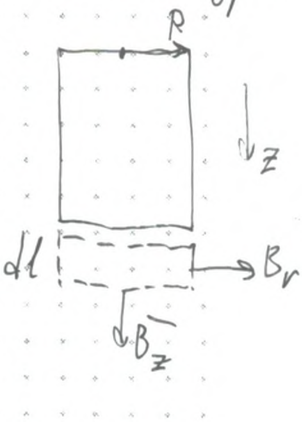
Цилиндр также создает радиально направленное магнитное поле, его можно найти из т. Гаусса для ~~малого~~ тонкого диска около торца цилиндра:

$$\Phi = 0 = (B_z(z+dl) - B_z(z))\pi R^2 + B_r \cdot 2\pi R \cdot dl$$

~~$dl << R$~~

Получим $dB_z R = -2B_r dl$

$$B_r = -\frac{R}{2}\dot{B}_z \text{ , где из графика } \dot{B}_z = -\frac{B_0}{2R}$$



Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-56

(заполняется оргкомитетом)

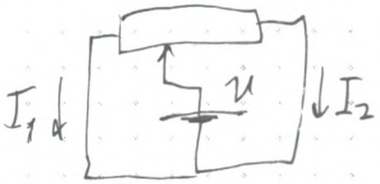
Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

№5

$\rho(x)=\rho_{MAX}\frac{x}{l}$, U



Запишем II правило Кирхгоффа для 2 контуров:

$$U = I_1 \cancel{\rho(x)} R(x)$$
$$U = I_2 R(\cancel{x}\; l-x)$$

Тогда суммарная мощность $P = I_1^2R(x)+I_2^2R(l-x) =$

$$= \cancel{\frac{U^2}{R(x)}+\frac{U^2}{R(l-x)}} \quad \frac{U^2}{R(x)}+\frac{U^2}{R(l)-R(x)}$$

Найдем зависимость $R(x)$

$$R(x)=\int_0^x \rho_{MAX}\frac{x'}{l}dx' = \rho_{MAX}\frac{x^2}{2l}$$

Подставим в $P(x)$:

$$\cancel{P(x) = U^2\left(\frac{2l}{\rho_{MAX}x^2}+\frac{2l}{\rho_{MAX}(l-x)^2}\right)}$$

~~Найдём производную:~~ $\cancel{P(x)}$ $\cancel{P'_x(x) = \frac{2lU^2}{\rho_{MAX}}\left(2\left((l-x)^{-3}-x^{-3}\right)\right)}$

$\cancel{P'_x(x)=0 \Leftrightarrow}$ $\cancel{3x^2-3lx+l^2=0}$ $(x-\frac{l}{2})(-2x^2+2lx-2l^2)=0$

$\cancel{\Leftrightarrow 2(x-\frac{l}{2})(x^2-lx+l^2)=0 \Leftrightarrow x=\frac{l}{2}}$

~~Остаётся проверить 3 точки: $X=0$, $x=l$, $x=\frac{l}{2}$~~

~~$P(0)\to\infty$~~ $\cancel{P(\frac{1}{2}l)=\frac{16U^2}{\rho_{max}l}}$

~~$P(l)\to\infty$~~

~~Ответ: $\frac{16U^2}{\rho_{max}l}$~~

V

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

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

Найдем $(P(x))'_x=\frac{2l^3U^2}{\rho_{max}}\left(-\frac{2}{x^3(l^2-x^2)}-\frac{1}{x^2(l^2-x^2)^2}\right)$

$(P(x))'_x=0$

$-2x^2(l^2-x^2)^2-x^3(l^2-x^2)=0$

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

$\cancel{4x^2+x}$ $2x^2-2l^2-x=0$

$\cancel{D=1+}$ $2x^2-x-2l^2=0$

$D=1+16=17$

$x=\frac{1\pm\sqrt{17}}{4}l$

Отрицательный корень смысла не имеет

Подставим в $P(x)$ $x=\frac{1+\sqrt{17}}{4}l$

Получим $P=$

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-56
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

... №4

Получим $\boxed{B_r = \frac{B_0}{4}}$

Теперь ток в трубе создает силу, действующую на трубу и на магнит, ~~которую можно~~ которая связана с найденным B_r:

$$F = 2\pi R I \cdot B_r$$

Подставим I и B_r:

$$F = 2\pi R \cdot \frac{\dot{B_z} \cdot d \cdot R\, dl}{2\rho_{эл}} \cdot \frac{B_0}{4}$$

$$(B_z)'_z = -\frac{B_0}{2R}$$

$$\begin{cases} dB_z = -\frac{B_0}{2R} dz \\ \frac{dz}{dt} = v \end{cases} \Rightarrow \boxed{\dot{B_z} = -\frac{B_0 v}{2R}}$$

$$|F| = \frac{\cancel{2}\pi R^2 d\, dz\, B_0^2}{4\rho_{эл.}} \frac{v}{2R} = \pi R^2 d$$

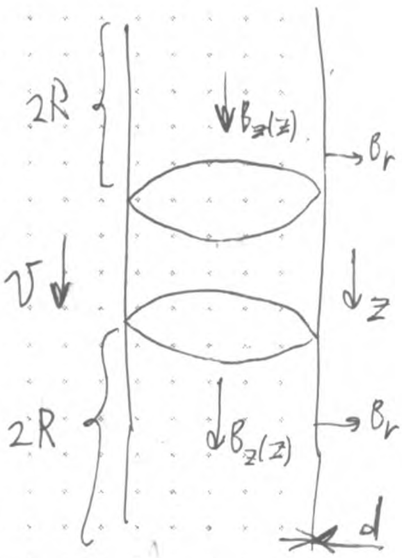
...

Рассмотрим участок трубы над и под магнитом

$$\boxed{\mathcal{E}_{ind} = I \cdot R_{эл} = -\dot{B}_z \cdot \pi R^2}$$

$$\boxed{R_{эл} = \frac{\rho_{эл} \cdot 2\pi R}{(2R+2R)\cdot d}}$$

– сопротивление участка трубы при возникновении вихревого тока.



На всём участке (не включая сам магнит)

$$\boxed{\dot{B}_z = -\frac{B_0}{2R} v}$$

...

Получим $\frac{\rho_{эл} \cdot 2\pi R}{4Rd} I = \frac{B_0}{2R} \cdot \pi R^2 v$

$$\frac{\rho_{эл}}{2d} I = \frac{B_0}{2} R v$$

$$\boxed{I = \frac{RB_0 d}{\rho_{эл}} v}$$

Теперь рассмотрим взаимодействие тока с радиальным полем B_r:

$B_r = \frac{B_0}{4}$ – как мы нашли ранее

...

$$\boxed{F} = 2\pi R \cdot I \, B_r = \frac{RB_0 d}{\rho_{эл}} v \, 2\pi R \cdot \frac{B_0}{4} =$$

$$\boxed{= \frac{\pi R^2 B_0^2 d}{2\rho_{эл}} v}$$

– эта сила приложена к трубе ~~к~~, а также к цилиндру в противоположном направлении

б) В этом случае сила F уравновешивает силу тяжести: $\boxed{mg = F}$

Итоговый балл ________ ______________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-56

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

N4

$$\frac{\pi R^2 B_0^2 d}{2\rho_{эл}} v = mg$$

$$v = \frac{2mg\rho_{эл}}{\pi R^2 B_0^2 d}$$, где d – толщина трубы

в) ~~Найдём работу силы F:~~

$$\cancel{A = \int F dx = \int \frac{\pi R^2 B_0^2 d}{2\rho_{эл}} v\, dx}$$

$$a = g - \frac{F}{m} = g - \frac{\pi R^2 B_0^2 d}{m \cdot 2\rho_{эл}} v \quad \Big| \cdot dt$$

$$a\,dt = g\,dt - \frac{\pi R^2 B_0^2 d}{2m\rho_{эл}} v\,dt$$

$$dv = g\,dt - \frac{\pi R^2 B_0^2 d}{2m\rho_{эл}} dx$$

Однако если скорость v велика, то ур-е сводится к:

$$dv = -\frac{\pi R^2 B_0^2 d}{2m\rho_{эл}} dx$$

$$\Delta v = -\frac{\pi R^2 B_0^2 d}{2m\rho_{эл}} \Delta x$$

тогда $\Delta v = \frac{v}{2} = \frac{\sqrt{2gH}}{2}$

$$-\sqrt{\frac{gH}{2}} = -\frac{\pi R^2 B_0^2 d}{2m\rho_{эл}} \Delta x$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф7 - 17

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

Данные участника

ID номер участника 728444

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 Ф7-17
(заполняется оргкомитетом)

Оценка работы

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	25	25	25	25												100
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика
(профиль олимпиады)

7
(класс участия)

Задание 3:

Дано:

$m_1 = 2$ кг
$\Delta l_1 = 4$ см $= 0{,}04$ м
$m_2 = 3$ кг
$\Delta l_2 = 5$ см $= 0{,}05$ м
$m_3 = 6$ кг

Найти:
$\Delta l_3 - ?$

Решение: Задание 3:

$F = k\Delta l$

$\Delta l = \frac{F}{k}$

$F = F_T = mg$

$F_1 = 2кг \cdot 10 \frac{м}{с^2} = 20 Н$

$\Delta l_1 = \frac{F}{k_1} + \frac{F}{k_1}$

$0{,}04 м = \frac{20 Н}{k_1} \cdot 2$

$0{,}04 м = \frac{40 Н}{k_1}$

$k_1 = \frac{40 Н}{0{,}04 м}$

$k_1 = 1000 \frac{Н}{м}$

$F_2 = \cancel{3кг}\, m_2 g = 3 кг \cdot 10 \frac{м}{с^2} = 30 Н$

$\Delta l_2 = \frac{F_2}{k_1} + \frac{F_2}{k_2} = \frac{30 Н}{1000 \frac{Н}{м}} + \frac{30 Н}{k_2}$

$0{,}05 м = \frac{30 Н}{1000 \frac{Н}{м}} + \frac{30 Н}{k_2}$

$0{,}02 м = \frac{30 Н}{k_2}$

$k_2 = \frac{30 Н}{0{,}02 м} = 1500 \frac{Н}{м}$

$$\Delta l_3 = \frac{F_3}{k_1} + \frac{F_3}{k_1} + \frac{F_3}{k_2}$$

$$F_3 = m_3 g = 6\,кг \cdot 10\,\frac{м}{с^2} = 60\,Н$$

$$\Delta l_3 = \frac{60\,Н}{1000\,\frac{Н}{м}} + \frac{60\,Н}{1000\,\frac{Н}{м}} + \frac{60\,Н}{1500\,Н}$$

$$\Delta l_3 = 0{,}06\,м + 0{,}06\,м + 0{,}04\,м$$

$$\Delta l_3 = 0{,}16\,м$$

Ответ: 0,16 м

Задание 2:

Дано:
доска 5×5 $m = 13$ кг
доска 7×7 $m = 25{,}5$ кг

Найти:
$m_ч = ?$
$m_б = ?$

Решение:
$m_ч$ – масса чёрного куба, $m_б$ – масса белого куба.
Доски квадратные, поэтому кол-во чёрных и белых кубов отличается не более, чем на 1. => 7·7=49 = 25+24; 5·5=25 = 13+12
Есть 4 разных случая: ~~49=24+25; 25=13+12~~

1) $13m_б + 12m_ч = 13$ кг
$25m_б + 24m_ч = 25{,}5$ кг

2) $13m_б + 12m_ч = 13$ кг
$25m_ч + 24m_б = 25{,}5$ кг

3) $12m_б + 13m_ч = 13$ кг
$25m_ч + 24m_б = 25{,}5$ кг

4) $12m_б + 13m_ч = 13$ кг
$25m_б + 24m_ч = 25{,}5$ кг

Заметим, что 1 и 3, 2 и 4 случаи зеркальные, т.е. если мы найдём массу кубов в одном из случаев, в другом просто нужно поменять местами $m_ч$ и $m_б$.
Разберём ~~1-го~~ 1-ый случай:

$13m_б + 12m_ч = 13$ кг
$25m_б + 24m_ч = 25{,}5$ кг
Из 2-го вычтем 2 первого:
$-0{,}5$ кг $= -m_б$
$m_б = 0{,}5$ кг Белый куб с массой ~~весом~~ 0,5 кг =>
$$m_ч = \frac{13 - 0{,}5 \cdot 13}{12}$$

$m_ч = \frac{13}{24}$ кг Аналогично в 3 случае
$m_б = \frac{13}{24}$ кг, $m_ч = 0{,}5$ кг

Итоговый балл _______ _______________ (подпись председателя жюри)

Шифр ОР 7 - 17 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 7 класс,

вариант ________

Зад 2. продолжение.

Рассмотрим (2) случай:

$13m_б + 12m_ч = 13$ кг

$25m_ч + 24m_б = 25{,}5$ кг

Вычтем из 2-го 2 первых:

$-0{,}5 = -2m_б + m_ч$

$m_ч = 2m_б - 0{,}5$

Подставляем в 1-е:

$(2m_б - 0{,}5)12 + 13m_б = 13$ кг

$24m_б - 6 + 13m_б = 13$ кг

$37m_б = 19$ кг

$m_б = \frac{19}{37}$ кг

$m_ч = 2\cdot\frac{19}{37} - 0{,}5 = \frac{19{,}5}{37}$ кг $= \frac{39}{74}$ кг

Аналогично в (4) случае:

$m_б = \frac{39}{74}$ кг, $m_ч = \frac{19}{37}$ кг

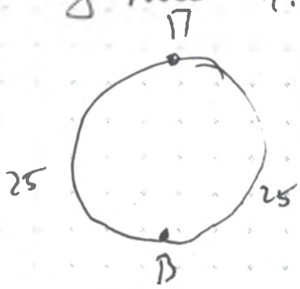
Ответ: ~~один белый~~ $m_{белого} = 0{,}5$ кг, $m_{черного} = \frac{13}{24}$ кг или $m_{белого} = \frac{13}{24}$ кг и $m_{черного} = 0{,}5$ кг или: $m_{бел} = \frac{39}{74}$ кг, $m_{черного} = \frac{19}{37}$ кг или $m_{бел} = \frac{19}{37}$ кг и $m_ч = \frac{39}{74}$ кг.

Задание 1:

Дано:	Решение:
$P = 1000\sqrt{3}$ Н	$p = \frac{F}{S}$
$p_1 = 4000$ Па	$F = F_т = P = 1000\sqrt{3}$ Н
$p_2 = 1500$ Па	$p_2 = \frac{P}{S_{осн}}$
Найти: $V_{пр} = ?$	

продолжение на листе >

Задание 4:



Если Петя и Вася всегда в диаметрально противоположных точках, то между ними $S = 50/2 = 25$ м.

До первой встречи пес будет бежать: $25/9-5 = \frac{25 \text{ м}}{4 \text{ м/с}}$. Далее, сменит направление, будет бежать до Пети $\frac{25}{9+5} = \frac{25 \text{ м}}{14 \text{ м/с}}$, далее до Васи со $v = 8$ м/с: $\frac{25}{8+5} = \frac{25}{13}$, далее сменит направление и бежит до Пети $\frac{25}{8-5} = \frac{25 \text{ м}}{3 \text{ м/с}}$. Итого за 2 встречи с Васей пес потратил, далее все повторится по кругу.

$\frac{25}{4} + \frac{25}{14} + \frac{25}{13} + \frac{25}{3}$ сек, при чем общее время это, которое нужно найти: т.к. в конце не надо бежать до Пети

$$\left(\frac{25}{4} + \frac{25}{14} + \frac{25}{13} + \frac{25}{3}\right)25 - \frac{25}{3}$$

$$\frac{25}{4} + \frac{25}{14} + \frac{25}{13} + \frac{25}{3} = 6\frac{1}{4} + 1\frac{11}{14} + 1\frac{12}{13} + 8\frac{1}{3} =$$

$$= 16\frac{637}{1092} + \frac{858}{1092} + \frac{1008}{1092} = 18\frac{319}{1092} \text{ сек} = \frac{19975}{1092} \text{ сек}$$

$$\frac{19975}{1092} \text{ сек} \cdot 25 = \frac{499375}{1092} \text{ сек}$$

$$\frac{25}{3} = \frac{9100}{1092}$$

$$\frac{499375}{1092} - \frac{9100}{1092} = \frac{490275}{1092} \text{ сек} = \frac{163425}{364} \text{ сек} =$$

$$= 446\frac{81}{364} \text{ секунд}$$

Ответ: $446\frac{81}{364}$ секунд.

Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф7-17

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 7 класс,

Задание 1. продолжение. Пусть – h - высота призмы, a - длина ребра.

$$p_2 = \frac{P}{S_{осн}} = \frac{1000 \cdot \sqrt{3}\ H}{\frac{3 \cdot \sqrt{3} \cdot a^2}{2}} = \frac{2000\ H}{3a^2} = 1500\ Па$$

$$3a^2 = \frac{2000}{1500}$$

$$a^2 = \frac{2000}{4500} = \frac{4}{9} = \left(\frac{2}{3}\right)^2$$

$$a = \frac{2}{3}\ м$$

$$p_1 = \frac{P}{ah} = \frac{1000 \cdot \sqrt{3}\ H}{\frac{2}{3} \cdot h} = 4000\ Па$$

$$\frac{2}{3} \cdot h = \frac{1000\sqrt{3}\ H}{4000\ Па}$$

$$h = \frac{3000\sqrt{3}\ H}{8000\ Па} = \frac{3}{8} \cdot \sqrt{3}$$

$$V_{пр} = S_{осн} \cdot h = \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^2 \cdot \frac{3}{8} \cdot \sqrt{3}$$

$$\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = 3 \Rightarrow$$

$$V_{пр} = \frac{3}{2} \cdot \frac{4}{9} \cdot \frac{3}{8} \cdot 3 = \frac{3}{4} = 0{,}75\ м^3$$

Ответ: 0,75 м³

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф10 - 52

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

Данные участника

ID номер участника 1089261

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" ЯНВАРЯ 2026 г.

Шифр Ф 10-52
(заполняется оргкомитетом)

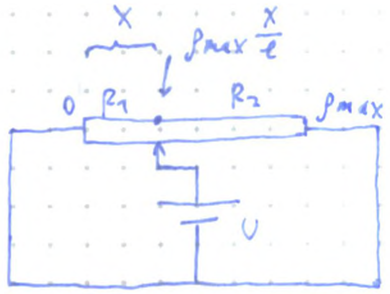
Оценка работы

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

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

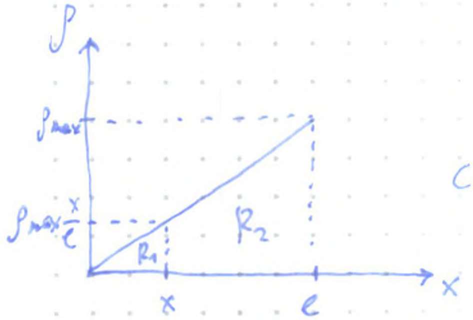
ФИЗИКА
(профиль олимпиады)

10
(класс участия)



№4

R_1 и R_2 параллельно соединены, тогда на каждом из них напряжение U, а мощности равны $P_1 = \frac{U^2}{R_1}$ и $P_2 = \frac{U^2}{R_2}$. Суммарная мощность равна: $P = \frac{U^2}{R_1} + \frac{U^2}{R_2}$. Если рассмотреть график $\rho(x)$, то площадь под ним будет равна сопротивлению резисторов. $R_1 = \rho_{max}\frac{x}{\ell}\cdot x$,



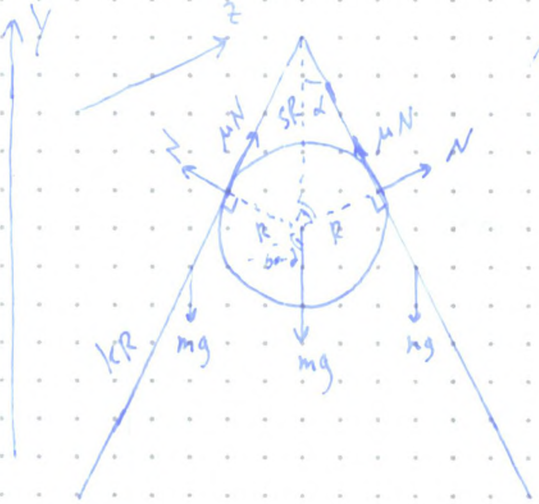
$$R_2 = \frac{\rho_{max} + \rho_{max}\frac{x}{\ell}}{2}(\ell - x) = \frac{\rho_{max}\left(\frac{x+\ell}{\ell}\right)(\ell^2 - x)}{2}.$$

$$\frac{P}{U^2} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{\frac{\rho_{max}\cdot x^2}{2\ell}} + \frac{1}{\frac{\rho_{max}(x+\ell)(\ell-x)}{2\ell}} =$$

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

$= \frac{2\ell^3}{\rho_{max}}\cdot\frac{1}{x^2(\ell^2 - x^2)}$, из соображений симметрии для минимума: $x^2 = \ell^2 - x^2 \Rightarrow x = \frac{1}{\sqrt{2}}\ell \Rightarrow P = \frac{2\ell^3}{\rho_{max}}\cdot\frac{1}{\frac{1}{2}\ell^2(\ell^2 - \frac{1}{2}\ell^2)}$

$$= \frac{2\ell^3}{\rho_{max}}\cdot\frac{1}{\frac{1}{2}\ell^2\cdot\frac{1}{2}\ell^2} = \frac{8\ell}{\rho_{max}}$$



№3

II з.Н: O_y: $2\mu N\cos\alpha = mg$

O_z: $N = mg\sin\alpha$

$2\mu \cancel{mg}\sin\alpha\cos\alpha = \cancel{mg}$

$$\mu = \frac{1}{2\sin\alpha\cos\alpha}$$

$$\mu = \frac{1}{2\cdot\frac{R}{SR}\cdot\frac{R\sqrt{S^2-1}}{SR}}$$

$$\mu = \frac{1}{2\cdot\frac{1}{\sqrt5}\cdot\frac{2}{\sqrt5}}$$

$$\mu = \frac{5}{4} > 1 \ ?$$

При $S < S_{min}$ нам потребуется больший μ для удержания бревна, также $S \le \sqrt{k^2+1}\,R$, иначе бревно просто выскользнет, поскольку не будет достаточной площади контакта, таким образом $S \in [\sqrt5 R; \sqrt{2501}\,R]$

№1

II з.Н: $mg\sin\alpha = ma\cos\alpha + \mu N$

$N = ma\sin\alpha + mg\cos\alpha$

$\cancel{m}g\sin\alpha = \cancel{m}a\cos\alpha + \mu \cancel{m}a\sin\alpha + \mu \cancel{m}g\cos\alpha$

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

$$a = \frac{\sin\alpha - \mu\cos\alpha}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha}\,g = 50\sqrt3 - 80 \text{ м/с}^2 \approx 6{,}6 \text{ м/с}^2$$

$\mu d g = 9 \text{ м/с}^2 > 6{,}6 \text{ м/с}^2$

$$P = \frac{ma\cdot S}{t} = \frac{ma\cdot\frac{at^2}{2}}{t}$$

$P = m\cdot(\mu d g)^2\cdot t$

а) $t = \dfrac{P}{m(\mu d g)^2} = 185{,}2 \text{ с}$

$$P_{min} = \frac{m\cdot a\cdot S}{t}$$

б) $P_{min} = m a^2 t$

$$t = \frac{P_{min}}{m a^2}$$

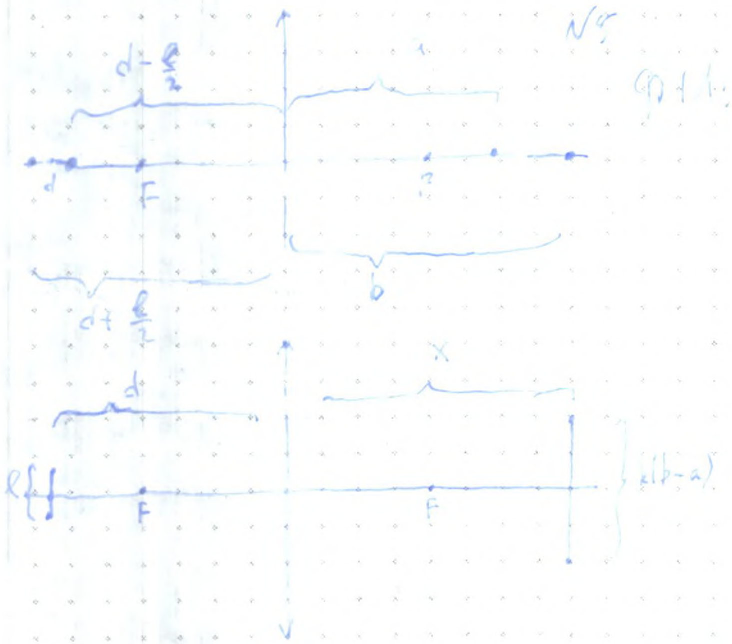
Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф10-52
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «______________________», ______ класс,

вариант ________



№5

$$\begin{cases} \frac{1}{F} = \frac{1}{d-\frac{l}{2}} + \frac{1}{a} \\ \frac{1}{F} = \frac{1}{d+\frac{l}{2}} + \frac{1}{b} \\ \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{x} \\ \frac{x}{d} = \frac{k(b-a)}{l} \end{cases}$$

$$\begin{cases} a = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{d-\frac{l}{2}}} \\ b = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{d+\frac{l}{2}}} \\ \frac{1}{x} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \\ \frac{x}{d} = \frac{k(b-a)}{l} \end{cases}$$

$$\begin{cases} a = \frac{F(2d-l)}{2d-l-2F} \\ b = \frac{F(2d+l)}{2d+l-2F} \\ x = \frac{Fd}{d-F} \\ \frac{x}{d} = \frac{k(b-a)}{l} \end{cases}$$

$$\frac{Fl}{(d-F)k} = \frac{F(2d+l)}{2d+l-2F} - \frac{F(2d-l)}{2d-l-2F}$$

$$\frac{Fl}{(d-F)k} = F\frac{(2d+l)(2d-l-2F)-(2d-l)(2d+l-2F)}{(2d+l-2F)(2d-l-2F)}$$

$$\frac{l}{(d-F)k} = \frac{4d^2-\cancel{2dl}-4dF+\cancel{2dl}-l^2-2Fl-4d^2-\cancel{2dl}+4dF+\cancel{2dl}+l^2-2Fl}{4d^2-2dl-4dF+2dl-l^2-\cancel{2Fl}-4dF+\cancel{2Fl}+4F^2}$$

$$\frac{l}{(d-F)k} = \frac{-4Fl}{4d^2-8dF-l^2+4F^2}$$

$$4d^2l-8dFl-l^3+4F^2l = -4Fdk+4F^2k$$

$$d^2\cdot 4l + d(4Fk-8Fl)+4F^2l-4F^2k-l^3=0$$

$$D = (4Fk-8Fl)^2-4\cdot 4l\cdot(4F^2l-4F^2k-l^3) =$$

$$= 16F^2k^2 - \cancel{64F^2kl} + \cancel{64F^2l^2} - \cancel{64F^2l^2} + \cancel{64F^2lk} + 16l^4 = (4l)^2(F^2k^2+l^2)$$

$$d = \frac{8Fl-4Fk-4l\sqrt{F^2k^2+l^2}}{8l} = \frac{2Fl-Fk+l\sqrt{F^2k^2+l^2}}{4l} =$$

$$= \frac{2F-Fk+\sqrt{F^2k^2+l^2}}{4}$$

№2

По закону Джоуля Ленца $P = I^2R$, значит мощность, выделяемая на проводах растет пропорционально квадрату тока: $P \sim I^2$.

По закону Ньютона-Рихмана:

$$\begin{cases} P = \alpha(T_{в_1} - T_{н_1}) \\ P = \alpha(T_{н_1} - T_c) \\ 4P = \alpha(T_{в_2} - T_{н_2}) \\ 4P = \alpha(T_{н_2} - T_c) \\ 9P = \alpha(T_{в_3} - T_{н_3}) \\ 9P = \alpha(T_{н_3} - T_c) \\ 16P = \alpha(T_{в_4} - T_{н_4}) \\ 16P = \alpha(T_{н_4} - T_c) \end{cases}$$

$T_{в_1} - T_{н_1} = T_{н_1} - T_c$

$T_c = 2T_{н_1} - T_{в_1} = 25°C$

$T_{в_2} - T_{н_2} = T_{н_2} - T_c$

а) $T_{н_2} = \frac{T_{в_2} + T_c}{2} = 57{,}5°C$

$T_{в_3} - T_{н_3} = 9(T_{в_1} - T_{н_1})$

$T_{н_3} - T_c = 5(T_{в_1} - T_{н_1})$

б) $T_{н_3} = T_c + 5(T_{в_1} - T_{н_1}) = 115°C$

$T_{в_3} = 205°C$

в) $T_{н_4} = T_c = 25°C$

$T_{в_4} = \frac{16P}{\alpha} + T_{н_4} = 175°C$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф11 - 57

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

Данные участника

ID номер участника 1174056

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" января 2026 г.

Шифр Ф11-57
(заполняется оргкомитетом)

Оценка работы

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	20	—	20	15	14											69
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

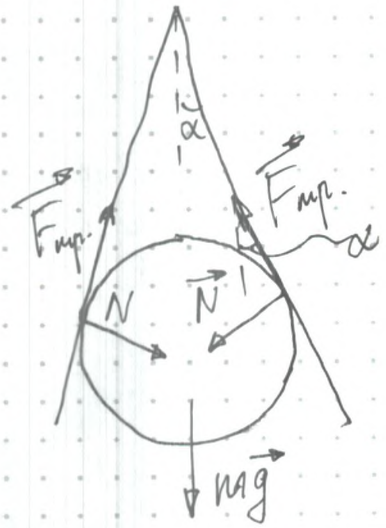
Физика
(профиль олимпиады)

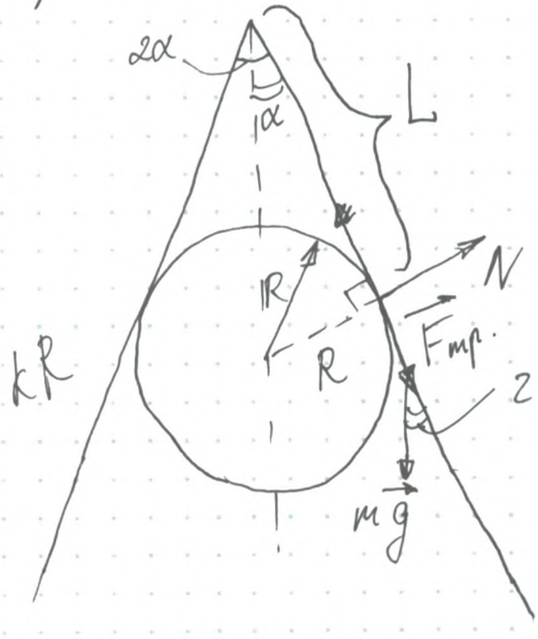
11
(класс участия)

№1 Дано: R; kR; $m_д = m_{об.}$

μ_{min} — ? $(k=54)$

Пусть угол между досками равен 2α.





Рассмотрим моменты сил отн. петли для доски:

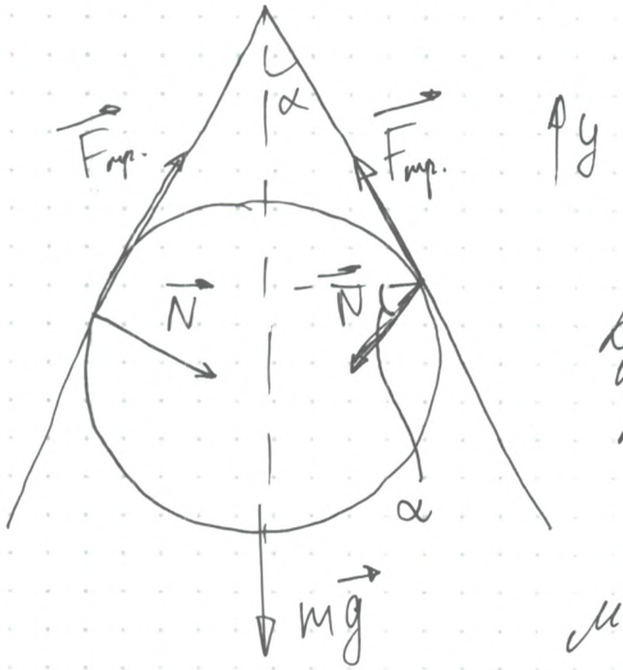
$NL = \frac{kR}{2} mg \sin\alpha$; $L = \frac{R}{tg\alpha} \Rightarrow N\frac{R}{tg\alpha} = \frac{kR}{2} mg \sin\alpha \Rightarrow$

$N = \frac{k}{2} mg \sin\alpha \, tg\alpha$; $F_{тр.} = \mu N = \mu mg \frac{k}{2} \sin\alpha \, tg\alpha$

Сдано ~~5~~ 4 листов

D.Арсеф
подпись участника

подпись наблюдателя в аудитории



Запишем II З. Н. для OY:

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

$$2\mu mg\frac{k}{2}\sin\alpha\,\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}\cos\alpha = 2N\sin\alpha + \cancel{mg} + mg$$

$$k\mu mg\sin^2\alpha = kmg\sin^2\alpha\, tg\alpha + mg$$

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

$$\mu = \cancel{k}\, tg\alpha + \frac{1}{k\sin^2\alpha}$$

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

$$\mu'(\alpha) = \frac{1}{\cos^2\alpha} - \frac{1}{k}\cdot\frac{2\cos\alpha}{\sin^3\alpha} = \frac{k\sin^3\alpha - 2\cos^3\alpha}{k\cos^2\alpha\sin^3\alpha} \quad (\alpha\in[0^\circ;90^\circ])$$

Найдём нули производной: $k\sin^3\alpha - 2\cos^3\alpha = 0$

$k\sin^3\alpha = 2\cos^3\alpha$ (рассматривать случаи, когда $\alpha = 90^\circ$ и $\alpha = 0^\circ$ нет смысла)

$$tg^3\alpha = \frac{2}{k} \quad (\alpha\in(0^\circ;90^\circ)) \Rightarrow tg\alpha > 0 \Rightarrow tg\alpha = \sqrt[3]{\frac{2}{k}}$$

$\alpha = arctg\left(\sqrt[3]{\frac{2}{k}}\right)$ — точка ~~максимума~~ минимума

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

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

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

$$k = 54:\ \mu_{min} = \sqrt[3]{\frac{2}{54}} + \frac{1}{54}\,\frac{1}{\sin^2\left(arctg\left(\sqrt[3]{\frac{2}{54}}\right)\right)} = \boxed{\frac{14}{27} \approx 0{,}519}$$

Ответ: $\frac{14}{27} \approx 0{,}519$.

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-57
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

№3 Дано: ~~Al~~ $S_1 = S_2 = S$

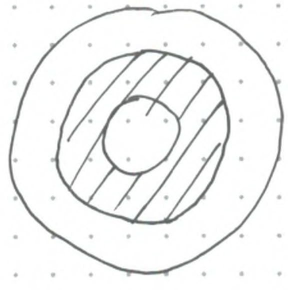
$I_0: t_1 = 45°C;\ t_2 = 35°C$

$2I_0: t_1' = 90°C$

а) t_2' – ?

б) $\tau_1;\ \tau_2$ – ? ($3I_0$)

в) $T_1;\ T_2$ – ? ($I_1 = 4I_0;\ I_2 = 0$)



$t_в$

Мощность теплопередачи линейно зависит от Δt

~~$I_0: dP_{пр.} = k(t_2 - t_1)\,dS\,dL$~~

~~$dP_в = g(t_в - t_2)\,dS\,dL$; k и g – некоторые коэф.~~

~~$dP_1 = I_0^2 dR$~~; $dR = \rho dl$

$I_0: dP_{пр.} = k(t_1 - t_2)dl;\ dP_в = g(t_2 - t_в)dl$, где k и g – некоторые коэф.

$dP_1 = I_0^2 dR = I_0^2 \frac{\rho}{S} dl \xrightarrow{(\alpha = \frac{\rho}{S})} dP_1 = I_0^2 \alpha dl;\ dP_2 = I_0^2 \alpha dl$

Т.к. температура постоянна: $dP_{пр.} = dP_1$

$dP_2 + dP_{пр.} = dP_в$; $\quad k(t_1 - t_2)dl = I_0^2 \alpha dl$

$dP_1 + dP_2 = dP_в$; $\quad k(t_1 - t_2) = I_0^2 \alpha$

$2I_0^2 \alpha dl = g(t_в - t_2)dl \Rightarrow 2I_0^2 \alpha = g(t_2 - t_в)$

$2I_0: dP_1' = 4I_0^2 \alpha dl = 4dP_1$

$k(t_1' - t_2')dl = 4I_0^2 \alpha dl \Rightarrow t_1' - t_2' = \frac{4I_0^2 \alpha}{k}$

$k = \frac{I_0^2 \alpha}{t_1 - t_2} \Rightarrow t_1' - t_2' = 4(t_1 - t_2) \Rightarrow t_2' = t_1' - 4(t_1 - t_2) = \boxed{50°C}$

$3I_0: dP_1'' = dP_2'' = \cancel{9P_1 = 9P_2}\ 9dP_1 = 9dP_2$

$dP_в' = dP_1' + dP_2' = 8I_0^2 \alpha dl = g(t_2' - t_в)dl;\ 2I_0^2 \alpha = g(t_2 - t_в)$

$g = \frac{8I_0^2 \alpha}{t_2' - t_в} = \frac{2I_0^2 \alpha}{t_2 - t_в} \Rightarrow \frac{4}{t_2' - t_в} = \frac{1}{t_2 - t_в}$

$$4t_2' - 4t_б = t_2' - t_б \Rightarrow 3t_б = 4t_2 - t_2' \Rightarrow t_б = \frac{4t_2 - t_2'}{3}$$

$t_б = \underline{30°C}$

$$g = \frac{2I_0^2\alpha}{t_2 - t_б} \quad ; \quad dP_1'' = 9I_0^2\alpha\, dl \; ; dP_{тр}'' = k(\tau_1 - \tau_2)dl$$

$$dP_б'' = g(\tau_2 - t_б)dl$$

$dP_б'' = dP_2'' + dP_{тр}''$; $dP_1'' = dP_{тр}''$

$$dP_б'' = dP_2'' + dP_1'' \Rightarrow g(\tau_2 - t_б)\cancel{dl} = 18I_0^2\alpha\,\cancel{dl}$$

$$\tau_2 - t_б = \frac{18I_0^2\alpha}{g} = \frac{18I_0^2\alpha}{2I_0^2\alpha}(t_2 - t_б) = 9(t_2 - t_б)$$

$$\tau_2 - t_б = 9t_2 - 9t_б \Rightarrow \tau_2 = 9t_2 - 8t_б = \boxed{75°C}$$

$$k(\tau_1 - \tau_2) = 9I_0^2\alpha$$

$$\tau_1 - \tau_2 = \frac{9I_0^2\alpha}{I_0^2\alpha}(t_1 - t_2) = 9(t_1 - t_2) = 9t_1 - 9t_2$$

$$\tau_1 = \tau_2 + 9t_1 - 9t_2 = \boxed{165°C}$$

в) $dP_1''' = 16I_0^2\alpha\, dl$; $P_2''' = 0$; $dP_{тр}''' = k(T_1 - T_2)dl$

$dP_б''' = g(T_2 - t_б)dl$

$dP_1''' = dP_{тр}'''$; $dP_{тр}''' = dP_б''' \Rightarrow dP_1''' = dP_б'''$

$$16I_0^2\alpha = g(T_2 - t_б) \Rightarrow T_2 - t_б = \frac{16I_0^2\alpha}{g} = 8(t_2 - t_б)$$

$$T_2 = 8t_2 - 8t_б + t_б = 8t_2 - 7t_б = \boxed{70°C}$$

$$k(T_1 - T_2) = 16I_0^2\alpha$$

$$T_1 - T_2 = 16(t_1 - t_2) = T_1 - T_2 = 16t_1 - 16t_2$$

$$T_1 = 16t_1 - 16t_2 + T_2 = \boxed{230°C}$$

Ответ: $t_2' = 50°C$; $\tau_1 = 165°C$; $\tau_2 = 75°C$; $T_1 = 230°C$; $T_2 = 70°C$ (Пояснение: dl — это малая длина проводника. По сути мощность теплопередачи зависит ещё и от площади контакта, равная $2\pi r_1 dl$, ~~но кон~~ или $2\pi r_2 dl$, но $2\pi r_1$ и $2\pi r_2$ заключенны в константы k и g).

Итоговый балл ________ ______________

(подпись председателя жюри)

Шифр 911-57

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике **», 11 класс,**

№4 Дано: $m; R; H; \rho; d \ll R$

а) $x(t)$ — ? (качественно)

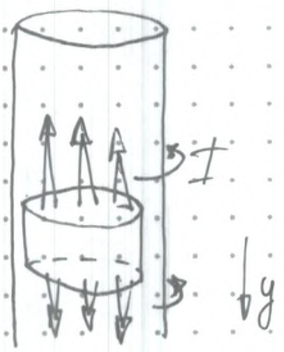
б) ϑ_s — ?

в) $\tau_{1/2}$

а) 1) Сначала движение магнита будет описываться, как прямолинейное равноускоренное движение под действием силы тяжести

2) При входе в магнит, в трубке будут появляться вихревые токи, которые будут создавать магнитное поле против движения магнита. Здесь магнит движется неравноускоренно, т.к. ~~магнитное поле~~ ~~будет~~ область ~~про~~ появлений вихревых токов будет увеличиваться

3) После того, как ~~все~~ вся область действия ~~магнитного~~ поля ~~будет~~ магнитика будет в трубке, магнитик будет двигаться с ускорением, которое по мере движения будет стремиться к нулю, т.к.:



$F_м \sim B_{вi}$; $B_{вi} \sim I_в$; $I_в \sim \vartheta$ (т.к. $I_в \sim \frac{d\Phi}{dt} \sim \vartheta$, ~~потому что поле магнита~~)

Выходит, $F_м \sim \vartheta$

$ma = mg - F_м = mg - k\vartheta \Rightarrow \dot{a} = -\frac{k}{m}a \Rightarrow$

$\Rightarrow$ ~~$a = -\frac{k}{m}$~~ $\ln a = -\frac{k}{m}\int dt = -\frac{k}{m}t + \ln C_0$

$a = C_0 e^{-\frac{k}{m}t}$; где k — некоторая постоянная

$\vartheta = \int C_0 e^{-\frac{k}{m}t} dt = -C_0 \frac{m}{k} e^{-\frac{k}{m}t} + C_1$

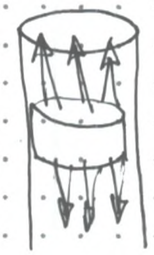
~~Проинтегрировав ещё раз, получится уравнение движения магнитика.~~

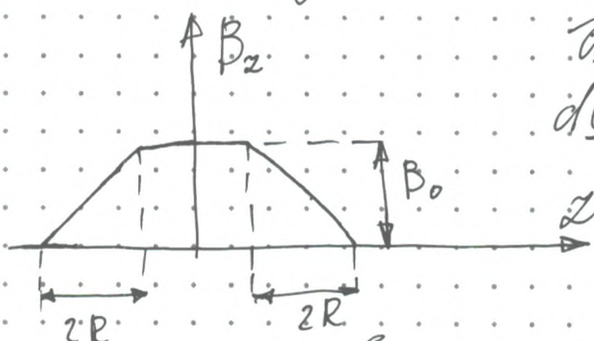
Скорость магнитика будет меняться экспоненциально, а значит ~~через боль~~ движение магнитика всё время будет стремиться к равномерному.

б) $\vartheta_s = \lim\limits_{t\to\infty}\left(-C_0\frac{m}{k}e^{-\frac{k}{m}t}+C_1\right) = C_1$

$\vartheta(0)=\vartheta_0 = -C_0\frac{m}{k}+C_1$; $a_0 = C_0$

~~ϑ_0 буде~~ $\vartheta_0 \approx \sqrt{2gH}$





~~$d\Phi$~~ $dB = \frac{B_0}{2R}\vartheta dt$

$d\Phi = \pi R^2 dB$

$\mathcal{E}_i = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{\pi R^2 dB}{dt}$

$\mathcal{E}_i = \pi R^2 \frac{B_0 \vartheta}{2R}$

$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R_{сп}} \approx \mathcal{E}_i \frac{d\cdot 2R}{\rho \cdot 2\pi R} = \mathcal{E}_i\frac{d}{\pi\rho}$

$I = \pi R^2 \frac{B_0\vartheta}{2R}\frac{d}{\pi\rho}$

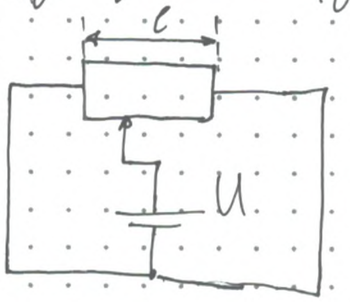
~~B_s~~ $\oint \vec{B}_s d\vec{l} = \mu_0 dI = \mu_0 \frac{I}{2R} dl$

$B_s = \mu_0\frac{I}{2R} = \frac{\mu_0}{2R}\pi R^2 \frac{B_0\vartheta}{2R}\frac{d}{\pi\rho} = \mu_0 B_0 \vartheta d \frac{1}{4\rho}$

№5 Дано: $\rho(x) = \rho_{max}\frac{x}{l}$

l ; U

x_{min} ; P_{min} — ?



R_0 (сопротивление всего реостата)

$dR_0 = \frac{\rho}{S}dx = \frac{\rho_{max}}{S}\frac{x}{l}dx$

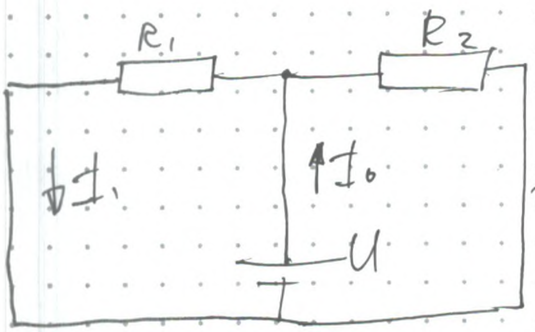
$R_0 = \int_0^l dR_0 = \frac{\rho_{max}}{Sl}\int_0^l x\,dx = \frac{\rho_{max}}{Sl}\frac{l^2}{2} = \frac{\rho_{max}\, l}{2S}$

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

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

$$R_2 = R_0 - R_1$$



$$I_2R_2 = U$$

$$I_1R_1 = U$$

$$I_1 + I_2 = I_0$$

$$I_0 = \frac{U}{R'}$$

$$R' = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2} = \frac{R_1R_2}{R_0}$$

$$I_0 = \frac{UR_0}{R_1R_2}$$

$$I_1 + I_2 = \frac{UR_0}{R_1R_2} \Rightarrow \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_1} = \frac{UR_0}{R_1R_2} \Big| \cdot U$$

$$P_2 + P_1 = \frac{U^2R_0}{R_1R_2} = P_{общ.}$$

$$P_{общ.} = \frac{U^2R_0}{R_1R_2} = U^2R_0\frac{1}{(R_0-R_1)R_1};$$

$$P_{общ.} = U^2R_0\frac{1}{R_0R_1 - R_1^2} = U^2R_0\frac{1}{R_0\frac{\rho_{max}x^2}{2Sl} - \frac{\rho_{max}^2x^4}{4S^2l^2}} =$$

$$= U^2\frac{\rho_{max}l}{2S}\frac{1}{\frac{\rho_{max}l}{2S}\frac{\rho_{max}x^2}{2Sl} - \frac{\rho_{max}^2x^4}{4S^2l^2}} = U^2\frac{l}{2S}\frac{1}{\frac{\rho_{max}}{4S}\left(x^2 - \frac{x^4}{l^2}\right)} =$$

$$= U^2\frac{l}{2}\frac{4S}{\rho_{max}}\frac{1}{\left(x^2 - \frac{x^4}{l^2}\right)}$$

$$P_{общ}' = \frac{U^2l\cdot 2S}{\rho_{max}}\left(\frac{1}{x^2\left(1-\frac{x^2}{l^2}\right)}\right)'.$$ Находим нули и подставляем

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф11 - 21

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

Данные участника

ID номер участника 930027

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" января 2026 г.

Шифр ФП-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	18	20	14	20											92
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика
(профиль олимпиады)

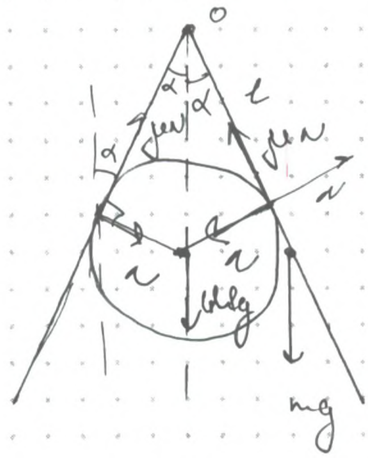
11
(класс участия)

№ 1

Дано:
$M = m$
$r = kR$
$k = 54$

$\mu_m = ?$

Решение:



• Пусть α — половина угла между досками, а l — расстояние от петли до точки соприкосновения с бревном. Тогда:

• $\frac{R}{l} = \tan\alpha \Rightarrow l = R \cdot ctg\,\alpha$

• $mg \cdot \sin\alpha \cdot \frac{kR}{2} = N \cdot l$ (правило моментов относительно оси, проходящей через петлю)

• $2\mu N \cdot \cos\alpha = Mg + 2N \cdot \cos(90° - \alpha)$ (равенство сил на вертикаль)

$mg \cdot \sin\alpha \cdot \frac{kR}{2} = N \cdot R \cdot ctg\,\alpha \Rightarrow$

$$N = \frac{kmg}{2} \cdot \frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha}$$

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

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

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

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

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

• Пусть $\tan\alpha = t$

Тогда:

$$\mu(t) = \frac{1}{k}\left(\frac{1}{t^2} + 1\right) + t$$

$$\mu(t_m) = \mu_m \Rightarrow \frac{d\mu}{dt}(t_m) = 0$$

$$\frac{d\mu}{dt}(t_m) = \frac{1}{k}\left(-\frac{2}{t_m^3} + 0\right) + 1 = 0$$

$$-\frac{2}{kt_m^3} + 1 = 0 \Rightarrow 1 = \frac{2}{kt_m^3} \Rightarrow$$

$$\cancel{\frac{k}{2} = t_m^3 \Rightarrow t_m = \sqrt[3]{\ }}$$

$$\Rightarrow t_m = \sqrt[3]{\frac{2}{k}} = \sqrt[3]{\frac{2}{54}} = \sqrt[3]{\frac{1}{27}} = \frac{1}{3}$$

$$\mu(t_m) = \mu_m = \frac{1}{54}\left(\frac{1}{(1/3)^2} + 1\right) + \frac{1}{3} = \frac{14}{27}$$

Ответ: $\mu_m = \frac{14}{27}$

Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

Шифр ФР11-21

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

№ 2

Дано:

$V_2 = kV_1 = kV_0$

$P_1 = P_2 = P_0$

l, S, m

k, $i = 5$

$T = ?$

Решение:

· На перегородку силы:

Справа:

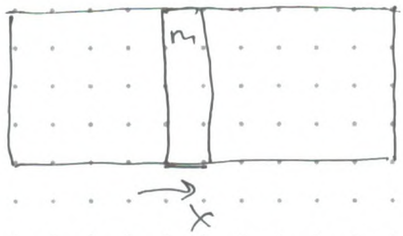
$(P_0 + dP_2)S = F_п$

Слева

$(P_0 - dP_1)S = F_л$

· И тогда:

$ma = m\ddot{x} = -(dP_1 + dP_2)S$



· Первое начало термодинамики:

$$\left.\begin{aligned} Q_1 = 0 &= P_1 dV_1 + \frac{i}{2}\nu_1 R dT_1 \\ Q_2 = 0 &= P_2 dV_2 + \frac{i}{2}\nu_2 R dT_2 \end{aligned}\right| \Rightarrow \begin{aligned} \nu_1 R dT_1 &= -\frac{2P_1 dV_1}{i} \\ \nu_2 R dT_2 &= -\frac{2P_2 dV_2}{i} \end{aligned}$$

· Ч сил

$$\begin{aligned} P_1 dV_1 + V_1 dP_1 &= \nu_1 R dT_1 = -\frac{2P_1 dV_1}{i} \\ P_2 dV_2 + V_2 dP_2 &= \nu_2 R dT_2 = -\frac{2P_2 dV_2}{i} \end{aligned} \Bigg| \Rightarrow$$

$$\Bigg| \Rightarrow \begin{aligned} \left(\frac{i}{2}+1\right) P_1 dV_1 + \frac{i}{2} V_1 dP_1 = 0 \\ \left(\frac{i}{2}+1\right) P_2 dV_2 + \frac{i}{2} V_2 dP_2 = 0 \end{aligned}$$

$dV_1 = S \cdot dx$

$dV_2 = -S \cdot x$

$\Big| \Rightarrow$

$$\Rightarrow \begin{aligned} \frac{i+2}{2} P_0 S x + \frac{i}{2} V_0 dP_1 = 0 \\ -\frac{i+2}{2} P_0 S x + \frac{i}{2} kV_0 dP_2 = 0 \end{aligned} \Bigg| \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \; dP_1 = \left(\frac{i+2}{2} P_0 S x\right) \cdot \frac{2}{i V_0}$$

$$dP_2 = \left(-\frac{i+2}{2} P_0 S x\right) \cdot \frac{2}{i k V_0}$$

$$(k+1) V_0 = S l \Rightarrow V_0 = \frac{S l}{k+1}$$

$$m\ddot{x} = -\left(\left(\frac{i+2}{2} P_0 S x\right)\frac{2}{i V_0} + \left(-\frac{i+2}{2} P_0 S x\right)\frac{2}{i k V_0}\right) S =$$

$$= -\frac{P_0 S}{i V_0}\left(\frac{i+2}{2} x \cdot 2 - \frac{i+2}{2} \cdot x \cdot \frac{2}{k}\right) =$$

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

$$= -\frac{P_0 S}{i S l}(k+1) \cdot \frac{i+2}{2} \cdot 2 \cdot \frac{k-1}{k} x =$$

$$= -\frac{P_0}{l} \cdot \frac{i+2}{2i} \cdot \frac{k^2-1}{k} \cdot x$$

Тогда: $\omega^2 = \frac{P_0}{l m} \cdot \frac{i+2}{2i} \cdot \frac{k^2-1}{k} = \frac{7}{5} \cdot \frac{P_0}{l m} \cdot \frac{k^2-1}{k} \Rightarrow$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \frac{1}{\sqrt{\frac{7}{5} \frac{P_0}{l m} \cdot \frac{k^2-1}{k}}} = 2\pi \sqrt{\frac{5}{7} \frac{l m}{P_0} \cdot \frac{k}{k^2-1}}$$

Ответ: $\omega = \sqrt{\frac{7}{5} \cdot \frac{P_0}{l m} \cdot \frac{k^2-1}{k}}$

Итоговый балл ________ ______________ (подпись председателя жюри)

Шифр ФЛ11-21 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

вариант ________

5

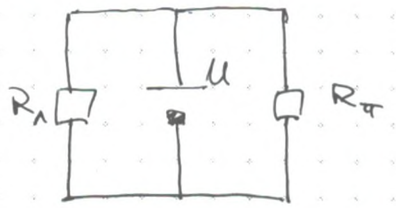
№ 3

Дано:
U, l
$\rho(x) = \rho_m \frac{x}{l}$

$\rho_{min} = ?$
$x_m = ?$

Решение:

- Разобьем реостат на 2 резистора $R_Л$ и $R_П$



- $R_Л = \int_0^{x_0} \rho(x) dx$
- $R_П = \int_{x_0}^{l} \rho(x) dx$

- Тепловая мощность на реостате — сумма тепл. мощностей левого и правого:

$$P_p = P_Л + P_П = \frac{U^2}{R_Л} + \frac{U^2}{R_П} = U^2\left(\frac{1}{R_Л} + \frac{1}{R_П}\right)$$

- Рассчитаем $R_Л$ и $R_П$ в явном виде:

$$R_Л = \rho_m \cdot \frac{x_0^2}{2l}; \quad R_П = \rho_m \left(\frac{l^2 - x_0^2}{2l}\right)$$

$$P_p = U^2\left(\frac{1}{\rho_m \cdot \frac{x_0^2}{2l}} - \frac{1}{\rho_m \frac{l^2 - x_0^2}{2l}}\right) = U^2 \cdot \frac{2l}{\rho_m}\left(\frac{1}{x_0^2} - \frac{1}{l^2 - x_0^2}\right) =$$

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

$$\frac{d\Delta P_p}{d\Delta x_0}(x_m) = 0$$

$$\frac{d\Delta P_p}{d\Delta x_0} = \frac{2u^2 l}{\rho_m}\left(\frac{d}{dx_0}\left(\frac{1}{x_0^2}\right) + \frac{d}{dx_0}\left(\frac{1}{l^2 - x_0^2}\right)\right) =$$

$$= \frac{2u^2 l}{\rho_m}\left(-\frac{2}{x_m^3} + \frac{2x_m}{(l^2 - x_m^2)^2}\right) = 0$$

$$\frac{x_m}{(l^2 - x_m^2)^2} - \frac{1}{x_m^3} = 0$$

$$x_m\left(\frac{1}{(l^2 - x_m^2)^2} - \frac{1}{x_m^4}\right) =$$

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

$$\frac{2x_m^2 l^2 - l^4}{x_m^3} = 0$$

$$\frac{2x_m^2 - l^2}{x_m^3} = 0 \Rightarrow x_m = \frac{l}{\sqrt{2}}$$

$$P_p(x_m) = P_{min} = \frac{2u^2 l}{\rho_m}\left(\frac{1}{x_m^2} + \frac{1}{l^2 - x_m^2}\right) =$$

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

$$= \frac{2u^2 \cancel{l}}{\rho_m} \cdot \frac{4}{l^{\cancel{2}}} = \frac{8u^2}{\rho_m l}$$

Итоговый балл _______ _______________
(подпись председателя жюри)

Шифр ФП11-21
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

вариант ________

№ 3

Дано:

$I = I_0$

$I' = 2I_0$

$I'' = 3I_0$

$I_1''' = 4I_0$

$I_2''' = 0$

$T_1 = 45°C$

$T_2 = 35°C$

$T_1' = 90°C$

$T_0 = const$

$T_2' = ?$

$T_1'', T_2'' = ?$

$T_1''', T_2''' = ?$

Решение:

· ~~По закону Ньютона-Рихмана:~~

$\cancel{I_0^2 R}$

· Возьмем срез кабеля длиной l. Заметим, что площади сечения у медных жил — одинаковы, т.к. обе из меди — удел. сопротивления одинаковы, и длины этих жил совпадают. Значит, их сопротивления одинаковы. Обозначим их за R.

· Тогда, по закону Ньютона-Рихмана:

$$P_1 = I_0^2 R = A \cdot (T_1 - T_2)$$

$$P_2 = P_1 + P_{20} = I_0^2 R + I_0^2 R = B(T_2 - T_0) = 2I_0^2 R$$

$$\frac{B(T_2 - T_0)}{A(T_1 - T_2)} = 2 \Rightarrow \frac{35 - T_0}{45 - 35} = 2\frac{A}{B} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 35 - T_0 = 20\frac{A}{B} \Rightarrow T_0 = -20\frac{A}{B} + 35$$

Лист № 4

--

$\circ\ P_1' = (2I_0)^2R = 4I_0^2R = A(T_1' - T_2') =$

$= 4A(T_1 - T_2) \Rightarrow T_1' - T_2' = 4(T_1 - T_2) \Rightarrow$

$\Rightarrow T_2' = T_1' - 4(T_1 - T_2) = 90^\circ - 4(45^\circ - 35^\circ) =$

$= 50\,^\circ C$

$\cdot\ 4I_0^2R = A(T_1' - T_2')$

$\cdot\ 4I_0^2R + 4I_0^2R = B(T_2' - T_3)$ $\Big/ \Rightarrow$

$\Rightarrow \dfrac{B}{A} \cdot \dfrac{T_2' - T_3}{T_1' - T_2'} = 2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \dfrac{50 - T_3}{40} = 2\dfrac{A}{B} \Rightarrow$

$\Rightarrow T_3 = 50 - 80\dfrac{A}{B} = 35 - 20\dfrac{A}{B} \Rightarrow$

$\Rightarrow 15 = 60\dfrac{A}{B} \Rightarrow A/B = \dfrac{1}{4} \Rightarrow$

$\Rightarrow T_3 = 50 - 80 \cdot \dfrac{1}{4} = 30\,^\circ C$ ✓

$\bullet\ (3I_0)^2R = 9I_0^2R = A(T_1'' - T_2'') = 9A(T_1 - T_2)$

$\circ\ (3I_0)^2R + (3I_0)^2R = 18I_0^2R = B(T_2'' - T_3)$ $\Big/ \Rightarrow$

$\Rightarrow 2\dfrac{A}{B} = \dfrac{T_2'' - T_3}{T_1'' - T_2''}\ ;\ T_1'' - T_2'' = 9 \cdot (T_1 - T_2) \Rightarrow$

$\Rightarrow 2 \cdot \dfrac{1}{4} = \dfrac{T_2'' - 30}{T_1'' - T_2''}\ ,\ T_1'' - T_2'' = 90 \Rightarrow$

$\Rightarrow \dfrac{1}{2} = \dfrac{T_2'' - 30}{90} \Rightarrow T_2'' = 45^\circ + 30^\circ = 75^\circ C \Rightarrow$

$\Rightarrow T_1'' = 90^\circ + 75^\circ C = 165^\circ C$

$\bullet\ (4I_0)^2R = A(T_1''' - T_2''') = 16A(T_1 - T_2)$

$(4I_0)^2R + 0 = B(T_2''' - T_3)$ $\Big/ \Rightarrow$

$\Big/ \Rightarrow\ T_1''' - T_2''' = 160$

$\dfrac{A}{B} = \dfrac{1}{4} = \dfrac{T_2''' - 30}{T_1''' - T_2'''} \Rightarrow \dfrac{T_2''' - 30}{160} \Rightarrow$

Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-21

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физика», 11 класс,

вариант ________

$\Rightarrow \frac{1}{4}\cdot 160 + 30 - T_2^{IV} = 70^\circ C \Rightarrow$

$\Rightarrow T_1^{IV} = 160^\circ C + 70^\circ C = 230^\circ C$

Ответ: а) $T_2' = 50^\circ C$ ✓

б) $T_1'' = 165^\circ C$ ✓, $T_2'' = 75^\circ C$ ✓

в) $T_1''' = 230^\circ C$ ✓; $T_2''' = 70^\circ C$ ✓

№5 4

Дано:

$R = 10$ мм

$d = 1$ мм

$\rho = 1{,}7\cdot 10^{-8}$ Ом·м

$m = 0{,}1$ кг

$B_0 = 0{,}7$ Тл

$g = 10$ м/с

$v_y = ?$

$t_{1/2} = ?$

Решение.

а) При движении магнит будет индуцировать ток в цилиндре, тем самым его энергия будет уходить в теплоту. В самом начале он будет замедляться, потом ~~остановится~~ скорость движения установится. +3

б) $\cdot\ v_y dt = dl$

$\cdot\ dB = \frac{B_0}{2R} v_y dt$ ✓

$\cancel{\cdot\ \frac{dB}{dt}\cdot \pi R^2 = U = I\cdot \rho\cdot 2\pi R\cdot d\cdot dl \quad \frac{1}{I\cdot 2\pi R\rho \cdot \frac{1}{v_y dt}\cdot d}}$

$\cancel{\frac{B_0}{2R} v_y \pi R^2 = I\cdot 2\pi R \rho d\, v_y dt \cdot \frac{1}{d\, v_y dt}}$

$\cancel{\cdot\ U_g = mg\cdot v_y dt = 2I^2 R\, \rho \cdot 2\pi R d \frac{dt}{d\, v_y dt} - \delta_0 Q}$

Лист № 5

$$mg(v_y dt)^2 = 2I^2 \cdot 2\pi R\rho$$

$$I = \frac{B_0}{2R} \cdot \pi R \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{B_0}{2R} v_y \pi R^2 \cdot \frac{1}{2\pi R\rho} \cdot v_y dt =$$

$$= \frac{B_0}{4R} v_y^2 \cdot \frac{Rd}{\rho} dt$$

$$mg\, v_y^2 \cdot dt^2 = \frac{2B_0^2}{16\rho^2} \cdot v_y^4 \cdot dt^2 \cdot 2\pi R \cdot \rho d^2$$

$$mg = \frac{2B_0^2}{16\rho} R \cdot 2\pi v_y^2 d^2$$

$$\frac{4mg\rho d^2}{B_0^2 R\pi} = v_y^2 \Rightarrow v_y = 2\sqrt{\frac{mg\rho d^2}{B_0^2 R\pi}} = \frac{2}{B_0}\sqrt{\frac{mg\rho}{R\pi}}\, d$$

$$г1)\ v_y = \frac{2}{0{,}7}\sqrt{\frac{0{,}1 \cdot 10 \cdot 1{,}7 \cdot 10^{-8}}{0{,}010 \cdot 3{,}14}} \cdot 0{,}001 \approx$$

$$\approx 2{,}10 \cdot 10^{-6}\ м/с$$

$$\frac{B_0}{2R} v_y \pi R^2 = \frac{2\pi R\rho}{2R \cdot d} \cdot I \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I = \frac{B_0/2R \cdot v_y \pi R^2}{\frac{2\pi R\rho}{2R d}} = \frac{B_0}{2R} R^2 v_y \frac{d}{R} =$$

$$= \frac{B_0}{2} v_y d = I$$

$$I^2 R_0 = mg v_y$$

$$\left(\frac{B_0}{2} v_y d\right)^2 \cdot \frac{2\pi R\rho}{2Rd} = mg v_y$$

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

Больше скорости света!

$$v_y = \frac{4mg}{B_0^2 \pi\rho d} = \frac{4 \cdot 0{,}1 \cdot 10}{0{,}7^2 \cdot 3{,}14 \cdot 1{,}7 \cdot 10^{-8} \cdot 10^{-3}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф8 - 19

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

Данные участника

ID номер участника 1189662

Место штампа

Дата "20" января 2026 г.

Шифр Ф8-19
(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	20	X											77
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

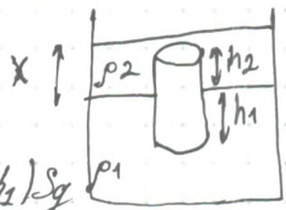
Физика
(профиль олимпиады)

8
(класс участия)

Задание №1.

Обозначим нижнюю и верхнюю жидкость (их плотности) в первом случае — $\rho_1 = 2\ \frac{г}{см^3}$; $\rho_2 = 1\ \frac{г}{см^3}$ и во втором случае — $\rho_3 = 3\ \frac{г}{см^3}$ и $\rho_4 = 2\ \frac{г}{см^3}$; а также глубину погружения в 1-ую, 2-ую, 3-ю и 4-ю жидкость h_1, h_2, h_3, h_4.

Предположим, что в первом случае верхний слой выше цилиндра.



Тогда $m_ц g = F_{a_1} + F_{a_2}$

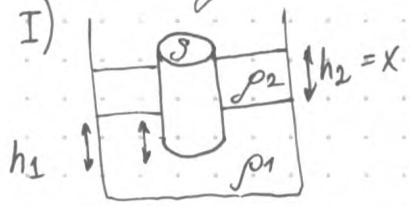
$\rho_ц S H g = \rho_1 S h_1 g + \rho_2 (H - h_1) S g$

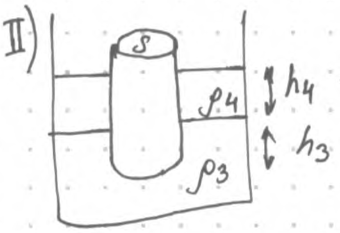
$\rho_ц H = \rho_1 h_1 + \rho_2 H - \rho_2 h_1$

$h_1 = \frac{\rho_ц H - \rho_2 H}{\rho_1 - \rho_2} = \frac{20\cdot(1,25-2)}{1-2} = 15$ см. Однако тогда сила Архимеда только ~~второй~~ нижней жидкости будет больше силы тяжести: $\rho_1 g S h_1 > \rho_ц S H g$;

$15\cdot S\cdot 2 > 12,5\cdot 20\cdot S$; $30S > 25S$. Значит, уровень второй жидкости ниже верхней точки цилиндра $\Rightarrow h_2 = x$.

Тогда: (Задание №1 продолжение)

I)


II)


$= 5$ см (по условию)

Т. к. $V_{погр\,1} = 1{,}5 V_{погр\,2}$ (в нижних жидкости), то $h_1 = 1{,}5 h_3 \Rightarrow h_3 = \frac{2}{3} h_1$.

I) Для 1-го случая:

$$m_ц g = F_{A_1} + F_{A_2}$$

$$\rho_ц S H g = \rho_1 S h_1 g + \rho_2 S h_2 g \quad | : Sg$$

$$\rho_ц H = \rho_1 h_1 + \rho_2 h_2$$

$$h_1 = \frac{\rho_ц H - \rho_2 h_2}{\rho_1} = \frac{\rho_ц H - \rho_2 x}{\rho_1} \Rightarrow h_3 = \frac{2(\rho_ц H - \rho_2 x)}{3\rho_1}$$

II) Для 2-го случая:

$m_ц g = F_{A_3} + F_{A_4}$ (часть цилиндра точно над водой, т. к. $\rho_4 > \rho_ц$.)

$$\rho_ц S H g = \rho_3 h_3 S g + \rho_4 h_4 S g \quad | : Sg$$

Подставим h_3:

$$\rho_ц H = \rho_3 \cancel{h_3} \frac{2(\rho_ц H - \rho_2 x)}{3\rho_1} + \rho_4 h_4 \quad | \cdot 3\rho_1$$

$$3\rho_1 \rho_ц H = 2\rho_3 \rho_ц H - 2\rho_3 \rho_2 x + 3\rho_1 \rho_4 h_4$$

$$x = \frac{2\rho_3 \rho_ц H + 3\rho_1(\rho_4 h_4 - \rho_ц H)}{2\rho_3 \rho_2}$$

$$x = \frac{2 \cdot 3 \cdot 1{,}25 \cdot 20 + 3 \cdot 2 \cdot (2 \cdot 5 - 1{,}25 \cdot 20)}{2 \cdot 3 \cdot 1} =$$

$$= \frac{150 + (-90)}{6} = \frac{60}{6} = 10 \text{ см.}$$

Ответ: $x = 10$ см.

Итоговый балл ______ ______ (подпись председателя жюри)

Шифр ФЛ-19 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 8 класс,

Задание №2.

Каждая из 2-ух досок имеет 2 варианта её сборки: с чёрным или белым кубиком в левом нижнем углу. Пусть масса белого кубика – m_2, а чёрного – m_1.

Тогда:

На 1-ой доске или 12 белых и 13 чёрных, или 13 белых и 12 чёрных.

На 2-ой доске или 25 белых и 24 чёрных, или 24 белых и 25 чёрных.

Значит:

(1) $12m_1 + 13m_2 = 13$ (3) $24m_1 + 25m_2 = 25,5$

или или

(2) $13m_1 + 12m_2 = 13$ (4) $25m_1 + 24m_2 = 25,5$

Надо решить 4 системы ур-ий.

(1) и (3)

$$+\begin{cases} 12m_1 + 13m_2 = 13 & | \cdot (-2) \\ 24m_1 + 25m_2 = 25,5 \end{cases}$$

$$+\begin{cases} -24m_1 - 26m_2 = -26 \\ 24m_1 + 25m_2 = 25,5 \end{cases}$$

$$-m_2 = -0,5$$

$$\begin{cases} m_2 = 0,5 \text{ кг} \\ m_1 = \frac{13 - 13m_2}{12} = \frac{13 - 6,5}{12} = \frac{6,5}{12} = \frac{13}{24} \approx 0,54 \text{ кг} \end{cases}$$

(1) и (4)

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

$$m_1 = \frac{13 - 13m_2}{12} = \frac{13}{12} \cdot (1 - m_2)$$

$$25 \cdot \frac{13}{12}(1 - m_2) + 24m_2 = 25,5$$

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

$$3\frac{1}{12} m_2 = 1\frac{7}{12}$$

$$\begin{cases} m_2 = \frac{19}{37} \approx 0,51 \text{ кг} \\ m_1 = \frac{13}{12}(1 - 0,51) \approx 0,53 \text{ кг} \end{cases}$$

(2) и (3)

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

$$m_2 = \frac{13 - 13m_1}{12} = \frac{13}{12}(1 - m_1)$$

$$24m_1 + \frac{25 \cdot 13}{12}(1 - m_1) = 25,5$$

$$24m_1 + 27\frac{1}{12} - 27\frac{1}{12} m_1 = 25,5$$

$$\begin{cases} m_1 = \dfrac{1\frac{7}{12}}{3\frac{1}{12}} = \frac{19}{37} \approx 0,51 \text{ кг} \\ m_2 \approx 0,53 \text{ кг} \end{cases}$$

(2) и (4)

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

$$\begin{cases} m_1 = 0,5 \text{ кг} \\ m_2 \approx 0,54 \text{ кг} \end{cases}$$

Ответ: подходят следующие возможные пары (белых, масса; чёрных, масса): (0,53; 0,51), (0,51; 0,53), (0,5; 0,54), (0,54; 0,5).

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

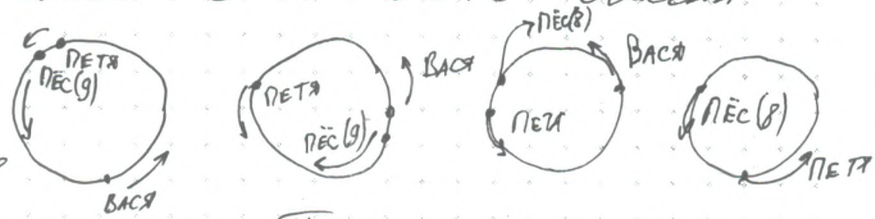
по «физике», 8 класс,

вариант ______

Задание 3.

Заметим, если пёс увеличит скорость до 9 м/с, то, она может быть далее или 8, или 9 м/с. Также движение пса циклично!

I) Пёс от Пети с $v = 9$ м/с бежит за Васей.



II) Пёс, догнав Васю, бежит навстречу Пете с $v = 9$ м/с.

III) Встретив Петю, пёс бежит с $v = 8$ м/с навстречу Васе.

IV) Встретив Васю, Пёс бежит за Петей с $v = 8$ м/с.

Затем повтор условия задачи.

Найдём время цикла, зная, что между Васей и Петей $\frac{L}{2} = 25$ м.

$$t_1 = \frac{25}{9-5} = 6,25\,с$$

$$t_2 = \frac{25}{9+5} = \frac{25}{14} \approx 1,79\,с$$

$$t_3 = \frac{25}{8+5} = \frac{25}{13} \approx 1,92\,с$$

$$t_4 = \frac{25}{8-5} = \frac{25}{3} \approx 8,33\,с$$

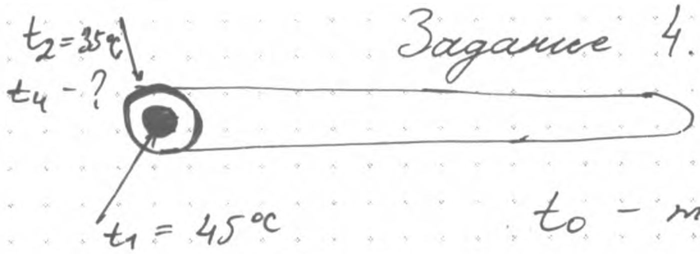
$T_{общее} \approx 18,29$с.

За „цикл" пёс встречает Васю 2 раза, значит, $T_{50} = 18,29 \cdot 25 \approx 457,25$ с

Ответ: $T_{итог} = 457\frac{1}{4}$ с.

1,5
3,5
3,5
3,5
3,5
3,5
1,5
Σ 17,5

Задание 4.



$t_3 = 90\ °C$

t_0 – темп. воздуха

Пусть мощность тепловая тока P. Тогда внутренняя жила контактирует с внешней, а внешняя – с окружающим её воздухом. По закону Ньютона-Рихмана:

$$\begin{cases} P = \alpha_1 (t_1 - t_2) \\ P = \alpha_2 (t_2 - t_0) \end{cases} \qquad \begin{cases} 4P = \alpha_1 (t_3 - t_4) \\ 4P = \alpha_2 (t_4 - t_0) \end{cases}$$

$$\frac{P}{\alpha_1} = t_1 - t_2 = \frac{t_3 - t_4}{4}$$

$$t_4 = -4t_1 + 4t_2 + t_3 = -4 \cdot 45 + 4 \cdot 35 + 90 = 50\ °C$$

Проверка ($t_0 < t_2$):

$$\frac{P}{\alpha_2} = t_2 - t_0 = \frac{t_4 - t_0}{4}$$

$$35 - t_0 = \frac{50 - t_0}{4}$$

$$140 - 4t_0 = 50 - t_0$$

$$3t_0 = 90$$

$$t_0 = 30\ °C$$

$t_0 < t_2$. Противоречия нет.

Ответ: $t_4 = 50\ °C$ (температура внешней жилы).

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф11 - 10

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

Данные участника

ID номер участника 1261141

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" января 2026 г.

Шифр Ф11-10
(заполняется оргкомитетом)

Оценка работы

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

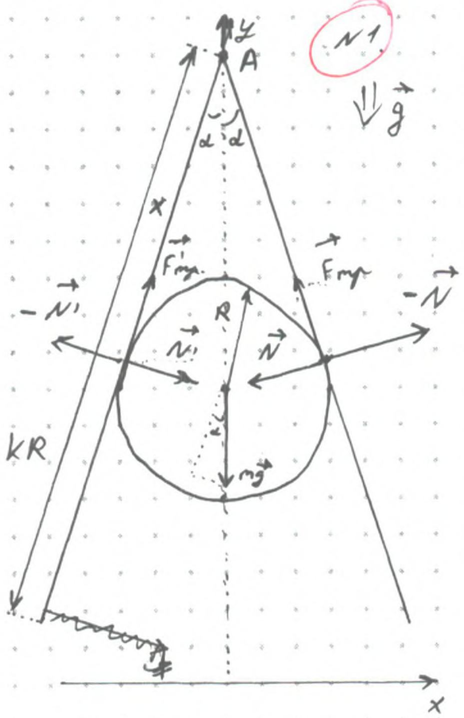
№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	15	18	16	4	6											59
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

физика
(профиль олимпиады)

11
(класс участия)

Дано:
$F_{тр.п.} \to 0$
$L = kR$
R
$h << R$
$k = 54$
$m_{g1} = m_{g2} = m_ш = m$

μ_{min} - ?



№1

$\Downarrow \vec{g}$

По II-му з-ну Ньютона для отрезка:

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

$$x:\ N'\cos\alpha - N\cos\alpha + F'_{тр.}\sin\alpha - F_{тр}\sin\alpha = 0$$

$F_{тр.} = \mu N$ (з-н Кулона-Амонтона)

$$N'\cos\alpha + \mu N'\sin\alpha - N\cos\alpha - \mu N\sin\alpha = 0$$

$$\Rightarrow N' = N$$

$$y:\ -N'\sin\alpha + \mu N'\cos\alpha - N\sin\alpha + \mu N\cos\alpha = mg$$

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

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

$$\mu = \frac{mg/2N + \sin\alpha}{\cos\alpha}$$

По правилу моментов для левой доски относительно т. A:

$$Nx = mgk\frac{R}{2}\sin\alpha \qquad N = \frac{mg\,kR\sin\alpha}{2x} \qquad \operatorname{tg}\alpha = \frac{R}{x}$$

$$\mu = \frac{\frac{mg\cdot x}{mg\,kR\sin\alpha} + \sin\alpha}{\cos\alpha} \qquad \frac{x}{R} = \frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}$$

$$\mu = \frac{\frac{x}{kR\sin\alpha} + \sin\alpha}{\cos\alpha} \qquad \mu = \frac{x}{kR\sin\alpha\cos\alpha} + \operatorname{tg}\alpha$$

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

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

$$\cos 2\alpha = 1 - 2\sin^2\alpha$$

$$\sin^2\alpha = \frac{1-\cos 2\alpha}{2}$$

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

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

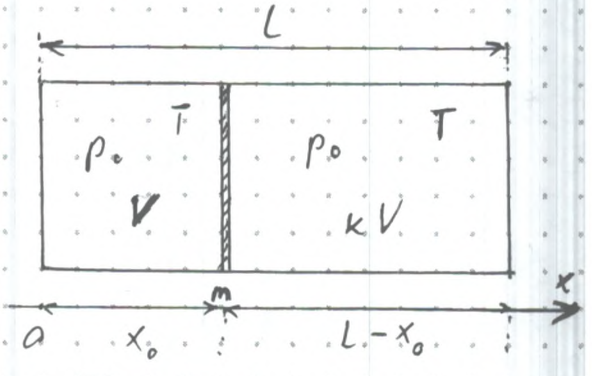
$$\mu = \frac{2}{k}\cdot\frac{1}{1-\cos 2\alpha} + tg\alpha$$

Возьмём производную, чтобы найти точки экстремума

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

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

$$\frac{4\sin 2\alpha\cdot\cos^2\alpha + k(1-\cos 2\alpha)^2}{k(1-\cos 2\alpha)^2\cos^2\alpha} = 0$$ 5/4



№2

$i = 5$

$$V + kV = LS$$

$$V(k+1) = LS \qquad V = \frac{LS}{k+1}$$

$$x_0 = \frac{L}{k+1}$$ (в пол. равновесия)

По II-му з-ну Ньютона для перегородки при смещении из положения равновесия:

$$x:\; ma = p_2 S - p_1 S$$

$$ma = S(p_2 - p_1) \qquad (1)$$

$$pV = \nu RT$$ (ур-е Менделеева − Клапейрона)

Итоговый балл _______ _______________ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-10 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

№2 (продолжение).

В начальный момент времени $T = \frac{p_0 V}{\nu R}$

т.к. сосуд теплоизолирован, то в нём δQ с газом будут происходить адиабатические процессы.

$pV^{\gamma} = const \qquad \gamma = \frac{i+2}{2}$ (ур-е адиабаты)

$$p_0 V^{\frac{7}{2}} = p_1 V_1^{\frac{7}{2}} \qquad p_0 (x_0 S)^{\frac{7}{2}} = p_1 ((x_0+x)S)^{\frac{7}{2}}$$

$$p_1 = p_0 \left(\frac{x_0 \cancel{S}}{(x_0+x)\cancel{S}}\right)^{\frac{7}{2}}$$

Аналогично для правой части сосуда:

$$p_0 ((L-x_0)S)^{\frac{7}{2}} = p_2 ((L-x_0-x)S)^{\frac{7}{2}}$$

$$p_2 = p_0 \left(\frac{(L-x_0)\cancel{S}}{(L-x_0-x)\cancel{S}}\right)^{\frac{7}{2}}$$

Возвращаясь к (1):

$$ma = S\left(p_0\left(\frac{L-x_0}{L-x_0-x}\right)^{\frac{7}{2}} - p_0\left(\frac{x_0}{x_0+x}\right)^{\frac{7}{2}}\right)$$

$$ma = p_0 S\left(\left(\frac{L-x_0}{L-x_0-x}\right)^{\frac{7}{2}} - \left(\frac{x_0}{x_0+x}\right)^{\frac{7}{2}}\right)$$

$$ma = p_0 S\left(\frac{1}{\left(1-\frac{x}{L-x_0}\right)^{\frac{7}{2}}} - \frac{1}{\left(1+\frac{x}{x_0}\right)^{\frac{7}{2}}}\right)$$

Используем приближение, т.к. $\frac{x}{L-x_0}$ и $\frac{x}{x_0}$ мало.

$$ma = p_0 S\left(\cancel{x} + \frac{7x}{2(l-x_0)} - \cancel{x} + \frac{7x}{2x_0}\right)$$

$$ma = p_0 S \cdot \frac{7}{2}\left(\frac{x}{l-x_0} + \frac{x}{x_0}\right)$$

$$ma = \frac{7}{2} p_0 S\left(\frac{1}{l-x_0} + \frac{1}{x_0}\right) x$$

$$m\ddot{a} = \frac{7}{2} p_0 S\left(\frac{1}{l-x_0} + \frac{1}{x_0}\right) x$$

(ур-е гармонических колебаний)

$$\ddot{a} = \frac{7}{2}\frac{p_0 S}{m}\left(\frac{1}{l-x_0} + \frac{1}{x_0}\right) x$$

$$\omega = \sqrt{\frac{7}{2}\frac{p_0 S}{m}\left(\frac{1}{l-x_0} + \frac{1}{x_0}\right)}$$

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

$$\nu = \frac{\sqrt{\frac{7}{2}\frac{p_0 S}{m}\left(\frac{1}{l - \frac{l}{k+1}} + \frac{k+1}{l}\right)}}{2\pi}$$

$$\nu = \frac{\sqrt{\frac{7}{2}\cdot\frac{p_0 S}{m}\left(\frac{1}{l\left(1-\frac{1}{k+1}\right)} + \frac{1}{l}(k+1)\right)}}{2\pi}$$

$$\nu = \frac{\sqrt{\frac{7}{2}\frac{p_0 S}{m l}\left(\frac{k}{k+1} + k + 1\right)}}{2\pi}$$

№4.

Переменное магнитное поле порождает переменное электрическое. Поэтому в проводящей медной трубке возникает ЭДС ind. А значит, появляются токи (токи Фуко). По правилу Ленца магнитное поле проводящей медной трубки направлено так, чтобы противодействовать движению магнита. Вследствие этого магнит замедляется (относительно свободного падения) и начинает двигаться с некоторой установившейся постоянной скоростью.

×3

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

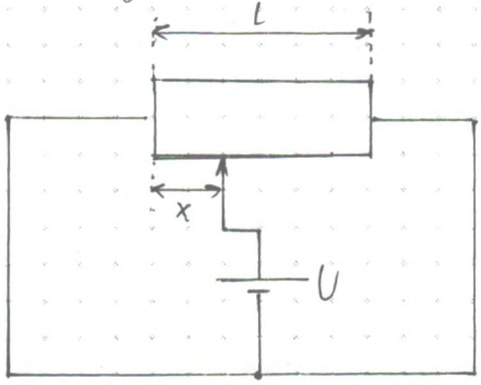
по «физике», 11 класс,

вариант ________

№4 (Продолжение).

$H = \frac{v_0^2 - 0}{2g}$ $\quad v_0 = \sqrt{2gH}$ (скорость „входа" магнита в трубку) +1

№5.



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

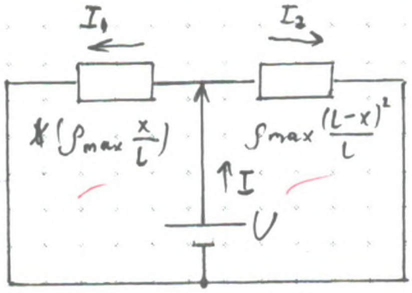
По з-ну Джоуля-Ленца: $Q = I^2 R t$

$P = I^2 R$ $\quad I = \frac{U}{R}$ (з-н Ома для участка цепи)

$P = \frac{U^2}{R}$

Т.к. $U = const$, то нам надо найти R_{max}, при котором мощность будет минимальна. ~~мощнос~~

Нарисуем эквивалентную схему.



не читать!

$\frac{R_0}{l} = \left(\frac{1}{\rho_{max} \frac{x}{l}} + \frac{1}{\rho_{max} \frac{l-x}{l}} \right)^{-1}$

$\frac{R_0}{l} = \rho_{max} \frac{lx - x^2}{l^2 - 2lx} = \frac{\rho_{max}}{l} \cdot \frac{lx - x^2}{l - 2x}$

Найдем производную $R_0^{(x)}$, чтобы определить R_{max}.

$R_0' = \frac{\rho_{max}}{\cancel{l}} \cdot \frac{(lx - x^2)'(l - 2x) - (lx - x^2)(l - 2x)'}{(l - 2x)^2}$

$R_0' = \frac{\rho_{max}}{\cancel{l}} \frac{(l - 2x)^2 - (lx - x^2) \cdot (-2)}{(l - 2x)^2}$

$R_0' = \frac{\rho_{max}}{\cancel{l}} \cdot \frac{l^2 - 4x + 4x^2 + 2lx - 2x^2}{(l - 2x)^2}$; $\quad R_0' = \frac{\rho_{max}}{l} \cdot \frac{l^2 - 4x + 2lx + 2x^2}{(l - 2x)^2}$

Приравниваем производную к нулю.

$$\frac{\rho_{max}}{} \cdot \frac{l^2-4x+2lx+2x^2}{(l-2x)^2}=0$$

$$l^2-4x+2lx+2x^2=0 \qquad l-2x\neq 0$$

$$2x^2+(2l-4)x+l^2=0$$

$$D=(2l-4)^2-8l^2=4l^2-16l+16-8l^2=-4l^2-16l+16=4(-l^2-4l+4)$$

не читать

$$R_0=\left(\frac{1}{\rho_{max}\frac{x^2}{l}}+\frac{1}{\rho_{max}\frac{(l-x)^2}{l}}\right)^{-1}$$

$$R_0=\rho_{max}\cdot\frac{1}{l}\,\frac{x^2(l-x)^2}{(l-x)^2+x^2}=\frac{\rho_{max}}{l}\cdot\frac{x^2(l^2-2lx+x^2)}{l^2-2lx+x^2+x^2}$$

$$R_0=\frac{\rho_{max}}{l}\,\frac{(lx)^2-2lx^3+2x^2}{l^2-2lx+2x^2}$$

$$R_0'=\frac{\rho_{max}}{l}\cdot\frac{((lx)^2-2lx^3+2x^2)'(l^2-2lx+2x^2)-((lx)^2-2lx^3+2x^2)(l^2-2lx+2x^2)'}{(l^2-2lx+2x^2)^2}$$

$$R_0'=\frac{\rho_{max}}{l}\,\frac{(2l^2x-6lx^2+4x)(l^2-2lx+2x^2)-((lx)^2-2lx^3+2x^2)(-2l+4x)}{(l^2-2lx+2x^2)^2}$$

$$R_0'=0$$

$$(2l^2x-6lx^2+4x)(l^2-2lx+2x^2)-(l^2x^2-2lx^3+2x^2)(4x-2l)=0$$

$$2x(l^2-3l+2)(l^2-2lx+2x^2)-2x^2(l^2-2lx+2)(2x-l)=0$$

$$2x\left((l^2-3l+2)(l^2-2lx+2x^2)+x(l-2x)(l^2-2lx+2)\right)=0$$

$x=0$ или $l^4-2l^3x+\cancel{2x^2l^2}-3l^3+6l^2x-6lx^2+2l^2-4lx+\cancel{4x^2}+$

не удовл. усл., т.к. это КЗ.

$$+l^3x-\cancel{2l^2x^2}+2lx-2x^2l^2+4lx^3-\cancel{4x^2}=0$$

$$4lx^3-6lx^2-2l^2x^2-2l^3x+6l^2x-4lx+l^3x-2lx+l^4-3l^3=0$$

$$4lx^3-(6l+2l^2)x^2+(6l^2-2l^3-6l+l^3)x+l^4-3l^3=0$$

$$4lx^3-(3+2l)lx^2+(6l-l^2-6)lx+l^3(l-3)=0 \quad \Big|:l \qquad l=0 \text{ не явл. реш.}$$

$$4x^3-(3+2l)x^2+(-l^2+6l-6)x+l^2(l-3)=0$$

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

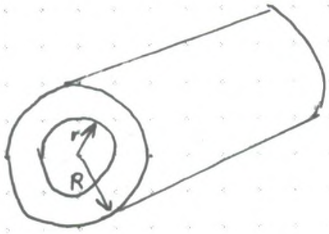
Шифр ФР11-10
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике **», 11 класс,**

вариант ________

№3.



$$\begin{cases} S_1 = \pi r^2 \\ S_2 = \pi R^2 - \pi r^2 = \pi (R^2 - r^2) \end{cases}$$

$S_1 = S_2$

$\pi (R^2 - r^2) = \pi r^2 \quad |:\pi$

$R^2 - r^2 = r^2$

$R^2 = 2r^2 \qquad R = r\sqrt{2}$ при усл., что толщина изоляции мала по сравнению с R.

~~Получается~~ Однако это приближение не совсем справедливо.

$R = \frac{\rho L}{S}$, т.к. L и S у обеих жил равны, то $R_1 = R_2$.

Если температура внутренней жилы постоянна и равна $45°C$, значит, мощность тепловых потерь равна мощности, выделяемой на жиле.

$P_1 = I_0^2 R$ — мощность, которая через изоляцию нагревает внешнюю жилу.

$P_2 = I_0^2 R + P_1$ — ~~мощность мощность тепло~~ мощность тепловых потерь на внешней жиле.

$P_{потерь} = \alpha (t - t_0)$

$$\begin{cases} I_0^2 R = \alpha (45°C - 35°C) \\ 2 I_0^2 R = \beta (35°C - t_0) \end{cases}$$

~~$35°C - t_0 = 20°C$~~

~~$t_0 = 15°C$~~

$\alpha = \frac{I_0^2 R}{10°C}$

$4 I_0^2 R = \alpha (90°C - \tau)$

$4 I_0^2 R = \frac{I_0^2 R}{10°C} (90°C - \tau)$

$4 = 9 - \frac{\tau}{10°C}$

$\tau = 50°C$

$$\begin{cases} 2I_0^2 R = \beta(35^\circ C - t_0) \\ 8I_0^2 R = \beta(50^\circ C - t_0) \end{cases}$$

(1) $$\frac{1}{4} = \frac{35^\circ C - t_0}{50^\circ C - t_0}$$

$$140^\circ C - 4t_0 = 50^\circ C - t_0$$

$$90^\circ C = 3t_0$$

$$t_0 = 30^\circ C$$

(2) $$2I_0^2 R = \beta \cdot (35^\circ C - 30^\circ C)$$

$$\beta = \frac{2I_0^2 R}{5^\circ C}$$

$$\begin{cases} 9I_0^2 R = \frac{I_0^2 R}{10^\circ C}(t_1 - t_2) \\ 18 I_0^2 R = \frac{2I_0^2 R}{5^\circ C}(t_2 - 30^\circ C) \quad (3) \end{cases}$$

(3) $$18 = \frac{2}{5^\circ C}(t_2 - 30^\circ C)$$

$$90^\circ C = 2t_2 - 60^\circ C$$

$$2t_2 = 150^\circ C \qquad t_2 = 75^\circ C$$

(температура внешней жилы при $3I_0$)

(4) $$9 = \frac{1}{10^\circ C}(t_1 - 75^\circ C)$$

$$90^\circ C = t_1 - 75^\circ C$$

$t_1 = 165^\circ C$ (темп. внутренней жилы при $3I_0$)

$$16 I_0^2 = \frac{I_0^2 R}{10^\circ C}(t_1 - t_2)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

алабуга
ОСОБАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗОНА

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф7 - 33

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

Данные участника

ID номер участника 1280774

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" января 2026 г.

Шифр ФР7-33
(заполняется оргкомитетом)

Оценка работы

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	16	25	20	24												85
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика
(профиль олимпиады)

7 класс.
(класс участия)

1. $p_{осн} = 1500\,Па$; $p_{б.} = 4000\,Па$; $F = 1000\sqrt{3}\,Н \approx 1732\,Н$

$p = FS$, где F - сила веса, а S - площадь опоры.

$S = \frac{F}{P}$, найдём по этой формуле $S_{осн}$.

$S_{осн} = \frac{1000\sqrt{3}\,Н}{1500\,Па} = \frac{1732\,Н}{1500\,Па} \approx 1{,}15\,м^2$; найдём теперь $S_б$;

$S_б = \frac{1732\,Н}{4000\,Па} = 0{,}433\,м^2$.

$S_{осн} = \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2 \approx \frac{5{,}20 a^2}{2} = 2{,}6 \frac{a^2}{2}$; по этой формуле найдём a.

$\frac{a^2}{2} = \frac{2{,}6}{S_{осн}} \cancel{\approx 2{,}26\,м^2}$. ~~Выведем корень~~. умножим „крест на крест"

$\cancel{\sqrt{a^2} = \sqrt{2{,}26\,м^2}}$ $\cancel{a \approx 1{,}5\,м}$ $S_{осн}\,a^2 = \frac{2{,}6}{2} = 1{,}3\,\cancel{м}$

$a^2 = \frac{S_{осн}}{1{,}3} = \frac{1{,}15}{1{,}3} \approx 0{,}885\,\cancel{м^2}$

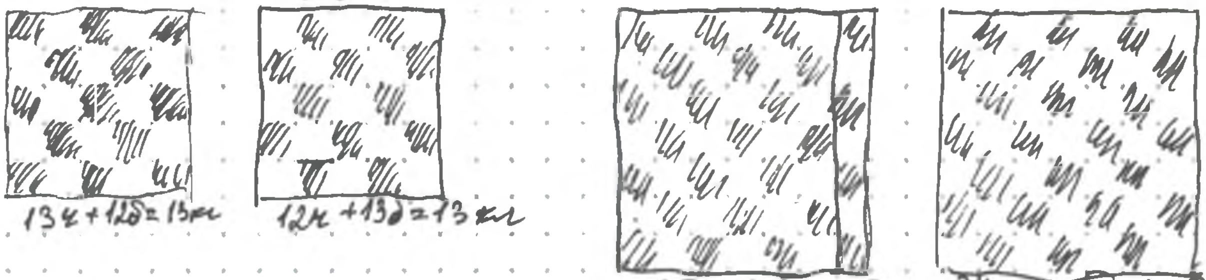
$\sqrt{a^2} = \sqrt{0{,}885}$; $a \approx 0{,}94\,м$

$h = S_б / a = 0{,}433\,м^2 / 0{,}94\,м \approx 0{,}461\,м$.

$V = S_{осн} h = 1{,}15\,м^2 \cdot 0{,}461\,м \approx 0{,}530\,м^3$.

Ответ: $V = 0{,}53\,м^3$

2. I в-т II в-т



$13ч + 12б = 13кг$ $12ч + 13б = 13кг$ $25ч + 24б = 25{,}5кг$ $24ч + 25б = 25{,}5кг$

$m_ч$ – масса чёрного

$m_б$ – масса белого

I в-т $13m_ч + 12m_б = 13кг$ $\mid \cdot 2$ $\mid \cdot \frac{25}{12}$ $K_ч m_ч + K_б m_б = m$

$25m_ч + 24m_б = 25{,}5кг$ $24m_ч + 25m_б = 25{,}5кг$ –

$26m_ч + 24m_б = 26кг$ $27{,}08m_ч + 25m_б = 27{,}08кг$

$1m_ч = 0{,}5кг$ $3{,}08\,m_ч = 1{,}58кг$

$\Downarrow$

$m_ч = 1{,}58кг / 3{,}08$

$12m_б = 6{,}5;$

$m_ч \approx 0{,}51кг \Rightarrow 12m_б = 6{,}37кг$

$m_б \approx 0{,}54кг$

$m_б = \frac{6{,}37кг}{12} \approx 0{,}53кг$

II в-т $12m_ч + 13m_б = 13кг$ $\mid \cdot 2$ $\mid \cdot \frac{25}{12}$

$24m_ч + 25m_б = 25{,}5кг$ – $25m_ч + 24m_б = 25{,}5кг$ –

$24m_ч + 26m_б = 26кг$ $25m_ч + 27{,}08m_б = 27{,}08кг$

$m_б = 0{,}5кг$ $3{,}08\,m_б = 1{,}58кг$

$12m_ч = 6{,}5$ $m_б \approx 0{,}51кг \Rightarrow 12m_ч = 6{,}37кг$

$m_ч \approx 0{,}54кг$

$m_ч = \frac{6{,}37кг}{12} \approx 0{,}53кг$

$\boxed{\text{Ответ: I) } m_ч = 0{,}5кг,\ m_б = 0{,}54кг;\ \text{II) } m_ч = 0{,}51кг,\ m_б = 0{,}53кг;\ \text{III) } m_ч = 0{,}54кг,\ m_б = 0{,}5кг;\ \text{IV) } m_ч = 0{,}53кг,\ m_б = 0{,}51кг;}$

Итоговый балл _______ _______________
(подпись председателя жюри)

Шифр ф7-33
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 7 класс,

3. k_a – жёсткость пружины А; $k_б$ – жёсткость пружины Б.

$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$ последов. $k = k_1 + k_2$ – параллельное.

Дано:

$F = mg$

$\boxed{\Delta l_3 - ?}$

$\Delta l_1 = 4 см = 0{,}04 м$ $F_1 = m_1 g$. $m_3 = 6 кг$
$m_1 = 2 кг$ $m_2 = 4 кг$ $\Delta l_2 = 5 см = 0{,}05 м$

$F_3 = m_3 g$.

$\frac{1}{k_1} = \frac{1}{k_a} + \frac{1}{k_a} = \frac{2}{k_a}$; $k_1 = \frac{k_a}{2}$.

$k_1 = \frac{F_1}{\Delta l_1} = \frac{2gН}{0{,}04м} = \frac{50gН}{1м}$

$k_2 = \frac{F_2}{\Delta l_2} = \frac{4gН}{0{,}05м} = \frac{80gН}{м}$

$\frac{2}{k_a} = \frac{50gН}{1м}$ $|\cdot 2$ ~~$\frac{k_a}{2} \frac{2}{k_a} = \frac{м}{50gН}$~~ $\frac{1}{k_2} = \frac{1}{k_a} + \frac{1}{k_б}$

$k_a = \frac{100gН}{м}$; $\frac{м}{80gН} = \frac{м}{100gН} + \frac{1}{k_б}$; $\frac{10м}{800gН} = \frac{8м}{800gН} + \frac{1}{k_б}$

$\frac{1}{k_3} = \frac{1}{k_a} + \frac{1}{k_a} + \frac{1}{k_б}$

$\frac{1}{k_б} = \frac{10м - 8м}{800gН} = \frac{2м}{800gН}$.

$\frac{1}{k_3} = \frac{16м + 2м}{800gН} = \frac{9м}{400gН}$

$k_б = \frac{400gН}{м}$.

$k_3 = \frac{400gН}{9м} \approx 44{,}4g\frac{Н}{м}$. $\Delta l_3 = F_3 / k_3 = \frac{6g \cdot м \cdot Н}{44{,}4gН} \approx 0{,}135 м = 13{,}5 см$

$\boxed{Ответ: 13{,}5 см}$

$V_б$ ($= V_{бег}$) - скорость Васи и Пети; $V_п$ - скорость пса.

4. Если пёс ~~бег~~ при встрече с Петей в первый раз увеличил скорость, то этот некоторый момент был при первой встрече, значит есть два варианта, сначала Вася бежал к псу или от него:

в первом случае пёс после I встречи с Васей до II встречи:

$$t_1 = \frac{S_1}{V_1 - V_б} + \frac{S_2}{V_2 - V_б} = \frac{25 м\cdot с}{3м} + \frac{25 м\cdot с}{4м} \approx 14,58с$$

$$t_{с мом.} = \frac{S_2}{V_2 - V_б} = \frac{25м\cdot с}{4} \approx 6,25с$$

со II до III:

$$t_2 = \frac{S_1}{V_1 + V_б} + \frac{S_1}{V_2 + V_б} = \frac{25м\cdot с}{14м} + \frac{25м\cdot с}{13м} \approx 3,709с$$

с III до IV столько же, что и с I до II, $\Rightarrow t_{I-Z} = 6,25с + 24\cdot 14,58 + 25\cdot 3,709 = 448,285с \approx \boxed{448с}$

во втором случае:

$V_{сбл} = V_1 + V_2$ (встр.); $V_{сбл} = V_1 - V_2$ (вдог.)

$$t_1 = \frac{S_1}{V_1 + V_б} + \frac{S_2}{V_2 + V_б} = \frac{25м\cdot с}{13м} + \frac{25м\cdot с}{14м} \approx 3,709с$$

$$t_{с мом} = \frac{25м\cdot с}{14м} \approx 1,78с$$

$$t_2 = \frac{S_1}{V_2 - V_б} + \frac{S_1}{V_1 - V_б} = \frac{25м\cdot с}{4м} + \frac{25м\cdot с}{3м} \approx 14,58с$$

$$t_{I-Z} = 1,78с + t_1\cdot 24 + t_2\cdot 25 = 1,78с + 3,709\cdot 24 + 14,58с\cdot 25 =$$

$$= 455,306с \approx \boxed{455с}$$

Ответ: 455с; 448с.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф10 - 62

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

Данные участника

ID номер участника	1263822
Фамилия Имя Отчество	[illegible]

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" января 2026 г.

Шифр ф10-62
(заполняется оргкомитетом)

Оценка работы

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

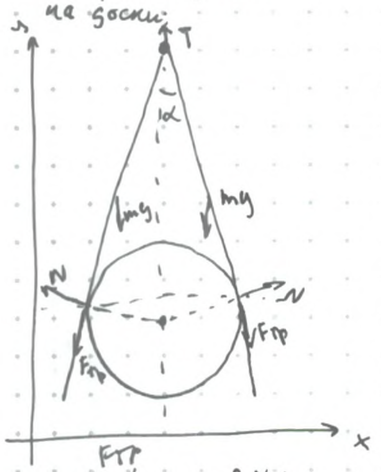
№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	6	20	5	11	20											62
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика
(профиль олимпиады)

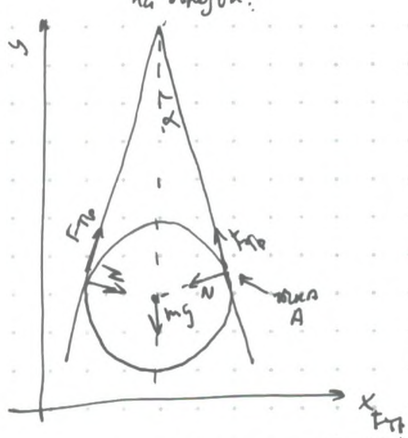
10
(класс участия)

№3

силы, действующие на доски:



силы, действующие на обрезок:



Из соображений, что S_{min},

$F_{тр} = \mu N$

y: $T = 2mg + 2\mu N\cos\alpha - 2N\sin\alpha$

x: $2N\cos\alpha = 2\mu N\sin\alpha$ ($F_{тр}$)

моменты отн. петли для одной доски: $mg\frac{kR}{2}\sin\alpha = NR\,ctg\alpha$

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

x: $2N\cos\alpha = 2\mu N\sin\alpha$ ($F_{тр}$)

моменты сил относительно точки A: $mgR\cos\alpha + 2R\cos\alpha\sin\alpha N = \mu N 2R\cos^2\alpha$

$\cos\alpha = \mu\sin\alpha$

$\mu = ctg\alpha =$

$= \frac{\sqrt{S_{min}^2R^2 + R^2}}{R} = \sqrt{S_{min}^2 + 1}$

$F_{тр} = N ctg\alpha$

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

$N = \frac{mg k\sin\alpha}{2\,ctg\alpha}$

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

Продолжение после всех задач

N2

Мощность теплопотерь зависит от разности температур и характеристик поверхности, через которую идут теплопотери

для системы внеш - внутр, пусть коэф. теплопотерь $= \beta$

для системы внеш - окр. среда, пусть коэф. теплопотерь $= \alpha$

Тогда из ЗСЭ:

первый случай:

① $I_0^2 R = \beta (45-35)°C$

② $\beta (45-35)°C + I_0^2 R = \alpha (35 - T_{окр})$

второй случай:

③ $4 I_0^2 R = \beta (90°C - T_x)$

④ $\beta (90°C - T_x) + 4 I_0^2 R = \alpha (T_x - T_{окр})$

Разделим 3 на 1

$$4 = \frac{90 - T_x}{45-35} \Leftrightarrow 40 = 90 - T_x$$

$$T_x = 50°C$$

Ответ (а): 50°C

Теперь найдём $T_{окр}$

$$\frac{2\beta(45-35)}{2\beta(90-50)} = \frac{\alpha(35 - T_{окр})}{\alpha(50 - T_{окр})}$$

$$\frac{10}{40} = \frac{35 - T_{окр}}{50 - T_{окр}}$$

$$500 - 10 T_{окр} = 1400 - 40 T_{окр}$$

$$30 T_{окр} = 900$$

$$T_{окр} = 30°C$$

Третий случай:

⑤ $9 I_0^2 R = \beta (T_{внутр} - T_{внеш})$

⑥ $\beta (T_{внутр} - T_{внеш}) + 9 I_0^2 R = \alpha (T_{внеш} - T_{окр})$

⑦ $2\beta (T_{внутр} - T_{внеш}) = \alpha (T_{внеш} - T_{окр})$

разделим на 4 с подставлением 3

⑧ $$\frac{T_{внутр} - T_{внеш}}{90-50} = \frac{T_{внеш} - 30}{50-30}$$

поделим пятое на первое

⑨ $$9 = \frac{T_{внутр} - T_{внеш}}{45-35}$$

$T_{внутр} = 90 + T_{внеш}$

$$\frac{90 + \cancel{T_{внеш}} - \cancel{T_{внеш}}}{90-50} = \frac{T_{внеш} - 30}{50-30} \Leftrightarrow \frac{9}{4} = \frac{T_{внеш} - 30}{20}$$

Итоговый балл _______ ______________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф10-62

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике **», 10 класс,**

$T_{внеш} = 75\,°C$ $\quad T_{внутр} = 90 + 75 = 165\,°C$

Ответ (б): $75\,°C$ и $165\,°C$

четвертый случай:

$$\begin{cases} 16 I_0^2 R = \beta (T_2 - T_1) & (10) \\ \beta (T_2 - T_1) = \alpha (T_1 - T_{окр}) & (11) \end{cases}$$

$$16 = \frac{T_2 - T_1}{10} \Leftrightarrow T_2 - T_1 = 160 \Leftrightarrow T_2 = T_1 + 160\,°C$$

$$\frac{(T_2 - T_1)}{2(45 - 35)} = \frac{T_1 - 30}{35 - 30}$$

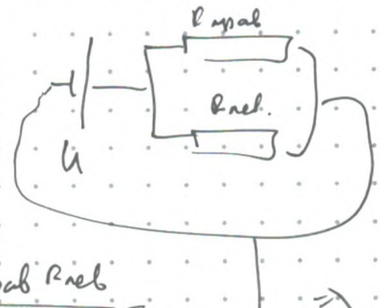
$$\frac{\cancel{160}\,8}{\cancel{20}} = \frac{T_1 - 30}{5}$$

$T_1 = 70\,°C$

$T_2 = 70 + 160 = 230\,°C$

Ответ (в): $230\,°C$ и $70\,°C$

№4 Нарисуем эквивалентную цепь:



Напряжение на обоих "резисторах" одинаково

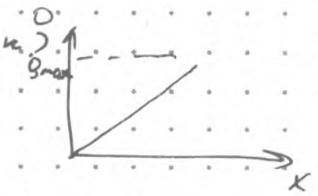
$$R_0 = \frac{R_{прав} R_{лев}}{R_{прав} + R_{лев}} = \quad \Rightarrow \quad P = \frac{U^2}{R_0}$$

~~Rправ =~~

$$R_{лев} = \frac{\rho_{max} \frac{x}{l}}{2} x$$

$$R_{прав} = \left(\frac{\rho_{max}}{2} - \frac{\rho_{max} x}{2l}\right)_{(l-x)} = \frac{\rho_{max}}{2}\left(1 - \frac{x}{l}\right)_{(l-x)}$$

мы делим пополам т.к.?



Rot

$$R_{лев} = \frac{q_{max} x^2}{2l} \quad \Bigg| \quad R_{прав} = \frac{q_{max}}{2} \frac{(l-x)}{l}(l-x) = \frac{q_{max}(l-x)^2}{2l}$$

$$R_0 = \frac{\left(\frac{q_{max}}{2l}\right)^{2} x^2 (l-x)^2}{\frac{q_{max}}{2l}\left(x^2+(l-x)^2\right)} = \frac{q_{max} x^2 (l-x)^2}{2l\left(x^2+(l-x)^2\right)} =$$

$\cancel{= q_{max} x^2}$

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

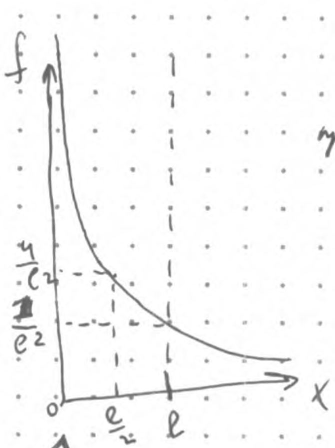
мощность ~~максимальна~~ минимальна, когда

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

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

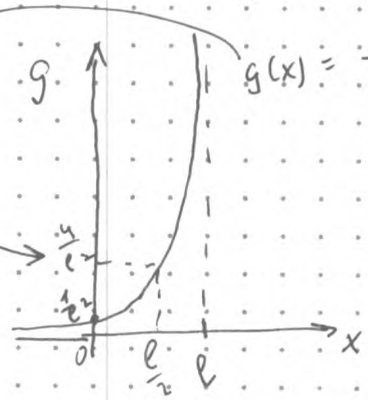
проанализируем этот кусок.

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



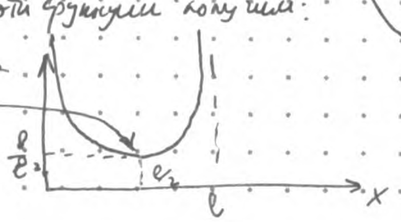
проанализируем этот кусок

$$g(x) = \frac{1}{x^2}$$



Сложив эти функции получим:

min



Симметрично, из соображений, что R одинаково при x и при l−x

Итоговый балл _______ _______________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф10-62

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 10 класс,

значит минимум при $x = \frac{\ell}{2}$, мощность при этом равна

$$P = \frac{U^2 2\ell\left(\frac{\ell^2}{4}+\frac{\ell^2}{4}\right)}{\rho_{max}\frac{\ell^2}{4}\cdot\frac{\ell^2}{4}} = \frac{U^2 2\ell \cdot 2\frac{\ell^2}{4}}{\rho_{max}\left(\frac{\ell^2}{4}\right)^2} = \frac{4U^2\ell\cdot 4}{\rho_{max}\ell^2} = \frac{16U^2}{\rho_{max}\ell}$$

№5

В первом случае размер изображения будет равен ~~разнице между~~ расстоянию между изображениями его концов

Воспользуемся формулой тонкой линзы

$$\cancel{\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_1}} \qquad \cancel{\frac{1}{F} = \frac{1}{d+L}}$$

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

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

$$f_1 = \frac{F\left(d+\frac{L}{2}\right)}{d+\frac{L}{2}-F}$$

$$f_2 = \frac{F\left(d-\frac{L}{2}\right)}{d-\frac{L}{2}-F}$$

$$\ell_{изобр} = f_1 - f_2 = \frac{F\left(d+\frac{L}{2}\right)}{d+\frac{L}{2}-F} - \frac{F\left(d-\frac{L}{2}\right)}{d-\frac{L}{2}-F} =$$

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

$$= \frac{\cancel{Fd^2} - \cancel{FdL/2} - \cancel{F^2 d} + \cancel{FLd/2} - \cancel{FL^2/4} - F^2L/2 - \cancel{Fd^2} - \cancel{FdL/2} + \cancel{F^2 d} + \cancel{\frac{FLd}{2}} + \cancel{\frac{FL^2}{4}} - \frac{F^2L}{2}}{d^2 - \cancel{\frac{dL}{2}} - dF + \cancel{\frac{Ld}{2}} - \frac{L^2}{4} - \cancel{\frac{FL}{2}} - Fd + \cancel{\frac{FL}{2}} + F^2}$$

$$l_{изобр} = \frac{-F^2 L}{F^2 - 2dF + d^2 - L^2/4} = -\frac{F^2 L}{(d-F)^2 - L^2/4} =$$

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

во втором случае

$$l_{из2} = \frac{f_3}{d} L = \frac{F\cancel{d}\,L}{(d-F)\,\cancel{d}} =$$

$$= \frac{FL}{d-F}$$

$$k = \left|\frac{l_{изобр}}{l_{из2}}\right| = \frac{F^{\cancel{2}}\cancel{L}(d-F)}{\left((d-F)^2 - L^2/4\right)\cancel{FL}} =$$

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

$$\frac{1}{k} = \frac{(d-F)^2 - L^2/4}{F(d-F)} =$$

$$\cancel{= \frac{d-F}{F} - \frac{L^2/4}{F(d-F)} = \frac{d}{F} - 1 - \frac{L^2}{4F(d-F)}}$$

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

$$k(d-F)^2 - F(d-F) - \frac{L^2 k}{4} = 0$$

$$D = F^2 + \frac{4kL^2k}{4} = F^2 + k^2L^2$$

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

$$d = \frac{F}{2k} + \sqrt{\frac{F^2}{4k^2} + \frac{L^2}{4}} + F \qquad L \ll F \Rightarrow d = \frac{F}{2k} + \frac{F}{2k} + F$$

$$= \frac{F}{k} + F = F\left(\frac{1}{k} + 1\right) \approx F(1+1)^{1/k}$$

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

Шифр ФР10-62
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике**», **10** класс,**

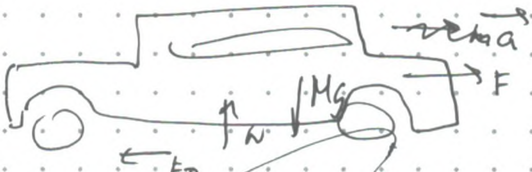
Таким образом

$$d = F\left(\frac{1}{k}+1\right) \approx \sqrt[k]{2}\,F$$

№1.

$$\cancel{A = F\tau = \frac{ma\tau^2}{2}} = \cancel{\frac{ma^2\tau^2}{2}}$$

~~Работ~~ Мощность автомобиля частично уходит на работу против силы трения



$$Ma = F - \mu N = F - \mu_d Mg$$

$$a = \frac{P/v - \mu_d Mg}{M} = \frac{P}{Mv} - \mu_d g$$

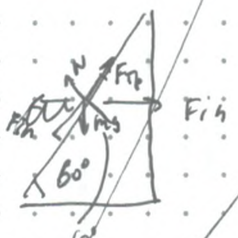
$$v = a\tau$$

$$a = \frac{P}{Ma\tau} - \mu_d g$$

$$\frac{P}{Ma\tau} = a + \mu_d g$$

$$\tau = \frac{P}{Ma(a+\mu_d g)}$$

$$a = \frac{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}{\mu\sin\alpha + \cos\alpha} = g\,\frac{\frac{\sqrt{3}}{2} - 0{,}5\cdot 0{,}5}{0{,}5\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}}$$



$F_{in} = ma$

$\cancel{ma + N = mg\cos\alpha}$

$ma\sin\alpha + N = mg\cos\alpha$

$\cancel{\mu N = mg}$

$$\begin{cases} N = mg\cos\alpha + ma\sin\alpha \\ \mu N + ma\cos\alpha = mg\sin\alpha \end{cases}$$

$\mu mg\cos\alpha + \mu ma\sin\alpha + ma\cos\alpha = mg\sin\alpha$

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

$$a = g\,(5\sqrt{3} - 8)$$

$$\tilde{\iota} = \frac{P}{Mg(5\sqrt{3}-8)\,(g(5\sqrt{3}-8)+0{,}5g)} \approx \frac{P}{M\,1{,}03\,g^2} =$$

$$= \frac{250\,000\,Вт}{1500\,кг \cdot 1{,}03 \cdot 10^2\,м^2/с^4} = 1{,}62\,с$$

а в какой-то момент времени всё так же

$$a = \frac{P}{M\vartheta} - \mu g$$

из этом а обгонит

$$a = \frac{P}{M a_{ср}} - \mu g$$

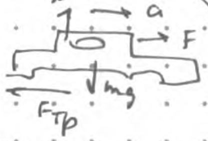
$$a_{ср} = \frac{P}{\mu}$$

$$\frac{P}{M a_{ср}} = a + \mu g$$

$$a_{ср} = \frac{P}{M(a + \mu g)}$$

$a_{обгона} =$

Для авто:



~~Для наклона~~

$$Ma = F - \mu_{k} M g$$

$$a = \frac{F}{M} - \mu g = \frac{P}{M\vartheta} - \mu g$$

$$\vartheta = \frac{Ma + M\mu g}{P}$$

$F_{in} = m a_{отр}$

$$m a_{отр} \cos(90 - \alpha) + mg\cos\alpha = N$$

$$m a_{отр} \sin(90-\alpha) + \mu N = mg\sin\alpha$$

Итоговый балл _______ _______________

(подпись председателя жюри)

Шифр ФЗ10-62

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 10 класс,

№3 (продолжение)

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

$$\cos\alpha + k \sin^3\alpha = k \sin\alpha \cos^2\alpha$$

Из соображений, что S_{min} $F_{тр} = \mu N$, тогда

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

$$\mu = \operatorname{ctg}\alpha = \frac{\sqrt{S_{min}^2 R^2 - R^2}}{R} = \sqrt{S_{min}^2 - 1} = \sqrt{4} = 2$$

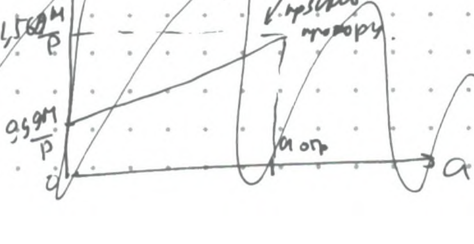
$=\mu$?? $\mu \vee 1$?

Продолжение номера 1

$$m a_{отр}\cos\alpha + \mu m a_{отр}\sin\alpha + \mu mg\cos\alpha = mg\sin\alpha$$

$$a_{отр} = \frac{mg(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}{m(\cos\alpha + \mu\sin\alpha)} = (5\sqrt{3} - 8)g$$ <0? ?

$$v_{отр} = \frac{a_{отр} \cdot 0{,}9 M}{\rho} = \frac{(5\sqrt{3}-8) \cdot 0{,}9 g^2 M}{\rho} \quad \frac{(5\sqrt{3} - 8 + 0{,}9)gM}{\rho} \approx 1{,}56 \frac{gM}{\rho}$$

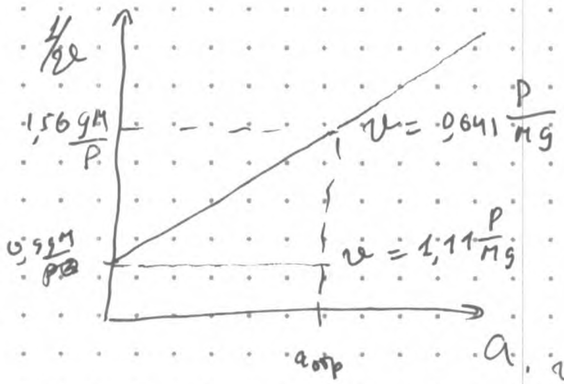


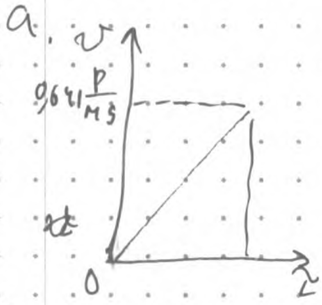
в начале $v = \frac{M \cdot 0{,}9 gM}{\rho} \approx 0{,}9\frac{gM}{\rho}$

$$\Rightarrow v_{ср} = \frac{(1{,}566 - 0{,}5)\frac{gM}{\rho}}{2} \approx \frac{gM}{\rho 3}$$

~~Коэф. графика равен:~~

$$\frac{1}{v} = \frac{(a + \mu d g)M}{P}$$





$$\frac{1}{v} = \frac{M}{P}\frac{dv}{dt} + \frac{\mu d g M}{P}$$

Применим для первого случая

$$\tau = \frac{0{,}641\frac{P}{Mg}}{a_{отр}} =$$

$$= \frac{0{,}641 \cdot 250000}{1500 \cdot 10 \cdot 0{,}6616} =$$

$\approx 1{,}6$ сек.

Итоговый балл _______ _______________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф10-62

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 10 класс,

Продолжение номера 3

очевидно, что $\alpha < \frac{\pi}{4} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{R}{S_{min} R} < \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{1}{S_{min}} < \frac{\sqrt{2}}{2}$

$S_{min} > \sqrt{2}$

Остальные ограничения выводятся хорошо из II закона Ньютона, который записан в начале решения