ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф10 - 36

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

Данные участника

ID номер участника 1176337

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" 01 2026 г.

Шифр 410-36
(заполняется оргкомитетом)

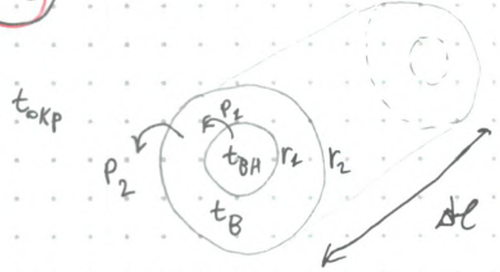
Оценка работы
(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

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

ФИЗИКА
(профиль олимпиады)

10
(класс участия)

№2



$P_{тепл} = \alpha S \Delta t$

$dR = \rho \frac{dl}{S}$ $\qquad P = I^2 R$

$dP = I^2 dR$

$S = \pi r_1^2 = \pi r_2^2 - \pi r_1^2 \longrightarrow 2r_1^2 = r_2^2$

$dS_1 = \pi r_1 \, dl$ $\qquad \sqrt{2} r_1 = r_2$

$dS_2 = \pi r_2 \, dl = \sqrt{2}\pi r_1 \, dl = \sqrt{2} dS_1$

внутр: $I^2 dR = P_1 = \alpha(t_{вн} - t_в) dS_1$

внеш: $I^2 dR + P_1 = P_2 = \alpha(t_в - t_{окр}) dS_2$

$\Delta t = 1°C$

$t_{вн1} = 45°C = 45\Delta t$

$t_{в1} = 35°C = 35\Delta t$

$t_{вн2} = 90°C = 90\Delta t$

1) $I = I_0$

$I_0^2 dR = \alpha(t_{вн1} - t_{в1}) dS_1$

$I_0^2 dR + \alpha(t_{вн1} - t_{в1}) dS_1 = \alpha(t_{в1} - t_{окр}) dS_2$

2) $I = 2I_0$

$4I_0^2 dR = \alpha(t_{вн2} - t_{в2}) dS_1$

$4I_0^2 dR + \alpha(t_{вн2} - t_{в2}) dS_1 = \alpha(t_{в2} - t_{окр}) dS_2$

$I_0^2 dR = \alpha(10\Delta t) dS_1$

$I_0^2 dR + 10\alpha\Delta t \, dS_1 = \alpha(35\Delta t - t_{окр}) dS_2$

Продолж. на обрат стор.

Сдано _____ листов

подпись участника

подпись наблюдателя в аудитории

№2 продолж.

$$I_0^2 \cdot \rho \frac{dl}{\pi r_1^2} = 10\alpha\Delta t \cdot \pi r_1 dl$$

$$I_0^2 \rho \frac{dl}{\pi r_1^2} + 10\alpha\Delta t \cdot \pi r_1 dl = \alpha(35\Delta t - t_{окр})\sqrt{2}\,\pi r_1 dl$$

$$\rho I_0^2 = 10\alpha\Delta t\,\pi^2 r_1^3$$

$$\rho I_0^2 + 10\alpha\Delta t\,\pi^2 r_1^3 = \sqrt{2}\alpha(35\Delta t - t_{окр})\,\pi^2 r_1^3$$

$$\rho I_0^2 = \alpha\pi^2 r_1^3\left(\underbrace{\sqrt{2}(35\Delta t - t_{окр}) - 10\Delta t}_{35\sqrt{2}\Delta t - 2t_{окр} - 10\Delta t}\right) = \alpha\pi^2 r_1^4\left((35\sqrt{2}-20)\Delta t - 2t_{окр}\right)$$

$$\rho I_0^2 = \alpha\pi^2 r_1^3\left((35\sqrt{2}-20)\Delta t - 2t_{окр}\right)$$

$$\rho I_0^2 = \alpha\pi^2 r_1^3 \cdot 10\Delta t \Rightarrow 1 = \frac{(35\sqrt{2}-20)\Delta t - 2t_{окр}}{10\Delta t} \Rightarrow 10\Delta t = (35\sqrt{2}-10)\Delta t - 2t_{окр}$$

$$2t_{окр} = (35\sqrt{2}-20)\Delta t \Rightarrow \cancel{t_{окр} = 25\Delta t} \qquad t_{окр} = \frac{35\sqrt{2}-20}{2}\Delta t \qquad \frac{I_0^2}{10\Delta t} = \frac{\alpha\pi^2 r_1^3}{\rho}$$

В общ. случ. $I^2 \rho\frac{dl}{\pi r_1^2} = \alpha(t_{вн} - t_в)\cdot\pi r_1 dl$

$$I^2\rho\frac{dl}{\pi r_1^2} + \alpha(t_{вн} - t_в)\pi r_1 dl = \sqrt{2}\alpha(t_в - t_{окр})\pi r_1 dl$$

$$\rho I^2 = \alpha(t_{вн} - t_в)\pi^2 r_1^3$$

$$\rho I^2 + \alpha(t_{вн} - t_в)\pi^2 r_1^3 = \sqrt{2}\alpha(t_в - t_{окр})\pi r_1^3$$

$I = 2I_0$ $\qquad \rho\cdot 4I_0^2 = \alpha\pi^2 r_1^3(90\Delta t - t_{в2})$

$$4I_0^2 = \frac{I_0^2}{10\Delta t}(90\Delta t - t_{в2}) \Rightarrow 4\cdot 10\Delta t = 90\Delta t - t_{в2} \qquad t_{в2} = 50\Delta t$$

$\boxed{t_{в2} = 50°C}$ при $I = 2I_0$

3) $I = 3I_0$ $\qquad 9I_0^2 = \frac{I_0^2}{10\Delta t}(t_{вн3} - t_{в2})$

$$9I_0^2 + \frac{I_0^2}{10\Delta t}(t_{вн3} - t_{в2}) = \sqrt{2}\frac{I_0^2}{10\Delta t}(t_{в3} - t_{окр})$$

$$18\cdot 10\Delta t = \sqrt{2}(t_{в3} - t_{окр})$$

$$\frac{180\Delta t}{\sqrt{2}} = t_{в3} - t_{окр} \qquad t_{в3} = \frac{180\Delta t\cdot\sqrt{2}}{2} + \frac{35\sqrt{2}-20}{2}\Delta t =$$

$$t_{в3} = \frac{215\sqrt{2}-20}{2}\Delta t \approx 142°C$$

Прод. на листе 3

где?

Итоговый балл _______ ________________

(подпись председателя жюри)

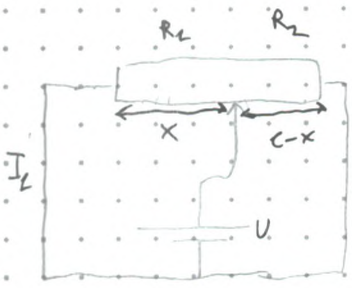
Шифр 910-36

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 10 класс,

№4



$\rho(x) = \rho_0 \frac{x}{l}$ $\qquad P = IU$

$$R_1 = \int_0^x \rho(x)\,dx = \int_0^x \rho_0 \frac{x}{l}\,dx = \frac{\rho_0}{l}\int_0^x x\,dx =$$

$$= \frac{\rho_0}{l}\cdot\frac{x^2}{2} = \frac{\rho_0 x^2}{2l}$$

$$R_2 = \int_x^l \rho(x)\,dx = \frac{\rho_0}{l}\cdot\left.\frac{x^2}{2}\right|_x^l = \frac{\rho_0}{2l}\left(l^2 - x^2\right)$$

$I_1 R_1 = R_2 I_2 = U$ $\qquad P = I_1 U + I_2 U = (I_1 + I_2)U = \left(\frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}\right)U =$

$I_1 = \frac{U}{R_1}$ $\quad I_2 = \frac{U}{R_2}$ $\qquad = U^2\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = U^2\cdot\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$

$$P = U^2\cdot\frac{\frac{\rho_0 x^2}{2l} + \frac{\rho_0}{2l}\left(l^2 - x^2\right)}{\frac{\rho_0 x^2}{2l}\cdot\frac{\rho_0}{2l}\left(l^2 - x^2\right)} = U^2\cdot\frac{2l}{\rho_0}\cdot\frac{x^2 + l^2 - x^2}{x^2\left(l^2 - x^2\right)} = \frac{2U^2 l}{\rho_0}\cdot\frac{l^2}{x^2\left(l^2 - x^2\right)}$$

$P \to min$ когда $x^2(l^2 - x^2) \to max$

$$\left(x^2\left(l^2 - x^2\right)\right)'_x = 2x\left(l^2 - x^2\right) + x^2(-2x) = 2x\left(l^2 - x^2 - x^2\right) =$$

$= 2x\left(l^2 - 2x^2\right) = 0 \quad \to x = 0$ неподходит

$l^2 - 2x^2 = 0 \qquad l^2 = 2x^2 \quad \Rightarrow \quad x^2 = \frac{l^2}{2}$

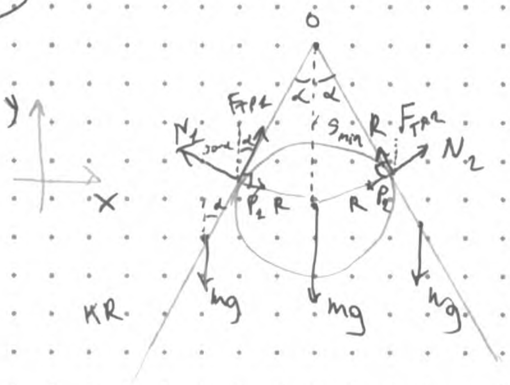
$l = \sqrt{2}x \qquad x = \frac{l}{\sqrt{2}}$

$$P_{min} = \frac{2U^2 l}{\rho_0}\cdot\frac{l^2}{\frac{l^2}{2}\left(l^2 - \frac{l^2}{2}\right)} = \frac{2U^2 l}{\rho_0}\cdot\frac{2\cdot 2}{2l^2 - l^2} = \frac{8U^2 l}{\rho_0}\cdot\frac{1}{l^2} = \frac{8U^2}{\rho_0 l}$$

Ответ: $P_{min} = P\left(\frac{l}{\sqrt{2}}\right) = \frac{8U^2}{\rho_0 l}$

№3

$K=50 \quad S_{min}=\sqrt{5} \quad \mu - ?$



$\downarrow g$

$N_1 = N_2$ (симметрия)

$F_{тр1} = \mu N_1 \qquad \vec{N_1} = -\vec{P_1} \quad \vec{N_2} = -\vec{P_2}$

$F_{тр2} = \mu N_2$

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

$x: \ +N_1\sin(90-\alpha) + \mu N_1 \sin\alpha - \mu N_2 \sin\alpha - N_2\sin(90-\alpha) = 0$

$\sin(90-\alpha) = \cos\alpha \qquad N_2(-\cos\alpha - \mu\sin\alpha) = N_1(-\cos\alpha - \mu\sin\alpha) \Rightarrow \underline{N_1 = N_2 = N}$

$y: \quad \cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{1-\dfrac{1}{S_{min}^2}} = \dfrac{\sqrt{S_{min}^2-1}}{S_{min}}$

$-mg + \mu N\cos\alpha\cdot 2 - 2N\sin\alpha = 0 \qquad 2N(\mu\cos\alpha - \sin\alpha) = mg$

Т.к. доски не вращ., то сумма момен $= 0$

$O: \quad mg\cdot\dfrac{KR}{2}\cdot\sin\alpha = N\cdot\sqrt{S_{min}^2R^2 - R^2} = NR\sqrt{S_m^2-1}$

$\dfrac{Kmg}{2}R\cdot\dfrac{1}{S_m} = NR\sqrt{S_m^2-1} \qquad \dfrac{Kmg}{2S_m} = N\sqrt{S_m^2-1}$

$N = \dfrac{Kmg}{2S_m\sqrt{S_m^2-1}}$

$2\,\dfrac{Kmg}{2S_m\sqrt{S_m^2-1}}\left(\mu\cdot\dfrac{\sqrt{S_m^2-1}}{S_m} - \dfrac{1}{S_m}\right) = mg$

$\dfrac{K}{S_m\sqrt{S_m^2-1}}\cdot\dfrac{1}{S_m}\left(\mu\cdot\sqrt{S_m^2-1} - 1\right) = 1$

$\mu\sqrt{S_m^2-1} - 1 = \dfrac{S_m S_m\sqrt{S_m^2-1}}{K} = \dfrac{S_m^2\sqrt{S_m^2-1}}{K}$

$\mu\sqrt{S_m^2-1} = \dfrac{S_m^2\sqrt{S_m^2-1}}{K} + 1 = \dfrac{S_m^2\sqrt{S_m^2-1}+K}{K}$

$\boxed{\mu = \dfrac{S_m^2\sqrt{S_m^2-1}+K}{K\sqrt{S_m^2-1}}}$ при $K=50 \quad S_{min}=\sqrt{5} \quad \mu = \dfrac{5\sqrt{5-1}+50}{50\cdot\sqrt{5-1}}$

$\mu = \dfrac{20+50}{50\cdot 4} = 0.35$ при заданных K и μ

$\mu K\sqrt{S_m^2-1} = S_m^2\sqrt{S_m^2-1} + K \Rightarrow \mu^2K^2(S_m^2-1) = S_m^4(S_m^2-1) + K^2 +$

$+ 2KS_m^2\sqrt{S_m^2-1}$

продолж. на листе 3

Итоговый балл ________ ________________ **Шифр** Ф10-36

(подпись председателя жюри) (заполняется оргкомитетом)

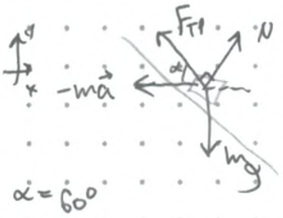
Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике**», **10** класс,**

№1

2) при большом $\vec{a}$ то будет соскальзывать. ⇒ другой случай

$\vec{a}$ →



$\alpha = 60°$

Нейсо авто найдём min a при котором равновесие

a →

$y: -mg + \mu N \sin 60 + N\cos 60 = 0$

$x: -ma - \mu N \cos 60 + N \sin 60 = 0$

$\sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2}$ $\quad -mg - \frac{\mu N\sqrt{3}}{2} + \frac{N}{2} = 0$

$\cos 60 = \frac{1}{2}$ $\quad -ma - \frac{\mu N}{2} + \frac{N\sqrt{3}}{2} = 0$ $\quad a_{min}$ — ?

$\mu = \frac{1}{2}$ $\quad mg = N\left(\frac{1}{2} - \frac{\frac{1}{2}\cdot\sqrt{3}}{2}\right) = N\cdot\frac{2-\sqrt{3}}{4} \Rightarrow N = \frac{4mg}{2-\sqrt{3}}$

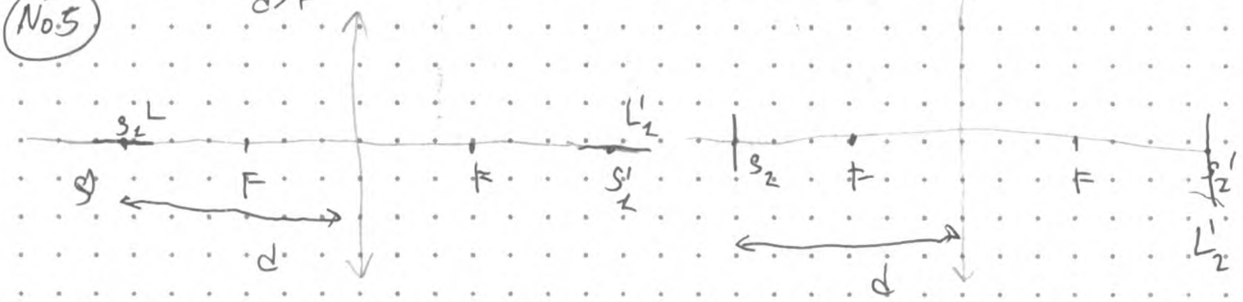
$ma = \frac{N\sqrt{3}}{2} - \frac{\mu N}{2} = N\left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{4}\right) = \frac{4mg}{2-\sqrt{3}}\cdot\frac{2\sqrt{3}-1}{4} = mg\cdot\frac{2\sqrt{3}-1}{2-\sqrt{3}}$

$a_{min} = \frac{2\sqrt{3}-1}{2-\sqrt{3}}g = (4+3\sqrt{3})g \approx 9.2\cdot 10\frac{м}{с^2} = 92\frac{м}{с^2}$

№2 продолж. 2

№5

$d > F$



$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{b_1}$

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

$\frac{1}{b_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{Fd}$ $\quad b_1 = b_2 = \frac{Fd}{d-F}$

№3 провод.

при малых S_{min} $\vec{p}_1$ и $\vec{p}_2$ напр. почти верт. $\vec{F}_{тр}$ почти гориз (N будет большим) $\vec{F}_{тр}$ не сможет удержать.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф7 - 30

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

Данные участника

ID номер участника 1092524

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата " 20 " января 20 26 г.

Шифр 97-30
(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)

Задача 1

Пусть P – вес призмы. Тогда

$$\frac{P}{ah} = 4000; \quad \frac{P}{S_{осн}} = 1500.$$

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

$$\frac{1000\cdot\sqrt{3}}{\frac{3\cdot\sqrt{3}}{2}\cdot a^2} = 1500$$

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

$$8000h = 3000\sqrt{3}$$

$$1500\cdot 3\cdot\sqrt{3}\cdot a^2 = 2000\cdot\sqrt{3}$$

$$h = (3000\cdot\sqrt{3})/8000$$

$$h = \frac{3\cdot\sqrt{3}}{8}.$$

$$4500a^2 = 2000$$

$$a = \sqrt{\frac{2000}{4500}}$$

$$V_{общ} = h\cdot\frac{3\cdot\sqrt{3}}{2}\cdot\left(\frac{2}{3}\right)^2 = \frac{3\cdot\sqrt{3}\cdot 3\cdot\sqrt{3}\cdot 4}{8\cdot 2\cdot 9} = \frac{27\cdot 4}{16\cdot 9} = \frac{3}{4}\,(м^3)$$

$$a = \sqrt{\frac{4}{9}}$$

$$a = \frac{2}{3}$$

Здесь сила – [Н] длина – [м] S – [м²], V – [м³]

=> Объем призмы равен $\frac{3}{4}$ м³

Ответ: $\frac{3}{4}$ м³

Сдано _____ листов

Лист №1

подпись участника

подпись наблюдателя в аудитории

Задача 2

Пусть в первой доске было 13 кубиков массой x, а 12 кубиков массой y. Тогда разберем два случая и решим системы уравнений:

1) $\begin{cases} 13x+12y=13 \\ 24x+25y=25{,}5 \end{cases}$

$\begin{cases} 325x+300y=325 \\ 288x+300y=306 \end{cases}$ $-$

$\begin{cases} 37x=19 \\ 13x+12y=13 \end{cases}$

$\begin{cases} x=\frac{19}{37} \\ 13\cdot\frac{19}{37}+12y=13 \end{cases}$

$\begin{cases} x=\frac{19}{37} \\ y=(13-13\cdot\frac{19}{37}):12 \end{cases}$

$\begin{cases} x=\frac{19}{37} \\ y=\frac{18}{37}:12\cdot13 \end{cases}$

$\begin{cases} x=\frac{19}{37} \\ y=\frac{1{,}5}{37}\cdot13 \end{cases}$

$\begin{cases} x=\frac{19}{37} \\ y=\frac{39}{74} \end{cases}$

2) $\begin{cases} 13x+12y=13 \\ 25x+24y=\cancel{27}\ 25{,}5 \end{cases}$

$\begin{cases} 26x+24y=26 \\ 25x+24y=25{,}5 \end{cases}$ $-$

$\begin{cases} x=0{,}5 \\ 13x+12y=13 \end{cases}$

$\begin{cases} x=0{,}5 \\ 6{,}5+12y=13 \end{cases}$

$\begin{cases} x=\frac{1}{2} \\ y=\frac{13}{2}:12 \end{cases}$

$\begin{cases} x=\frac{1}{2} \\ y=\frac{13}{24} \end{cases}$

Теперь заметим, что масса черного и белого кубика могут быть равны $\frac{19}{37}$ кг, $\frac{39}{74}$ кг, $\frac{1}{2}$ кг, $\frac{13}{24}$ кг. Причем все они удовлетворяют одной из систем уравнений.

Ответ: масса одного кубика может быть равна $\frac{19}{37}$ кг, $\frac{39}{74}$ кг, $\frac{1}{2}$ кг, $\frac{13}{24}$ кг.

Итоговый балл _______ _______________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф7-30

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 7 класс,

вариант ________

Задача 3.

Вспомним формулу расчета жесткости двух посл. соединенных пружин жесткостями k_1 и k_2:

$$\frac{k_1 \cdot k_2}{k_1+k_2}.$$

Пусть жесткость пружины А равна k_1, а ~~жёс~~ пружины В равна k_2. Тогда мы знаем, что жесткость 1 системы равна $20Н/0{,}04м = 500\ Н/м$.

$$\frac{k_1 \cdot k_1}{k_1+k_1} = 500$$

$$\frac{k_1}{2} = 500$$

$k_1 = 1000\ [\frac{Н}{м}]$ - определили жесткость пружины А.

Теперь жесткость 2 системы: $30Н/0{,}05м = 600\ \frac{Н}{м}$.

$$\frac{1000k_2}{1000+k_2} = 600$$

$$600(1000+k_2) = 1000k_2$$

$$600\,000 = 400k_2$$

$k_2 = 1500\ [\frac{Н}{м}]$ Теперь посчитаем жесткость 3-й системы: $\frac{500 \cdot 1500}{500+1500} = \frac{750000}{2000} = \frac{750}{2} = 375\ [\frac{Н}{м}]$.

$\Delta l = F : k$. $\Delta l = 60Н : 375\frac{Н}{м} = 0{,}16м = 16см$

Ответ: общее удлинение составит 16 см.

Лист № 2

Задача 4

Посчитаем время, которое тратится на 1 итерацию.

Сначала догонять Васю со скоростью 9 м/с:

$t_1 = 25м : (9\,м/с - 5\,м/с) = \frac{25}{4}\,с$.

Потом бежать навстречу Пете со скоростью 9 м/с:

$t_2 = 25м : (9\,м/с + 5\,м/с) = \frac{25}{14}\,с$

Потом бежать навстречу Васе со скоростью 8 м/с:

$t_3 = 25м : (8\,м/с + 5\,м/с) = \frac{25}{13}\,с$

Потом догонять Петю со скоростью 8 м/с:

$t_4 = 25м : (8\,м/с - 5\,м/с) = \frac{25}{3}\,с$.

Расстояние, которое нужно пробежать псу всегда равно половине длины окружности, потому что места Пети и Васи всегда диаметрально противоположны. За 1 итерацию пес дважды встречает Васю. Но во время последней итерации догонять Петю пес уже не будет (т. к. он уже 50 раз встретил Васю). Всего будет 25 итераций. Итого, общее время, которое затратил пес, равно $25\left(\frac{25}{3} + \frac{25}{4} + \frac{25}{13} + \frac{25}{14}\right) - \frac{25}{3}$ [секунд]. (калькулятора с собой нет и это посчитать не удалось).

Ответ: $25\left(\frac{25}{3} + \frac{25}{4} + \frac{25}{13} + \frac{25}{14}\right) - \frac{25}{3}$ секунд затратит пес, чтобы 50 раз встретить Васю.

$25\left(\frac{25}{3} + \frac{25}{4} + \frac{25}{13} + \frac{25}{14}\right) - \frac{25}{3} = \frac{968\,056}{2184}$ секунд

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф10 - 45

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

Данные участника

ID номер участника 1274630

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНАЯ ОЛИМПИАДА

Дата "20" января 2026 г.

Шифр Ф10-45
(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	20	0	5	20											54
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

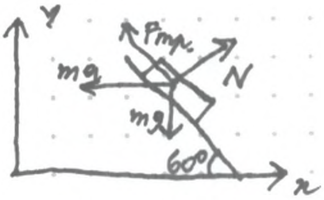
Физика
(профиль олимпиады)

10
(класс участия)

№1 Ответ: а) $t \approx 1{,}91$ с (если сразу на максимальной мощности)

б) $t_{max} \approx 3{,}83$ с (если ускорять с минимальным постоянным ускорением 6,6 м/с² до максимальной мощности.)

Решение:



$+ma\cos\alpha$
$-mg\sin\alpha$

$ma\cos\alpha - mg\sin\alpha - F_{тр} = 0$ (проекция на ось вдоль доски вверх.)
$N - ma\sin\alpha - mg\cos\alpha = 0$ (проекция на перпендикуляр к доске.)
трение покоя: $F_{тр} \le \cancel{MN}\ \mu N \Rightarrow mg\sin\alpha - ma\cos\alpha \le \mu N$
$N = ma\sin\alpha + mg\cos\alpha$
$g\sin\alpha - a\cos\alpha \le \mu(a\sin\alpha + g\cos\alpha)$
$g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha \le a\cos\alpha + \mu a\sin\alpha$
$a(\cos\alpha + \mu\sin\alpha) \ge g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$
Если $\sin\alpha - \mu\cos\alpha > 0 \Rightarrow a_{min} = \frac{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha}$
$\alpha = 60°$; $\mu = 0{,}5$; $g = 10$ м/с²
$\sin 60° = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0{,}866$ $\cos 60° = 0{,}5$
$a_{min} = \frac{10(0{,}866 - 0{,}5 \cdot 0{,}5)}{0{,}5 + 0{,}5 \cdot 0{,}866} = \frac{10(0{,}866 - 0{,}25)}{0{,}5 + 0{,}433} = \frac{10 \cdot 0{,}616}{0{,}933} \approx 6{,}6$ м/с²

Вывод: машина может разгоняться с ускорением от 0 до 9 м/с², но телефону нужно ускорение $\ge 6{,}6$ м/с²
$P_{max} = 250$ кВт $= 250000$ Вт. $M = 1500$ кг
$P = Fv = Mav$
$a = \frac{P}{Mv} = \frac{250000}{1500v} = 6{,}6$
$v = \frac{250000}{1500 \cdot 6{,}6} \approx 91$ км/ч.

Сдано _____ листов

Лист №1

подпись участника

подпись наблюдателя в аудитории

При постоянной $P \Rightarrow a = \frac{dv}{dt} = \frac{P}{Mv}$

$v\,dv = \frac{P}{M}\,dt$

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

$v_1 = \frac{P_{max}}{F} = \frac{250000}{9900} \approx 25{,}25$ м/с

$t = \frac{M v_1^2}{2P} = \frac{1500(25{,}25)^2}{2 \cdot 250000} = \frac{1500 \cdot 637{,}56}{500000} \approx 1{,}91$ с

$t_1 = \frac{v_1}{a} = \frac{25{,}25}{6{,}6} \approx 3{,}83$ с

~~Ответ: а) ≈ 1,91 с (если сразу~~

№2

$I_1^2 R = \frac{T_1 - T_2}{\theta}$

(1) $T_1 - T_2 = \theta R I_1^2$

$I_2^2 R + \frac{T_1 - T_2}{\theta} = \frac{T_2 - T_0}{\theta_2}$

(2) $T_2 - T_0 = \theta_2 \left(I_2^2 R + \frac{\theta R I_1^2}{\theta}\right) = \theta_2 R (I_1^2 + I_2^2)$

~~(2) $T_2 - T_0 = (T_1 - T_2) + T_2$~~

(2') $T_2 - T_0 = \theta_2 R (I_1^2 + I_2^2)$

$T_1 - T_0 = (T_1 - T_2) + (T_2 - T_0) = \theta R I_1^2 + \theta R (I_1^2 + I_2^2)$

Случай А: $I_1 = I_0$; $I_2 = I_0$

$T_1 = 45$; $T_2 = 35$

$35 - T_0 = \theta_2 R \cdot 2 I_0^2$ (уравнение А)

$45 - 35 = \theta R I_0^2 \Rightarrow 10 = \theta R I_0^2$ (уравнение Б)

Случай Б: $I_1 = 2I_0$; $I_2 = 2I_0$

Дано: $T_1 = 90$

T_2 — ?

Решение:

$T_2 - T_0 = \theta_2 R (4I_0^2 + 4I_0^2) = 8\theta_2 R I_0^2$

$\theta_2 R I_0^2 = \frac{35 - T_0}{2}$

$T_2 - T_0 = 8 \cdot \frac{35 - T_0}{2} = 4(35 - T_0)$

$\theta R I_0^2 = 10$

$\theta R \cdot 4 I_0^2 = 40$

$90 - T_2 = 40 \Rightarrow T_2 = 50°C$

$50 - T_0 = 140 - 4T_0$

$3T_0 = 90 \Rightarrow T_0 = 30°C$

$35 - 30 = 5 = \theta_2 R \cdot 2I_0^2 \Rightarrow \theta_2 R I_0^2 = 2{,}5$

$\theta R I_0^2 = 10$

$\cancel{T_2 =}$ $T_2 - 30 = \theta_2 R (9I_0^2 + 9I_0^2) = 18\theta R I_0^2 = 18 \cdot 2{,}5 = 45 \Rightarrow$

$\Rightarrow T_2 = 75°C$

$T_1 - T_2 = \theta R \cdot 9I_0^2 = 9 \cdot 10 = 90 \Rightarrow T_1 = 75 + 90 = 165°C$

$T_1 = 165°C$; $T_2 = 75°C$

$T_2 - 30 = \theta_2 R (16 I_0^2 + 0) = 16 \cdot 2{,}5 = 40 \Rightarrow T_2 = 70°C$

$T_1 - T_2 = \theta R \cdot 16 I_0^2 = 16 \cdot 10 = 160 \Rightarrow T_1 = 70 + 160 = 230°C$

$T_1 = 230°C$; $T_2 = 70°C$

Ответ: а) 50°C

б) 165°C, 75°C

в) 230°C, 70°C

Итоговый балл ________ ______________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф10-45
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 10 класс,

вариант ________

№3

Дано:
2 доски с одинаковой длиной $= kR$.
масса каждой доски = = массе отрезка бревна.
минимальное расстояние от оси петли до оси отрезка.
$k = 50$ и $S_{min} = \sqrt{5}$

$M - ?$

Решение:
а) $mg(S_{min} - R) = 2N_1R$?
$mg = 2N_1$
$2N_1 = mgM$
$S_{min} = \sqrt{5}$; $k = 50$
$M = \frac{1}{\sqrt{5}}$

Ответ: а) $M = \frac{1}{\sqrt{5}}$

б) расстояние S должно находится в определённом диапазоне значения между S_{min} и S_{max} для установления равновесия систем.

№4

Дано:
$p(x) = p_{max}x\frac{x}{l}$
длина реостата: l
Напряжение источника: U

1) расстояние от левого края, при котором тепловая мощность минимальна.
2) Минимальное значение мощности.

Решение:
$R = \int_0^x p(x)\,dx = \int_0^x p_{max}\frac{x}{l}\cdot dx = p_{max}\frac{1}{l}\int_0^x \cdot$
$\cdot x\,dx = p_{max}\frac{x^2}{2l}$
$P = \frac{U^2}{R} = \frac{2U^2 l}{p_{max}x^2}$
$\frac{dP}{dx} = \frac{2U^2}{p_{max}l^2} = \frac{2U^2}{p_{max}l}$

5

Ответ: 1) минимальная тепловая мощность достигается при расстоянии $x = l$
2) минимальное значение мощности $P_{min} = \frac{2U^2}{p_{max}}$.

№5

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

$\frac{1}{f_x} = \frac{1}{F} - \frac{1}{x}$
$f_x = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{x}} = \frac{Fx}{x-F}$
$\frac{df}{dx} = \frac{F(x-F) - Fx}{(x-F)^2}$??
$\frac{d}{dx}\frac{x}{x^2}$; $\frac{df}{dx} - \frac{x}{x^2} = 0$
$\frac{df}{dx} = -\frac{f^2}{x^2}$

② $\Delta f \approx \frac{df}{dx}\Big|_{x=d} L$
$\Delta f = -\frac{fd^2}{d^2}L$
$L_1 = |\Delta f| = fd^2 \cdot L$
$\Gamma = \frac{fd}{d} = \frac{F}{d-F}$
$L_2 = \Gamma L = \frac{F}{d-F}\cdot L$
$\frac{L_1}{L_2} = \frac{\frac{fd^2}{d^2}\cdot L}{\frac{F}{d-F}\cdot L} = K$

③ $\frac{\left(\frac{Fd}{d-F}\right)^2 \cdot \frac{1}{d^2}}{\frac{F}{d-F}} = K$
$\frac{F}{d-F} = K$
$F(1 + \frac{1}{K})$
Ответ: $F(1 + \frac{1}{K})$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф8 - 20

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

Данные участника

ID номер участника 1177815

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" января 2025 г.

Шифр Ф8-20
(заполняется оргкомитетом)

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

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	20	20	20	18	13											91
№ 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	2	3	4	5	
6	6	3	3	2	20

Дано:

$H = 20 см$

$\rho_ц = 1{,}25\ г/см^3$

$\rho_1 = 1\ г/см^3 = \frac{\rho}{2}$

$\rho_2 = 2\ г/см^3 = \rho$

$\rho_3 = 2\ г/см^3 = \rho$

$\rho_4 = 3\ г/см^3 = 1{,}5\rho$

$y = 5 см$

$V_1 = 1{,}5 V_2 = 1{,}5V$

$V_2 = V$

$x - ?$

Решение:

1)

$m_ц g = F_{A_1} + F_{A_2} = F_{A_1} + 1{,}5V\rho_2 g =$

$m_ц g = F_{A_1} + 1{,}5V\rho g \quad (1)$

2)

$m_ц g = F_{A_1}' + F_{A_2}' = F_{A_1}' + V\cdot\rho_4 g$

$m_ц g = F_{A_1}' + V\cdot 1{,}5\rho g \quad (2)$

$(1)-(2)$:

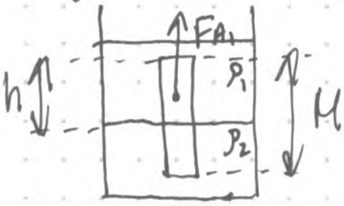
$m_ц g - m_ц g = F_{A_1} - F_{A_1}'$

$F_{A_1} = F_{A_1}'$

Во втором ~~случае~~ сосуде цилиндр гарантированно плавает, не погружаясь полностью, т.к. его плотность $\rho_ц < \rho_3$ и $\rho_ц < \rho_4$.

Значит $F_{A_1}' = \rho_3 \cdot y \cdot S_ц \cdot g$, т.к. цилиндр проходит через

весь слой верхней жидкости. В первом сосуде:
пусть цилиндр погружен в первую жидкость на hS

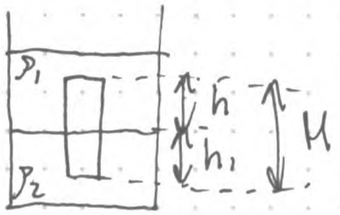


$$F_{A_1} = \rho_1 h S g$$

$$\rho_1 h S g = \rho_2 y S g$$

$$h = \frac{\rho_2}{\rho_1} y = \frac{\rho}{\frac{\rho}{2}} y = 2y = 10 \text{ см}$$

Предположим, что в первом сосуде цилиндр погружен в жидкость полностью:



$$m_ц g = F_{A_1} + F_{A_2} = \rho_1 \cdot h S g + \rho_2 (H - h) S g$$

$$HS \cdot \rho_ц = \rho_1 h S + \rho_2 H S - \rho_2 h S$$

$$20 \text{ см} \cdot 1{,}25 \text{ г/см}^3 = 1 \text{ г/см}^3 \cdot 10 \text{ см} + 2 \text{ г/см}^3 \cdot 20 \text{ см} - 2 \text{ г/см}^3 \cdot 10 \text{ см}$$

$$25 \text{ г/см}^2 = 30 \text{ г/см}^2 \quad ?!$$

Не сходится, значит в первом сосуде цилиндр также плавает, не погружаясь полностью, значит он проходит через весь слой верхней жидкости, значит $h = x = 10$ см

Ответ: $x = 10$ см

~~№2~~

~~[illegible]~~

Итоговый балл ______ ______________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф8-20
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 8 класс,

№2

Возможны 4 случая

	5×5		7×7	
№ случая	$N_ч$	$N_б$	$N_ч$	$N_б$
1	12	13	24	25
2	12	13	25	24
3	13	12	24	25
4	13	12	25	24

Для каждого случая составляем и решаем систему уравнений:

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

$-m_б = -0,5кг$

$m_б = 0,5кг$

$m_ч = \frac{13кг - 13 \cdot 0,5кг}{12} = 0,54кг$

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

$m_ч = \frac{13кг - 13m_б}{12}$

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

$325кг - 325m_б + 288m_б = 306кг$

$37m_б = 19кг$

$m_б = 0,51кг$

$m_ч = \frac{13кг - 13 \cdot 0,51кг}{12} = 0,53кг$

3) $\begin{cases} 13m_ч + 12m_б = 13\text{кг} \\ 24m_ч + 25m_б = 25{,}5\text{кг} \end{cases}$

$m_ч = \dfrac{13\text{кг} - 12m_б}{13}$

$24 \cdot \dfrac{13\text{кг} - 12m_б}{13} + 25m_б = 25{,}5\text{кг}$

$312\text{кг} - 288m_б + 325m_б = 331{,}5\text{кг}$

$37m_б = 19{,}5\text{кг}$

$m_б = 0{,}53\text{кг}$

$m_ч = \dfrac{13\text{кг} - 12 \cdot 0{,}53\text{кг}}{13} = 0{,}51\text{кг}$

4) $\begin{cases} 13m_ч + 12m_б = 13\text{кг} \\ 25m_ч + 24m_б = 25{,}5\text{кг} \end{cases}$

$-m_ч = -0{,}5\text{кг}$

$m_ч = 0{,}5\text{кг}$

$m_б = \dfrac{13\text{кг} - 13 \cdot 0{,}5\text{кг}}{12} = 0{,}54\text{кг}$

Ответ: 1) $m_б = 0{,}5\text{кг}$, $m_ч = 0{,}54\text{кг}$

2) ~~$m_ч = 0{,}53\text{кг}$, $m_б =$~~

$m_б = 0{,}51\text{кг}$, $m_ч = 0{,}53\text{кг}$

3) $m_б = 0{,}53\text{кг}$, $m_ч = 0{,}51\text{кг}$

4) $m_б = 0{,}54\text{кг}$, $m_ч = 0{,}5\text{кг}$

Итоговый балл ________ ______________ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф8-20 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 8 класс,

вариант ________

№3

~~Пусть~~ Посчитаем время, ~~за~~ через которое пёс встретит Васю в первый раз. $S = 25$ м. - т.к. Петя и Вася находятся на разных концах диаметра.

$v_{сбл} = \cancel{5\ м/с + 9\ м/с = 14\ м/с}$ ~~9-5~~ $9\ м/с - 5\ м/с = 4\ \frac{м}{с}$

$t = \frac{S}{v} = \frac{25\ м}{4\ м/с} = 6{,}25\ с$

Далее у пса будет повторяться цикл его ~~действий~~ бега

1. От Васи навстречу Пете ($v = 9$ м/с, $S = 25$ м, $t = \frac{25\ м}{9\ м/с + 5\ \frac{м}{с}} = \frac{25}{14}\ с$)
2. От Пети навстречу Васе ($v = 8$ м/с, $S = 25$ м, $t = \frac{25\ м}{8\ \frac{м}{с} + 5\ \frac{м}{с}} = \frac{25}{13}\ с$)
3. От Васи до Пети вдогонку ($v = 8$ м/с, $S = 25$ м, $t = \frac{25\ м}{8\ \frac{м}{с} - 5\ \frac{м}{с}} = \frac{25}{3}\ с$)
4. От Пети до Васи вдогонку ($v = 9$ м/с, $S = 25$ м, $t = \frac{25\ м}{9\ \frac{м}{с} - 5\ \frac{м}{с}} = \frac{25}{4}\ с$)

Один такой цикл длится $t_0 = \frac{25}{14}\ с + \frac{25}{13}\ с + \frac{25}{3}\ с + \frac{25}{4}\ с = 18{,}292\ с$ и за это время пес дважды встречается с Васей.

Значит итого псу понадобится выполнить 25 таких циклов за исключением последних двух пунктов, т.к. в цикле вторая встреча с Васей происходит уже после второго пункта. Также не забываем прибавить 6,25 с, которые мы посчитали в начале.

$t_{об} = 18,292\,с \cdot 25 - 6,25с - \frac{25}{3}с + 6,25с = 449с$

Ответ: $t_{об} = 449с$

№4

Дано:
$T_1 = 45°C$
$t_1 = 35°C$
$T_2 = 90°C$
$P_2 = 4P_1$
$T_2 - ?$

Решение:

~~Рк~~ Т.к. у внутренней печи ~~темпера~~ темп-ра постоянна, то $P_{п_1} = P_1$

$P_{п_1} = \alpha \cdot \Delta t = \alpha \cdot (T_1 - t_1)$ – по закону Ньютона-Рихмана

$\alpha(T_1 - t_1) = P_1 \quad (1)$

Внешняя печь нагревается с мощностью $P_{п_1} + P_1$, т.к. вся теплота от потерь внутренней печи уходит внешней печи, а отдаётся с мощностью $P_{п_2} = \alpha \cdot (t_1 - t_{окр})$

$2P_1 = \alpha(t_1 - t_{окр}) \quad (2)$

$\frac{(2)}{(1)}: \quad 2 = \frac{t_1 - t_{окр}}{T_1 - t_1}$

1	2	3	4	5	Σ
3	5	5	5	0	18

$2T_1 - 2t_1 = t_1 - t_{окр}$

$t_{окр} = 3t_1 - 2T_1 = 35°C \cdot 3 - 45°C \cdot 2 = 15°C$

Во втором случае записываем идентичные уравнения

$\alpha(T_2 - t_2) = \cancel{4P_1}\, P_2 \quad (3)$

$\alpha(t_2 - t_{окр}) = 2P_2 \quad (4)$

$\frac{(4)}{(3)}: \quad 2 = \frac{t_2 - t_{окр}}{T_2 - t_2}$

$2T_2 - 2t_2 = t_2 - t_{окр} \Rightarrow t_2 = \frac{2T_2 + t_{окр}}{3} = \frac{90°C \cdot 2 + 15°C}{3} = 65°C$

Итоговый балл ______ ______ (подпись председателя жюри)

Шифр ф8-20 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 8 класс,

вариант ________

Ответ: $t_2 = 65°C$

№5

1	2	3	4	5	6	7	Σ
3	4	4	2	0	0	0	13

На первом участке графика до $l = 20$ м цепь не касается дна, после этого цепь начала ложиться на дно.

По первому участку находим объем одного метра цепи ($\frac{V_ц}{l_ц}$). Т.к. масса цепи с лодкой не меняется, то не должна меняться и сила Архимеда. Значит $\Delta V_ц = \Delta V_{погр}$

Возьмем точку $l = 20$ м и $V_{пог} = 2{,}45$ м^3 и точку $l = 0$ м, $V_{пог} = 2{,}54$ м^3

$$\frac{V_ц}{l_ц} = \frac{2{,}54 м^3 - 2{,}45 м^3}{20 м} = 4{,}5 \cdot 10^{-3} м^2 = S$$

Далее рассмотрим второй участок графика. На нем для любых двух точек справедливо

~~$m_ц g = \lambda \Delta l g - \Delta V_{погр} \cdot \rho_в g =$~~

$$\lambda \Delta l g - S \Delta l \rho_в g = \Delta V_{пог} \cdot \rho_в g$$

$$\lambda = \frac{\Delta V_{пог} \cdot \rho_в + S \Delta l \rho_в}{\Delta l}.$$

Возьмем точки $l = 20$ м, $V_{пог} = 2{,}45$ м^3 и $l = 40$ м и $V_{пог} = 2{,}21$ м^3

$\Delta l = 40 м - 20 м = 20 м$

Лист № 4

$\Delta V_{пор} = 2{,}45\,м^3 - 2{,}21\,м^3 = 0{,}24\,м^3$

$$\lambda = \frac{1000\,\frac{кг}{м^3} \cdot \left(0{,}24\,м^3 + 20\,м \cdot 4{,}5 \cdot 10^{-3}\,м^2\right)}{20\,м} = 16{,}5\,\frac{кг}{м}$$

$$\rho = \frac{\Delta m}{\Delta V} = \frac{\Delta l\,\lambda}{\Delta l\,S} = \frac{\lambda}{S} = \frac{16{,}5\,\frac{кг}{м}}{4{,}5 \cdot 10^{-3}\,м^2} = 3666{,}67\,кг/м^3$$

Ответ: $\lambda = 16{,}5\,кг/м$, $\rho = 3666{,}67\,кг/м^3$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф11 - 98

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

Данные участника

ID номер участника 1271037

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "___"____________________ 20____г.

Шифр Ф11-98
(заполняется оргкомитетом)

Оценка работы

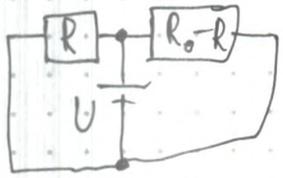
(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ 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	13	20											93
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика
(профиль олимпиады)

11
(класс участия)

№5 1)



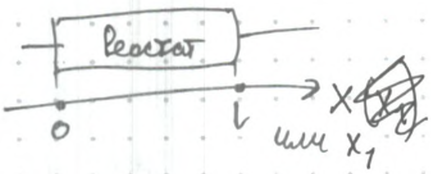
R – сопр. левой части реостата, R_0 – полное сопр. реостата.

$$P = \frac{U^2}{R} + \frac{U^2}{R_0-R} = \frac{U^2R_0}{R(R_0-R)}$$ – полная мощность, выдел. на реост.

P минимальна, если $R(R_0-R)$ – максимально. $f(R) = R(R_0-R) = -R^2+RR_0$ – парабола с ветвями вниз, ~~$R_{max} = \frac{}{2}$~~ макс. значение $f(R)$ достиг. при

$$R = \frac{R_0}{2} \Rightarrow P_{min} = \frac{U^2R_0}{\frac{R_0}{2}\cdot\frac{R_0}{2}} = \frac{4U^2}{R_0}$$

2) $$R(x) = \int_0^x \rho(x_1)\,dx_1 = \int_0^x \frac{\rho_{max}}{L}x_1\,dx_1 = \frac{\rho_{max}x^2}{2L}$$



~~Аналогично $R_0 =$~~ $$R_0 = R(L) = \frac{\rho_{max}L}{2}$$

3) Пусть x_0 – искомое расс-е от левого края, тогда $R(x_0) = \frac{R_0}{2}$:

$$\frac{\rho_{max}x_0^2}{2L} = \frac{\rho_{max}L}{4} \qquad x_0^2 = \frac{L^2}{2} \qquad x_0 = \frac{L}{\sqrt{2}}$$

Сдано _____ листов ____________________ ____________________ Лист №1

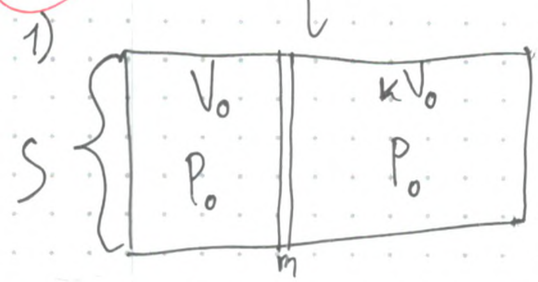
подпись участника подпись наблюдателя в аудитории

4) $P_{min} = \dfrac{4U^2 \cdot 2}{\rho_{max} L} = \dfrac{8U^2}{\rho_{max} L}$ Ответ: $X_0 = \dfrac{L}{\sqrt{2}}$

$P_{min} = \dfrac{8U^2}{\rho_{max} L}$

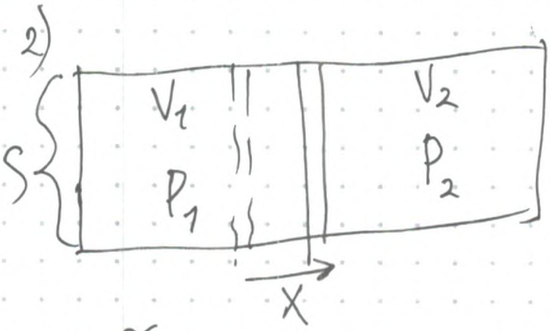
№2

1)



$V_0 = S\dfrac{L}{k+1}$ – в полож. равновесия

2)



При смещении на X вправо: $\begin{cases} V_1 = V_0 + Sx \\ V_2 = kV_0 - Sx \end{cases}$

3) Т.к. теплопередача отсутствует, газ в обеих частях участвует в адиабатическом процессе:

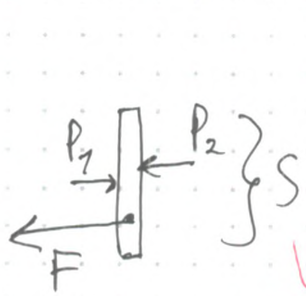
$$\begin{cases} P_1 V_1^{\gamma} = P_0 V_0^{\gamma} = const_1 \\ P_2 V_2^{\gamma} = P_0 (kV_0)^{\gamma} = const_2 \end{cases}$$

$\gamma = \dfrac{2}{i} + 1 = 1 + \dfrac{2}{5} = 1{,}4$ – показ. адиабаты, газ 2-атомный $\Rightarrow i = 5$

4)
$$\begin{cases} \dfrac{P_1}{P_0} = \left(\dfrac{V_0}{V_1}\right)^{\gamma} = \left(\dfrac{V_0}{V_0 + Sx}\right)^{\gamma} = \left(\dfrac{1}{1 + \frac{Sx}{V_0}}\right)^{\gamma} = \left(1 + \dfrac{Sx}{V_0}\right)^{-\gamma} \approx 1 - \dfrac{\gamma S x}{V_0} \\ \dfrac{P_2}{P_0} = \left(\dfrac{kV_0}{kV_0 - Sx}\right)^{\gamma} = \left(\dfrac{1}{1 - \frac{Sx}{kV_0}}\right)^{\gamma} = \left(1 - \dfrac{Sx}{kV_0}\right)^{-\gamma} \approx 1 + \dfrac{\gamma S x}{kV_0} \end{cases},$$

т.к. $\dfrac{Sx}{V_0} \ll 1$ (X – малое перемещение)

5) Возвращающая сила F, действ. на перегородку:



$$F = (P_2 - P_1)S = \left(1 + \dfrac{\gamma S x}{kV_0}\right)P_0 S - \left(1 - \dfrac{\gamma S x}{V_0}\right)P_0 S =$$

$$= P_0 S \cdot \dfrac{\gamma S x}{V_0}\left(\dfrac{1}{k} + 1\right) = \dfrac{\gamma P_0 S^2 X}{V_0}\left(\dfrac{1}{k} + 1\right) = \dfrac{\gamma P_0 S^2 x (k+1)}{SL}\left(\dfrac{1}{k} + 1\right) =$$

$$= \gamma P_0 \dfrac{X}{L} S \dfrac{(k+1)^2}{k}$$

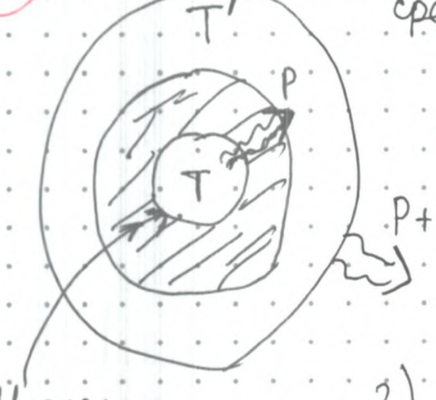
Итоговый балл ________ ______________ Шифр Ф11-98

(подпись председателя жюри) (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

№3



t окруж. среды

1) В стационар. сос-нии выполняются законы теплопроводности Фурье и Ньютона-Рихмана:

$$\begin{cases} P = \alpha d(T-T') \\ P+P' = \beta(T'-t) \end{cases}$$

α, β – постоянные для этой системы коэфф-ты

2) P – мощность, идущая от внут. пр-ка, P' – от внешнего, тогда полная рассеиваемая мощность $= P+P'$, а мощность теплопередачи через изоляцию $= P$. Рассм. отрезок провода длиной l, тогда:

$$\begin{cases} R = \frac{\rho l}{S} \text{ — сопр-ние внут. пр-ка} \\ R' = \frac{\rho l}{S} \text{ — внеш. пр-ка} \end{cases} \Rightarrow R = R', \begin{cases} P = I^2 R \\ P' = I'^2 R \end{cases}$$

3) Пусть $P_0 = I_0^2 R$, $T_1 = 45°C$ $T_1' = 35°C$ $T_2 = 90°C$

$$\begin{cases} P_1 = P_0 = \alpha d(T_1 - T_1') \\ P_1 + P_1' = 2P_0 = \beta(T_1' - t) \end{cases} \quad \begin{cases} P_2 = (2I_0)^2 R = 4P_0 = \alpha d(T_2 - T_2') \\ P_2 + P_2' = 2\cdot 4P_0 = 8P_0 = \beta(T_2' - t) \end{cases}$$

(При токе $I_1 = I_1' = I_0$) (При токе $I_2 = I_2' = 2I_0$)

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{4P_0}{P_0} = \frac{T_2 - T_2'}{T_1 - T_1'} = 4 \\ \frac{8P_0}{2P_0} = \frac{T_2' - t}{T_1' - t} = 4 \end{cases}$$

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

$T_2' = 90 - 4(45-35) = 50°C$ – – темп. внеш. жилы при $I_2 = I_2' = 2I_0$ →

4) При токах $I_3 = I_3' = 3I_0$: $P_3 = (3I_0)^2 R = 9P_0 = \alpha d (T_3 - T_3')$

$P_3 + P_3' = 2\cdot 9P_0 = \beta (T_3' - t)$

$$\begin{cases} \dfrac{9P_0}{P_0} = \dfrac{T_3 - T_3'}{T_1 - T_1'} = 9 \\ \dfrac{18P_0}{2P_0} = \dfrac{T_3' - t}{T_1' - t} = 9 \end{cases}$$

Из п. 3): $T_2' - t = 4(T_1' - t)$ $3t = 4T_1' - T_2'$

$3t = (4\cdot 35 - 50)\,^\circ C$ $\underline{t = 30^\circ C}$ –

– темп. внеш. среды

$$\begin{cases} T_3' - t = 9T_1' - 9t \Rightarrow T_3 - t = 9T_1 - 9t \quad \boxed{T_3} = 9T_1 - 8t = \\ \quad = (9\cdot 45 - 8\cdot 30)\,^\circ C = \boxed{= 165^\circ C} \\ T_3 - T_3' = 9T_1 - 9T_1' \Rightarrow \boxed{T_3'} = T_3 - 9(T_1 - T_1') = \\ \quad = 165 - 9\cdot 10 = \boxed{75^\circ C} \end{cases}$$

5) При токах $I_4 = 4I_0$, $I_4' = 0$: $P_4 = (4I_0)^2 R = 16P_0 = \alpha d (T_4 - T_4')$

$P_4 + P_4' = P_4 = 16P_0 = \beta (T_4' - t)$

$$\begin{cases} \dfrac{16P_0}{P_0} = \dfrac{T_4 - T_4'}{T_1 - T_1'} = 16 \\ \dfrac{16P_0}{2P_0} = \dfrac{T_4' - t}{T_1' - t} = 8 \end{cases}$$

$$\begin{cases} T_4 - T_4' = 16T_1 - 16T_1' \Rightarrow T_4 - t = 16T_1 - 8(T_1' + t) \\ T_4' - t = 8T_1' - 8t \end{cases}$$

$$\boxed{T_4 = 16T_1 + t - 8(T_1' + t) = 16\cdot 45 + 30 - 8\cdot 65 = 230^\circ C}$$

$$\boxed{T_4' = 8T_1' - 7t = 8\cdot 35 - 7\cdot 30 = 70^\circ C}$$

Ответ:
- а) $T_2' = 50^\circ C$
- б) $T_3 = 165^\circ C$ $T_3' = 75^\circ C$
- в) $T_4 = 230^\circ C$ $T_4' = 70^\circ C$

(T_i – темп. внутр. жилы, T_i' – темп. внеш. жилы)

Итоговый балл _______ _______________ (подпись председателя жюри)

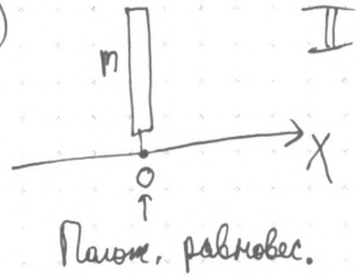
Шифр Ф11-98 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

№2 (продол.) б)



II з-н Ньютона на Ox:

$a_x = \ddot{x}$

$$m a_x = -F$$

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

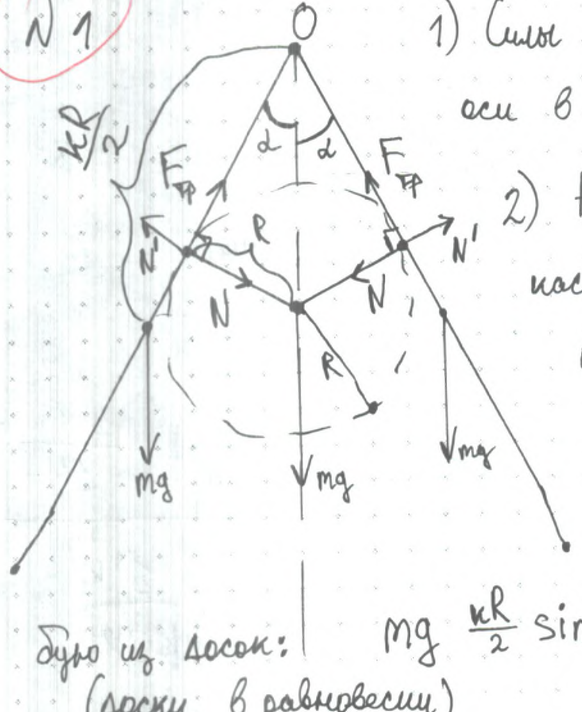
$$\begin{cases} m\ddot{x} + \frac{\gamma P_0 S}{V} \frac{(k+1)^2}{k} x = 0 \\ \ddot{x} + \omega^2 x = 0 \end{cases} \Rightarrow \quad \omega^2 = \frac{\gamma P_0 S}{mV} \cdot \frac{(k+1)^2}{k}$$

$\omega = 2\pi\nu$ – циклич. частота колебаний

$$\omega = \sqrt{\frac{1{,}4 P_0 S}{mVk}} (k+1)$$

Ответ: частота $\nu = \frac{k+1}{2\pi} \sqrt{\frac{1{,}4 P_0 S}{mVk}}$

№1



1) Силы $F_{тр}$, N', равны слева и справа от вертикал. оси в силу симметрии отн-но этой оси.

2) $F_{тр}$, удерж. бревно, направлены из точек касания в т. O; $F_{тр} = \mu N$ – условие начала движения бревна ⇒ при этом усл. $\mu \to$ минимальн.

3) Равенство моментов сил (отн-но оси O петли), действ. на кубо из досок: (доски в равновесии)

$$mg \frac{kR}{2} \sin\alpha = N' \frac{R}{\operatorname{tg}\alpha}, \quad N = N' \text{ – сила норм. реакции в точке касания.} \rightarrow$$

+4

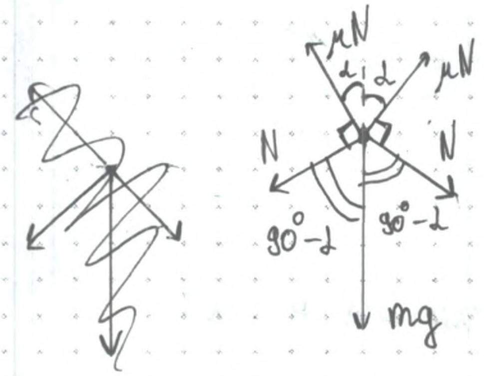
Лист № 3

4) Равновесие бревна:

$$2\mu N\cos\alpha = mg + 2N\cos(90^\circ - \alpha)$$

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

(Проекции на верт. ось)



$$\Rightarrow mg = 2N\cos\alpha\,(\mu - \mathrm{tg}\,\alpha)$$

5) $\begin{cases} mg = 2N\cos\alpha\,(\mu - \mathrm{tg}\,\alpha) \\ mg = \dfrac{2N\cos\alpha}{k\sin^2\alpha} \text{ (из п.3)} \end{cases} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \dfrac{1}{k\sin^2\alpha} = \mu - \mathrm{tg}\,\alpha \\ \cos\alpha = 0,\ \alpha = 90^\circ \end{array}\right.$

~~тело не двигается~~

— не подходит, т.к. в этом случае бревно упадёт, ведь не будет сил, действ. вверх на бревно.

$$\Downarrow$$

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

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

6) $\mu(\alpha) = \mathrm{tg}\,\alpha + \dfrac{1}{k} + \dfrac{1}{k\,\mathrm{tg}^2\alpha}$

$\mu(\alpha)$ минимален, ~~если $f(\mathrm{tg}\,\alpha)$~~

если $f(\mathrm{tg}\,\alpha) = \mathrm{tg}\,\alpha + \dfrac{1}{k\,\mathrm{tg}^2\alpha}$ минимальна. Пусть $x = \mathrm{tg}\,\alpha$:

$$f(x) = x + \frac{1}{kx^2} \qquad f'_x(x) = 1 - \frac{2}{kx^3} = 0 \qquad 1 = \frac{2}{kx^3}$$

$$kx^3 = 2 \qquad x_0 = \sqrt[3]{\frac{2}{k}} = \mathrm{tg}\,\alpha_0, \text{ где } \mu(\alpha_0) \to \text{мин.}$$

7) При $k = 54$: $\mathrm{tg}\,\alpha_0 = \sqrt[3]{\dfrac{2}{54}} = \dfrac{1}{3} \Rightarrow$

$$\mu(\alpha_0) = \mu_{min} = \mathrm{tg}\,\alpha_0 + \frac{1}{k} + \frac{1}{k\,\mathrm{tg}^2\alpha_0} = \frac{1}{3} + \frac{1}{54} + \frac{9}{54}$$

$$\mu_{min} = \frac{10}{54} + \frac{18}{54} = \frac{14}{27}$$

Ответ: $\mu_{min} = \sqrt[3]{\dfrac{2}{k}} + \dfrac{1}{k} + \dfrac{\sqrt[3]{k}}{k\cdot\sqrt[3]{2}}$

При $k = 54$: $\mu_{min} = \dfrac{14}{27}$

Итоговый балл _______ _______________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-98

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

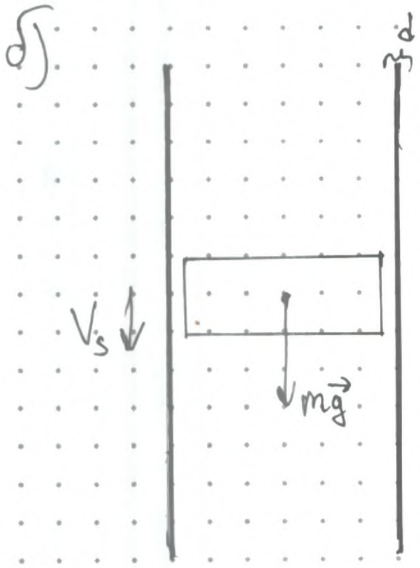
№4 а) Магнит, падая в проводящей трубе, будет индуцировать ~~ток~~ кольцевые токи в каждом сечении трубы, т.к. по закону электромаг. индукции Фарадея-Максвелла $\mathcal{E}_i = -\dot{\Phi}_{\vec{B}}$, $\Phi_{\vec{B}}$ — поток вектора маг. инд. от магнита через поверхность контура в сечении трубы. $\Phi_{\vec{B}} = B_z \pi R^2$

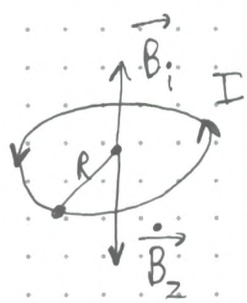
В соответствии с пр-лом Ленца индуктивные токи будут противодействовать изменению $\vec{B}$ через сечение трубы, т.е. возникнет сила, тормозящая падение магнита. Когда эта сила достигнет mg, скорость падения магнита установится равной V_s. +3

$\dot{\Phi}_{\vec{B}} = \pi R^2 \dot{B}_z$, т.е. индукционные токи будут возникать в тех сечениях трубы, в которых $\dot{B}_z = \frac{dB_z}{dt} \neq 0$. +1

~~Перед~~ Перед входом в трубу магнит разгонится до $V = \sqrt{2gH}$, прежде чем начнёт замедляться.

б)





~~$\mathcal{E}_i = IR$~~

$\mathcal{E}_i = Ir$, $r = \frac{\rho \cdot 2\pi R}{d \cdot \Delta h}$ — площадь сечения витка

Потенц. энергия магнита при прохождении высоты $\Delta h = V_s \Delta t$ переходит в тепло:

$mgV_s\Delta t = \sum I^2 r \cdot \Delta t$ →

$$\mathcal{E}_i = -\dot{\Phi}_{\vec{B}} = -\frac{dB_z}{dt}\pi R^2 = -\pi R^2 \frac{dB_z}{dz}\cdot\frac{dz}{dt}, \quad -\frac{dz}{dt} = V_s$$

$$\mathcal{E}_i = \frac{dB_z}{dz} V_s \pi R^2 \qquad mg V_s = \sum I^2 r$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

алабуга
особая экономическая зона

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф7 - 8

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

Данные участника

ID номер участника 1184817

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" 01 20 26 г. **Шифр** Ф7-8
(заполняется оргкомитетом)

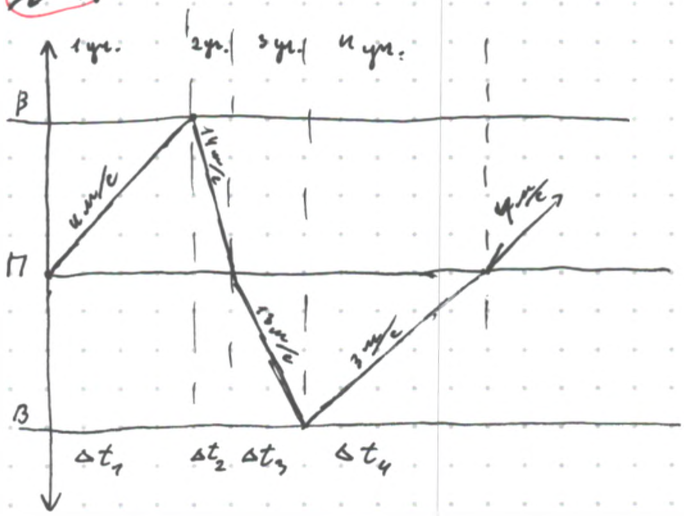
Оценка работы
(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

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

Физика
(профиль олимпиады)

7
(класс участия)

№4



1) Найдем Δt одного цикла.

$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4$

Рассчитаем все Δt на участках.

$\Delta t_1 = \frac{25\,м}{4\,\frac{м}{с}} = 6{,}25\,с$ $\quad \Delta t_2 = \frac{25\,м}{14\,\frac{м}{с}} \approx 1{,}8\,с$

$\Delta t_3 = \frac{25\,м}{13\,\frac{м}{с}} \approx 1{,}9\,с$ $\quad \Delta t_4 = \frac{25\,м}{3\,\frac{м}{с}} \approx 8{,}3\,с$

$\Delta t = 6{,}25\,с + 1{,}8\,с + 1{,}9\,с + 8{,}3\,с = 18{,}25\,с$

2) найдем t для 25 циклов

$t = 25 \cdot \Delta t = 25 \cdot 18{,}25\,с = 456{,}25\,с$

Посмотрим на график относительно Пети, как бегает наш пёс.

Получился цикл из четырёх участков.

И в каждом цикле пес встречает Васю ровно 2 раза.

Значит, когда пес встретит Васю в 50-й раз, он будет на 25-м цикле, но, пес не пройдет после этого 4й уч.

С расчётом на это, посчитаем сколько времени займет 1 цикл, 25 циклов, 25 циклов без 4 уч.

3) найдем Δt_5 для 25 ц. без 4 уч.

$\Delta t_5 = t - \Delta t_4 = 456{,}25\,с - 8{,}3\,с = 447{,}95\,с$

Ответ: спустя 447,95 с пес встретит Васю 50й раз.

№3.

Посмотрим на 1. дано, и найдем k_A (коэф. жесткости пруж. А):

$F_{упр} = \Delta x_1 k_0$ $\Rightarrow$ $mg = k_0 \Delta x_1$

$F_{упр} = mg$ $\quad 20Н = k_0 \cdot 4\,см \;|:4\,см$

$k_0 = 5\frac{Н}{см}$

$\frac{1}{k_0} = \frac{1}{k_A} + \frac{1}{k_A} = \frac{2}{k_A}$

$2k_0 = k_A$

$2 \cdot 5\frac{Н}{см} = k_A$

$k_A = 10\frac{Н}{см}$

Теперь найдем удлинение пружины типа А во 2 дано:

$30Н : 10\frac{Н}{см} = \Delta x_2$

$^{*}mg : k_A = \Delta x_2$

$\Delta x_2 = 3\,см$

Найдем удлинение пружины типа В и её жёсткость:

$\Delta x_B = 5\,см - \Delta x_2$

$\Delta x_B = 5\,см - 3\,см$

$\Delta x_B = 2\,см$

$k_B = 30Н : 2\,см$

$k_B = 15\frac{Н}{см}$

Теперь найдем $k_{об}$ и удлинение если $m_{гр} = 6\,кг$:

$\frac{1}{k_{об}} = \frac{1}{k_A} + \frac{1}{k_A} + \frac{1}{k_B} = \frac{2}{k_A} + \frac{1}{k_B} = \frac{2}{10\frac{Н}{см}}^{(3} + \frac{1}{15\frac{Н}{см}}^{(2} = \frac{6}{30\frac{Н}{см}} + \frac{2}{30\frac{Н}{см}} = \frac{8}{30\frac{Н}{см}} = \frac{4}{15\frac{Н}{см}}$

$15\frac{Н}{см} = 4k_{об} \;|:4$

$k_{об} = 3{,}75\frac{Н}{см}$

$\Delta x = mg : k_{об} = 60Н : 3{,}75\frac{Н}{см} = 16\,см$

Ответ: общее удлинение 3х пружин сподвешенным грузом m = 6 кг будет 16 см.

Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф7-8

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 7 класс,

вариант ______

№2

Обозначим массу одного цвета кубиков за x, другого за y.

Из условия получим систему из двух уравнений.

$$\begin{cases}13x+12y=13\\25x+24y=25{,}5\end{cases} \quad \text{или} \quad \begin{cases}13x+12y=13\\25y+24x=25{,}5.\end{cases}$$

перестановками y и x в данных вариантах можно пренебречь, т.к. мы не привязываем y и x к определенному цвету.

Решим уравнения.

$$\begin{cases}13x+12y=13 & |\cdot 2\\25x+24y=25{,}5\end{cases}$$

$$-\begin{cases}26x+24y=26\\25x+24y=25{,}5\end{cases}$$

$$\begin{cases}25x+24y=25{,}5\\x=0{,}5\end{cases}$$

$$\begin{cases}12{,}5+24y=25{,}5 & |-12{,}5\\x=0{,}5\end{cases}$$

$$\begin{cases}24y=13 & |:24\\x=0{,}5\end{cases}$$

$$\begin{cases}y=\frac{13}{24}\text{ кг}\\x=0{,}5\text{ кг}\end{cases}$$

$$\begin{cases}13x+12y=13 & |\cdot 25\\25y+24x=25{,}5 & |\cdot 12\end{cases}$$

$$-\begin{cases}325x+300y=325\\300y+288x=306\end{cases}$$

$$\begin{cases}13x+12y=13\\37x=19 & |:37\end{cases}$$

$$\begin{cases}13x+12y=13\\x=\frac{19}{37}\end{cases}$$

$$\begin{cases}x=\frac{19}{37}\\\frac{247}{37}+12y=13\end{cases}$$

$$\begin{cases}x=\frac{19}{37}\\6\frac{25}{37}+12y=13 & |-6\frac{25}{37}\end{cases}$$

$$\begin{cases}x=\frac{19}{37}\\12y=6\frac{12}{37} & |:12\end{cases}$$

$$\begin{cases}x=\frac{19}{37}\\y=\frac{19{,}5}{37}\text{ — кг}\end{cases}$$

$$\begin{cases}x=\frac{19}{37}\\y=\frac{39}{74}\end{cases}$$

Ответ: массы белых и черных кубиков равны $\frac{13}{24}$ кг и 0,5 кг

или

$\frac{19}{37}$ кг и $\frac{39}{74}$ кг

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф11 - 16

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

Данные участника

ID номер участника	999617

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" января 20 26 г.

Шифр Ф11-16
(заполняется оргкомитетом)

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

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	20	20	20	–	20											80
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

физика
(профиль олимпиады)

11
(класс участия)

№1

α – угол доски с вертикалью.

$F_{тр} = \mu N$

$$\begin{cases} N\cdot R\,\mathrm{ctg}\,\alpha = mg(\sin\alpha)\cdot\frac{kR}{2} \\ 2\mu N\cdot\cos\alpha = mg + 2N\sin\alpha \end{cases}$$ ✓

$$\begin{cases} mg = 2N(\mu\cos\alpha - \sin\alpha) \\ N\,\mathrm{ctg}\,\alpha = \frac{k}{2}\cdot 2N(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)\cdot\sin\alpha \end{cases}$$

$\mathrm{ctg}\,\alpha = k(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)\sin\alpha$ ✓

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

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

$\mu = \frac{1}{k} + \frac{1}{k}\mathrm{ctg}^2\alpha + \mathrm{tg}\,\alpha$, $\mu'(\alpha) = 0$

$\mu'(\alpha) = -\frac{1}{k}\cdot\frac{2\,\mathrm{ctg}\,\alpha}{\sin^2\alpha} + \frac{1}{\cos^2\alpha} = \frac{1}{\cos^2\alpha} - \frac{2\,\mathrm{ctg}\,\alpha}{k}(1+\mathrm{ctg}^2\alpha) = 0$ ✓

$\frac{2}{k}\mathrm{ctg}\,\alpha = \mathrm{tg}^2\alpha$

$\frac{2}{k} = \mathrm{tg}^3\alpha$

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

$\mu_{мин} = \frac{1}{k} + \frac{1}{k}\cdot\sqrt[3]{\frac{k^2}{4}} + \sqrt[3]{\frac{2}{k}}$

$\mu_{мин} = \frac{1}{54} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = 0,5185$

Ответ: $\mu = \frac{1}{k} + \frac{1}{k}\sqrt[3]{\frac{k^2}{4}} + \sqrt[3]{\frac{2}{k}} = 0,5185$ ✓

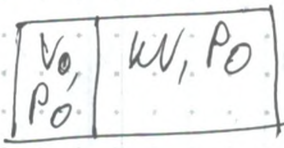
Сдано _____ листов

подпись участника

подпись наблюдателя в аудитории

№2

$V+kV=Sl$



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

[illegible] объемы, т.-ко $Q=0$

$Q=\Delta U+A$. Газ двухатомный, значит $\Delta U = \frac{5}{2}(P_1V_1-P_0V_0)$

$\cancel{\frac{5}{2}(P+dP)(V+dV)+PdV=0}$

$$\frac{5}{2}(P+dP)(V+dV)-\frac{5}{2}PV+PdV=0$$

$$\frac{5}{2}(PV+PdV+dPV+dPdV-PV)+PdV=0$$

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

$$\frac{7}{2}PdV=-\frac{5}{2}dPV$$

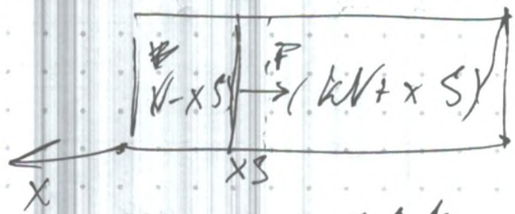
$$\frac{dV}{V}=-\frac{5}{7}\frac{dP}{P}$$

$$\ln\frac{V}{V_0}=-\frac{5}{7}\ln\frac{P}{P_0}$$

$$P_0^{5/7}V_0=P^{5/7}V$$

$$P_0V_0^{7/5}=PV^{7/5}$$

$$P=P_0\left(\frac{V_0}{V}\right)^{7/5}$$



$$P_1=P_0\left(\frac{V+xS-xS}{V-xS}\right)^{7/5}=P_0\left(1+\frac{7}{5}\frac{xS}{V-xS}\right)$$

$$P_2=P_0\left(\frac{kV}{kV+xS}\right)^{7/5}=P_0\left(1-\frac{7}{5}\frac{xS}{kV+xS}\right)$$

$$\Delta P=-P_0\left(1-\frac{7}{5}\frac{xS}{kV+xS}\right)+P_0\left(1+\frac{7}{5}\frac{xS}{kV+xS}\right)=$$

$$=\frac{7}{5}P_0xS\frac{(k+1)V}{(V-xS)(kV+xS)}=\frac{7}{5}P_0xS\frac{Sl}{\left(\frac{Sl}{k+1}-xS\right)\left(\frac{kSl}{k+1}+xS\right)}$$

$x\ll l$, т.-ко $\frac{l}{k+1}-x=\frac{l}{k+1}$

$$=\frac{7}{5}P_0x\frac{(k+1)^2}{kl}$$

$$a=-\frac{F}{m}=\frac{-\Delta PS}{m}=-x\frac{7P_0S(k+1)}{5klm}$$

$$x''=-x\frac{7P_0S(k+1)}{5kl\,m}$$

$$x=A\sin\left(\sqrt{\frac{7P_0S(k+1)^2}{5klm}}\,t+\varphi_0\right)$$

$\nu=\frac{\omega}{2\pi}$, $T=\frac{2\pi}{\omega}$ $\qquad \omega=\sqrt{\frac{7P_0S(k+1)^2}{5klm}}$

$$T=2\pi\sqrt{\frac{5k\cdot l\cdot m}{7P_0S(k+1)^2}}$$

Ответ: $2\pi\sqrt{\frac{5klm}{7P_0S(k+1)^2}}$

Итоговый балл _______ _____________ (подпись председателя жюри)

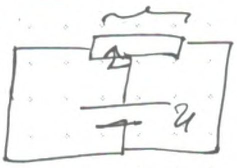
Шифр ОР11-16 (заполняется оргкомитетом)

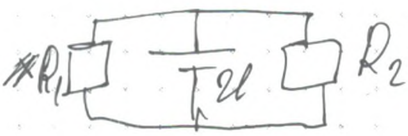
Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «____________________», _____ класс,

вариант ______

№3 $\quad \rho = \rho_0 \frac{x}{l} = \frac{dR}{dx}$ $\quad \cancel{R_1 = \rho \cdot x}$





$R_2 = R - R_1$

$P = \frac{U^2}{R_{общ}}$

$R_1'(x) = \rho_0 \frac{x}{l}$ $\qquad R_1 = \rho_0 \frac{x^2}{2l}$ $\qquad R = \rho_0 \cdot \frac{l^2}{2l} = \frac{\rho_0 l}{2}$

$R_1 = \rho_0 \frac{x^2}{2l}$ $\qquad R_2 = \frac{\rho_0 l}{2} - \rho_0 \frac{x^2}{2l} = \frac{\rho_0}{2l}(l^2 - x^2)$

$R_{общ} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} =$

$= \frac{\rho_0 \frac{x^2}{2l} \cdot \frac{\rho_0}{2l}(l^2 - x^2)}{\frac{\rho_0 l}{2}} = \frac{\frac{\rho_0 x^2}{2l^2}(l^2 - x^2)}{l} =$

$= \frac{\rho_0 x^2}{2l} \cdot \left(\frac{l^2 - x^2}{l^2}\right)$. $\qquad P = \frac{U^2}{\frac{\rho_0 x^2}{2l} \cdot \frac{(l^2 - x^2)}{l^2}} =$

$= \frac{U^2 \cdot 2l^3}{\rho_0 (l^2 x^2 - x^4)}$ $\qquad P' = \frac{U^2 \cdot 2l^3}{\rho_0} \cdot \left(-\frac{1}{(l^2x^2 - x^4)^2}\right) \cdot (2xl^2 - 4x^3)$

$P' = 0 \qquad x \neq 0$

$4x^2 = 2l^2$

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

$P_{мин} = \frac{U^2 \cdot 2l^3}{\rho_0 \cdot \left(\frac{l^4}{2} - \frac{l^4}{4}\right)} = \frac{U^2 \cdot 2l^3}{\rho_0 \cdot \frac{l^4}{4}} = \frac{U^2 \cdot 8}{\rho_0 l}$

Ответ: на расст-ии $\frac{\sqrt{2}}{2} l$; $\frac{U^2 \cdot 8}{\rho_0 l}$

Лист № 2

№3

T_0 $\quad$ T_0 температура воздуха снаружи

I_0

$T_{внутр} = 45^0$

$T_{вн} = 35^0$

$P = \alpha S(T_1 - T)$

$P_{внутр}$

~~$P_{внеш} = I^2R + P_{внутр} + \alpha S($~~

$S_1 = S_2$, $R_1 = R_2$!

для внеш: $I_0^2R + \cancel{P_{внутр}} = \alpha_1 S(T_{вн} - T_{внутр}) + \alpha_2 S(T_{вн} - T_0)$

для внутр: $I_0^2R = \alpha_1 S(T_{внутр} - T_{вн})$

$I_0^2R = \cancel{\alpha_2 S(2T_{вн} - T_0 - T_{внутр})}$

$$\begin{cases} I_0^2R = \alpha_1 S(T_{внутр} - T_{вн}) \\ 2I_0^2R = \alpha_2 S(T_{вн} - T_0) \end{cases} \Rightarrow \boxed{I_0^2R = \alpha_1 S\cdot 10}$$

~~$2I_0^2R =$~~ $\quad 2\cdot\alpha S\cdot 10 = \alpha S(T_{вн} - T_0)$

$20 = 35 - T_0$

~~$T_0 = 15$~~

$2\cdot\alpha_1 S\cdot 10 = \alpha_2(T_{вн} - T_0)$

$20\cdot\alpha_1 = \alpha_2(\cancel{T_{вн}} - T_0)$ $\quad 35$

а)

$T_{внутр} = 90^0$

$T_{внеш} = ?$

$4I_0^2R = \alpha_1 S(T_{внутр} - T_{внеш})$

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

~~$T_{внеш} - T_0 = 2T_{внутр} - 2T_{внеш}$~~

$3T_{внеш} = \cancel{180} \; \cancel{195^0C}$

$T_{внеш} = 65^0C$

~~б) $3I_0$ ток.~~

~~$90 = T_{внутр} - T_{внеш}$~~

$$\begin{cases} 9I_0^2R = \alpha S(T_{внутр} - T_{внеш}) \\ 18I_0^2R = \alpha S(T_{внеш} - T_0) \end{cases}$$

Итоговый балл _______ ________________ (подпись председателя жюри)

Шифр ФР11-16 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «______________________», ______ класс,

№3 (продолж-е)

а) $\cancel{4I_0^2R}$ $2\alpha_1 S(90^\circ - T_{внеш}) = \alpha_2(T_{внеш} - T_0)$

$\cancel{4I_0^2R}$ $4\alpha_1 S \cdot 10 = (T_{внутр} - T_{внеш})\alpha_1 S$

$40^\circ C = 90^\circ C - T_{внеш}$

$T_{внеш} = 50^\circ C$

$2\alpha_1 \cdot 40^\circ C = \alpha_2(50^\circ C - T_0)$

$20\alpha_1 = 35\alpha_2 - \alpha_2 T_0$ $\qquad$ $80\alpha_1 = 50\alpha_2 - \alpha_2 T_0$

$60\alpha_1 = 15\alpha_2$

$\alpha_2 = 4\alpha_1$

$80 \cdot \alpha_1 = 4\alpha_1(50_0 - T_0)$

$I_0^2 R = \alpha_1 S \cdot 10$

$20^\circ C = 50_0 - T_0$

$T_0 = 30^\circ C$

б) $\begin{cases} 9I_0^2R = \alpha_1 S(T_{внутр} - T_{внеш}) \\ 18I_0^2R = 4\alpha_1 S(T_{внеш} - 30^\circ) \end{cases}$

$\begin{cases} 90\alpha_1 S = \alpha_1 S(T_{внутр} - T_{внеш}) \\ 45 = T_{внеш} - 30^\circ C \end{cases}$

$\begin{cases} T_{внеш} = 75^\circ C \\ T_{внутр} = 165^\circ C \end{cases}$

в) $\begin{cases} 16I_0^2R = \alpha_1 S(T_{внутр} - T_{внеш}) \\ 16I_0^2R = 4\alpha_1 S(T_{внеш} - 30^\circ C) \end{cases}$ $\qquad$ $\begin{cases} 160^\circ = T_{внутр} - T_{внеш} \\ 40^\circ C = T_{внеш} - 30^\circ \end{cases}$

$\begin{cases} T_{внеш} = 70^\circ C \\ T_{внутр} = 230^\circ C \end{cases}$

Ответ: а) $T_{внеш} = 50^\circ C$; б) $T_{внеш} = 75^\circ C$, $T_{внутр} = 165^\circ C$

в) $T_{внеш} = 70^\circ C$; $T_{внутр} = 230^\circ C$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф11 - 13

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

Данные участника

ID номер участника 914740

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" января 2026 г.

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

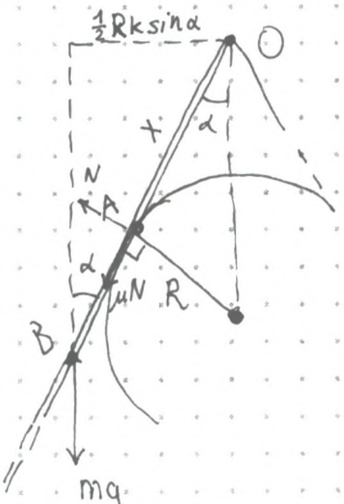
Шифр Ф11-13
(заполняется оргкомитетом)

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

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

физика
(профиль олимпиады)

11
(класс участия)



№1

Пусть A – точка касания доски с цилиндром, O – ось петли, $x = OA$, α – угол между доской и вертикалью, B – центр масс доски ($BO = \frac{1}{2}kR\sin\alpha$.)

Правило моментов относительно O:

(1) $\frac{1}{2}kR\sin\alpha \cdot mg = xN;$

$R\cos\alpha = x\sin\alpha \Rightarrow x = R\,ctg\,\alpha$ (2)

(2)→(1): $\frac{1}{2}kR\sin\alpha mg = R\,ctg\,\alpha \cdot N$

$\frac{1}{2}kmg \cdot \frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha} = N$ (3) ✓

На рисунке расставлены силы, действ.-ие на левую доску, за исключением сил от петли

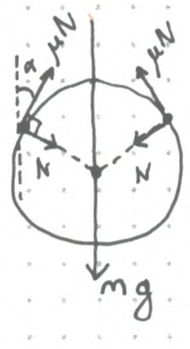
В ~~предельный~~ крит.-ий момент сила трения равна μN от каждой доски.

Условие равновесия цилиндра:

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

~~(3)→(4): $mg = 2\mu\cos\alpha \cdot \frac{1}{2}kmg\frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha}$~~

~~$1 = \mu \cdot k\sin^2\alpha \Rightarrow \mu = \frac{1}{k\sin^2\alpha}$~~



(3) → (4): $2\mu\cos\alpha\cdot\frac{1}{2}kmg\cdot\frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha} = mg + 2\sin\alpha\cdot\frac{1}{2}kmg\cdot\frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha}$

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

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

Найдём оптимальный угол α:

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

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

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

$\mu'_\alpha = 0$ при $\frac{k\sin^3\alpha - 2\cos^3\alpha}{k\sin^3\alpha\cos^2\alpha} = 0 \Rightarrow k\sin^3\alpha = 2\cos^3\alpha \Rightarrow$

$$\Rightarrow tg^3\alpha = \frac{2}{k} \Rightarrow tg\alpha = \sqrt[3]{\frac{1}{27}} = \frac{1}{3}$$

Значит, $tg^2\alpha = \frac{\sin^2\alpha}{1-\sin^2\alpha} \Leftrightarrow tg^2\alpha - \sin^2\alpha\, tg^2\alpha = \sin^2\alpha \Leftrightarrow$

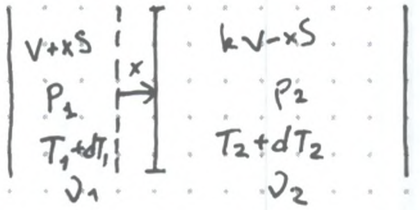
$$\Leftrightarrow \sin^2\alpha = \frac{tg^2\alpha}{tg^2\alpha+1} = \frac{\frac{1}{9}}{\frac{1}{9}+1} = \frac{\frac{1}{9}}{\frac{10}{9}} = \frac{1}{10}$$

Минимальное μ:

$$\mu = \frac{1}{54\cdot 0{,}1^2} + \frac{1}{3} = \frac{100}{54} + \frac{18}{54} = \frac{59}{27} \approx 2{,}18$$

Ответ: $\mu = \frac{59}{27}$

№2



При небольшом смещении на x:

$(V+xS)p_1 = \nu_1 R(T_1+dT_1)$ (1)

$(kV-xS)p_2 = \nu_2 R(T_2+dT_2)$ (2)

$p_0V = \nu_1RT_1$ (3); $p_0kV = \nu_2RT_2$ (4)

(1)-(3): $(V+xS)p_1 - p_0V = \nu_1RdT_1$; (2)-(4): $(kV-xS)p_2 - p_0kV = \nu_2RdT_2$

Т.к. $\Delta Q = 0$, то:

$0 = p_0xS + \frac{5}{2}\nu_1RdT_1$; $0 = -p_0xS + \frac{5}{2}\nu_2RdT_2$ (Т.к. x – мало, то $|dA| = p_0xS$)

$dT_1 = -\frac{2}{5}\frac{p_0}{\nu_1R}xS$ (5); $dT_2 = \frac{2}{5}\frac{p_0}{\nu_2R}xS$ (6)

Значит,

$p_1(V+xS) = p_0V + \nu_1R\cdot\left(-\frac{2}{5}\frac{p_0}{\nu_1R}Sx\right) \Rightarrow \left|p_1 = \frac{p_0V - \frac{2}{5}p_0xS}{V+xS}\right|$

$p_2(Vk-xS) = p_0Vk + \nu_2R\left(\frac{2}{5}\frac{p_0}{\nu_2R}xS\right) \Rightarrow \left|p_2 = \frac{p_0kV + \frac{2}{5}p_0xS}{kV-xS}\right|$

Итоговый балл ______ ______________ (подпись председателя жюри)

Шифр ф11-13 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

$$ma = (p_2 - p_1)\cdot S \quad (7)$$

$$p_1 - p_2 = \frac{p_0 kV + \frac{2}{5}p_0 xS}{kV - xS} - \frac{p_0 V - \frac{2}{5}p_0 xS}{V + xS} = \frac{(kV + \frac{2}{5}xS)(V+xS) - (V - \frac{2}{5}xS)(kV - xS)}{(kV - xS)(V+xS)}p_0 =$$

$$= \frac{\cancel{kV^2} + kVxS + \frac{2}{5}xSV + \cancel{\frac{2}{5}x^2S^2} - \cancel{kV^2} + VxS + \frac{2}{5}kxSV - \cancel{\frac{2}{5}x^2S^2}}{(kV - xS)(V + xS)}p_0 =$$

$$= \frac{(kVxS + \frac{2}{5}xSV + VxS + \frac{2}{5}kxSV)p_0}{(kV - xS)(V+xS)} = xp_0VS\frac{k + \frac{2}{5} + 1 + \frac{2}{5}k}{(kV - xS)(V+xS)}$$

Т.к. $\cancel{(1+k)}$ $V = l\cdot S$, то $V = \frac{Sl}{1+k}$; Пусть $q = 1 + k + \frac{2}{5} + \frac{2}{5}k$

$$p_1 - p_2 = xp_0 S\frac{q}{(\frac{k}{1+k}lS - xS)(\frac{1}{1+k}Sl + xS)}\cdot\frac{Sl}{1+k}$$

$$p_1 - p_2 = xp_0\frac{ql}{1+k}\cdot\frac{1}{(\frac{k}{1+k}l - x)(\frac{1}{1+k}l + x)}$$. Т.к. $l >> x$, то:

$$p_1 - p_2 = x\cdot\frac{p_0 ql}{1+k}\cdot\frac{1}{\frac{k}{(1+k)^2}l^2} = \frac{(1+k)q}{k}\cdot\frac{p_0}{l}\cdot x \quad (8)$$

(8)->(7): $ma = -\frac{(1+k)q}{k}\cdot\frac{p_0}{l}\cdot S\cdot x$

Т.к. $a = -\omega^2 x$, то

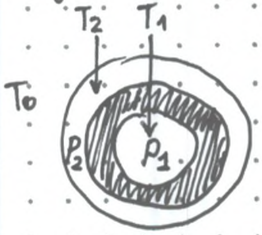
$$\omega = \sqrt{\frac{(1+k)qp_0S}{mkl}}; \quad \nu = \frac{\omega}{2\pi} = \sqrt{\frac{(1+k)qp_0S}{4\pi^2klm}}$$

$q = (1+k)(1+\frac{2}{5})$?

При $q = \cancel{1,4 + 1,4k}$ $1,4(k+1)$: $\boxed{\nu = (k+1)\sqrt{\frac{7p_0S}{20\pi^2klm}}}$

№3

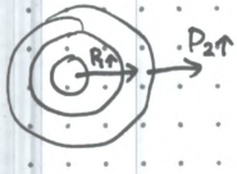
Т.к. площади проводов одинаковы, то и сопр. ед. их длинные равны.



$P_1 = I^2 R$

$P_2 = I^2 R$

$P_1 = P_2 = P$



Пусть:

$P_{1\uparrow} = \alpha_1 (T_1 - T_2)$

$P_{2\uparrow} = \alpha_2 (T_2 - T_0)$

I	$T_1, {}^\circ C$	$T_2, {}^\circ C$
I_0	45	35
$2I_0$	90	50
$3I_0$	165	75
$4I_0$	230	70

В равновесии:

$\boxed{P_{1\uparrow} = P}$: $\alpha_1 (T_1 - T_2) = I^2 R$ (1)

- При $I = I_0$: $\alpha_1 \cdot 10^\circ C = I_0^2 R$
- При $I = 2I_0$: $\alpha_1 \cdot (90^\circ C - T_2) = 4 I_0^2 R$

$$\frac{90^\circ C - T_2}{10^\circ C} = 4 \Rightarrow \underline{T_2} = 90^\circ C - 40^\circ C = \boxed{50^\circ C}$$

- ~~При $I = 3I_0$: $\alpha_1 (T$~~ При $I = 3I_0$: $\alpha_1 (T_1 - T_2) = 9 I_0^2 R$;

$\boxed{T_1 - T_2 = 90^\circ}$

$\boxed{P_{2\uparrow} = P_{1\uparrow} + P_2}$: $\alpha_2 (T_2 - T_0) = \alpha_1 (T_1 - T_2) + I^2 R$ (2)

$\rightarrow$ (1): $\alpha_2 (T_2 - T_0) = 2\alpha_1 (T_1 - T_2)$

- При $I = I_0$: $\alpha_2 \cdot 35 - \alpha_2 T_0 = 90\alpha_1 - 70\alpha_1 \Rightarrow \underline{T_0} = \frac{\alpha_2 \cdot 35 - 20\alpha_1}{\alpha_2} ({}^\circ C) =$

$= \underline{35^\circ C - \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \cdot 20^\circ C}$

- При $I = 2I_0$: $\alpha_2 (50 - 35 + \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \cdot 20) = 80\alpha_1 \Leftrightarrow 15\alpha_2 = 80\alpha_1 - 20\alpha_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{\alpha_2 = 4\alpha_1}$; Отсюда, $\underline{T_0} = 35^\circ - 5^\circ = \underline{30^\circ C}$

- При $I = 3I_0$: $\alpha_2 (T_2 - 30^\circ C) = 2\alpha_1 \cdot 90^\circ C$

$$T_2 - 30^\circ C = \frac{2 \cdot 90^\circ C}{4} = \boxed{75^\circ C}$$

$$T_1 = 90^\circ C + 75^\circ C = \boxed{165^\circ C}$$

При $I = 4I_0$:

$P_{1\uparrow} = P$: $\alpha_1 (T_1 - T_2) = 16 I_0^2 R \Rightarrow \underline{T_1 - T_2 = 160^\circ C} \Rightarrow T_1 = T_2 + 160^\circ C$

$P_{2\uparrow} = P_{1\uparrow}$ $= \alpha_1 (T_1 - T_2) = \alpha_2 (T_2 - T_0) \Rightarrow T_1 - T_2 = 4T_2 - 4T_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow T_2 + 160^\circ C - T_2 = 4 \cdot T_2 - 4 \cdot 30^\circ C \Rightarrow 4T_2 = 280^\circ C \Rightarrow \boxed{T_2 = 70^\circ C}$

$\underline{T_1} = T_2 + 160^\circ C = \boxed{230^\circ C}$

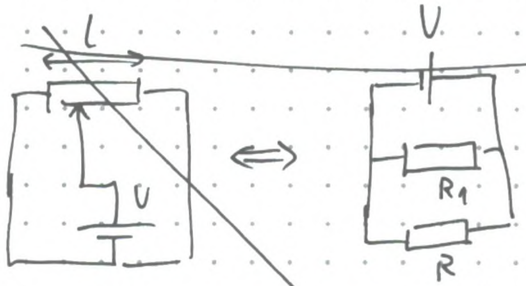
Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-13
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

№5



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

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

$$P = P_1 + P_2 = \frac{U^2}{R_1} + \frac{U^2}{R_2} = \frac{U^2}{\rho_{max}}\left(\frac{l}{x^2} + \frac{l}{(l-x)^2}\right) =$$

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

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

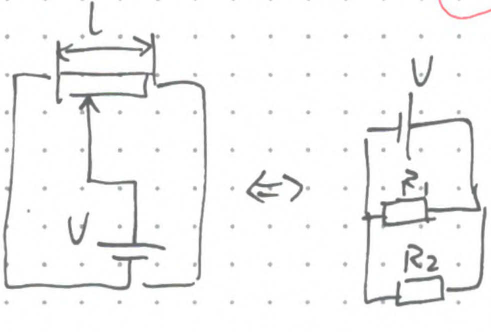
$$\cancel{P' = U^2\rho_{max}l\,\frac{l^3 - 3xl^2 + 3x^2l - x^3}{x^3(l-x)^3}}$$

$$P' = 2U^2\frac{1}{\rho_{max}}l\left(\frac{1}{(l-x)^3} - \frac{1}{x^3}\right).$$ Минимум будет при $P' = 0$.

$P' = 0$ при $(l-x)^3 = x^3 \Rightarrow l - x = x \Rightarrow \boxed{x = \frac{l}{2}}$

$$P_{min} = U^2\frac{1}{\rho_{max}}l\left(\frac{4}{l^2} + \frac{4}{l^2}\right) = \boxed{8U^2\frac{1}{\rho_{max}l}}$$

№5



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

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

$$P = P_1 + P_2 = \frac{U^2}{R_1} + \frac{U^2}{R_2} = \frac{U^2}{\rho_{max}}\left(\frac{2l}{x^2} + \frac{2l}{l^2 - x^2}\right)$$

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

$$P' = \frac{2U^2 l}{\rho_{max}} \left(\frac{\cancel{}\, 2x \cdot x^3 - \cancel{}\, 2(l^2-x^2)^2}{x^3(l^2-x^2)^2} \right)$$

$$P' = \frac{4U^2 l}{\rho_{max}} \cdot \frac{x^4 - (l^2-x^2)^2}{x^3(l^2-x^2)^2}$$

$P' = 0$ при $x^4 = (l^2-x^2)^2 \Rightarrow x^4 = l^4 - 2x^2l^2 + x^4 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow 2x^2l^2 = l^4 \Leftrightarrow \cancel{2x^2}\; x^2 = \frac{1}{2} l^2 \Rightarrow \boxed{x = \frac{l}{\sqrt{2}}}$

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

$$P_{min} = \frac{2U^2 l}{\rho_{max}} \cdot \frac{4}{l^2} = \boxed{8 \frac{U^2}{\rho_{max}\, l}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф8 - 22

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

Данные участника

ID номер участника 1268656

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
1

Шифр Ф8-22
(заполняется оргкомитетом)

Оценка работы

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	20	8	10	20	11											69
№ 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:
$H = 20 см$ $h_1 = 5 см$
$\rho_ж = 1,25 г/см^3$

$\rho_{1,1} = 1 г/см^3$
$\rho_{1,2} = 2 г/см^3$

$\rho_{2,1} = 2 г/см^3$

$\rho_{2,2} = 3 г/см^3$

в 1,5 раза больше

$x - ?$

1	2	3	4	5	6	Σ
0	5	0	3	0	0	8

$V_1 = 1,5V_2$

$F_{A_1} = mg = F_{A_2} \Rightarrow F_{A_1} = F_{A_2}$

$F_{A_1} = (x \rho_ж \rho_{1,1} + 1,5V \cdot \rho_{1,2})\cancel{g}$

$F_{A_2} = (5 \rho_{2,1} \rho_ж + V \cdot \rho_{2,2})\cancel{g}$

$x \rho_ж \rho_{1,1} + 1,5V \cdot \rho_{1,2} = 5\rho_{2,1}\rho_ж + V\rho_{2,2}$

$x \cancel{\rho_ж} + \cancel{3V} = 10 \cancel{\rho_ж} + \cancel{3V}$

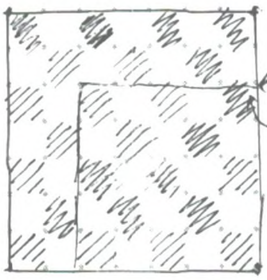
$x = 10 см$

V

№2

Дано
$m_1 = 13 г$
$m_2 = 25,5 г$

$m_б - ?$
$m_ч - ?$



$n_ч$ в $5,5 = 13$ $n_ч$ в ⌐ $= 12$ выходит

$n_б$ в $5,5 = 12$ $n_б$ в ⌐ $= 12$

2 случая $n_{ч_1} = 25$ $n_{ч_2} = 24$

$n_{б_1} = 24$ $n_{б_2} = 26$

$\begin{cases} 13m_ч + 12m_б = 13 \quad \cdot 2 \quad 26m_ч + 24m_б = 26 = 26m_ч - 26 = -24m_б \\ 25m_ч + 24m_б = 25,5 = 25m_ч - 25,5 = -24m_б \end{cases}$ [redacted] =

$\overset{1m_ч}{26m_ч} - \overset{0{,}5}{\cancel{26}} = \overset{0}{\cancel{25m_ч}} - \overset{0}{\cancel{25{,}5}}$

$1m_ч = 0{,}5$ кг

$72 m_б = \frac{73кг - 73 \cdot 0{,}5}{72} = 0{,}5\,07(6)$

во втором случае они меняются местами и выходит $m_б = 0{,}5$ кг

Ответ: $m_ч = 0{,}5$ кг $m_б = 0{,}507(6)$ в 1 случ $m_ч = 0{,}507(6)$ кг
$m_б = 0{,}5$ кг $m_ч = 0{,}507(6)$ во 2 случ

№3

Дано

$L = 50$
$V = 5$ м/с
$V_п = 8$ м/с
$\Delta V = 1$ м/с

$t - ?$

остановим Петю и Васю а круг заставим вращаться

собака встречается с Васей 2 раза и цикл повторяется

$V_1 = 9\frac{м}{с} - 5\frac{м}{с} = 4\frac{м}{с}$ $V_2 = 4\frac{м}{с} + 5\frac{м}{с} = 9\frac{м}{с}$ $V_3 = 9\frac{м}{с} - 1\frac{м}{с} = 8\frac{м}{с}$

$V_4 = 8\frac{м}{с} - 5\frac{м}{с} = 3\frac{м}{с}$ из за остановки Пети и Васи собака пробегает 25м но с изменной скоростью

15
35
35
35
Σ 105

$T = \frac{25}{4} + \frac{25}{9} + \frac{25}{8} + \frac{25}{3} = 20{,}50 - 2$ встречи с Васей

$T_{общ} = 50 = 2 \cdot 20{,}5 = 512{,}5$ с

№4

Дано

$t_1 = 45^0$
$t_2 = 35^0$
$\Delta p = 4$
$t_3 = 90$

$t_4 - ?$

1	2	3	4	5	Σ
3	5	5	5	2	20

$P = (35 - t_{ул}) \cdot \alpha$ - комн
$P = (45 - 35) \cdot d$ - комн $\Rightarrow P = 10d$
$P \cdot 4 = (90 - t_4) \cdot d$ $40d = (90 - t_4) \cdot d$
$P \cdot 4 = (t_4 - t_{ул}) \cdot \alpha$ $40 = 90 - t_4$
$t_4 = 50^0$

№5

Дано:
не густо
$\rho_в = 1000\frac{кг}{м^3}$

$\lambda = ?$
$\rho_ж - ?$

я буду F_A сразу переводить в кг для удобства

2660кг = Млодк + $405\rho_ж$
2500кг = Млодк + $405\rho_ж - 9S\cdot\rho_в$

405$\rho_ж$ - масса железа где 40м - вся цепь S-ее шир. и ρ

2660кг = Мл + $405\rho_ж$ = 2500 + $9S\rho_в$ $\Rightarrow$ это F_A цепи переведенная в кг

160кг = $9S\rho_в \Rightarrow S = \frac{160}{9 \cdot 1000} = 0{,}01(7)\,м^2$

Итоговый балл _______ _______________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф8-22

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 8 класс,

№ 5 (продолжение)

Масса уменьшилась т.к. остальная лежит на дне

$$\begin{cases} 2230 = 20S\rho_ж + 20S\cdot\cancel{\rho_в} + m_л \\ 2660 = m_л + 40\cdot S\cdot\rho_ж \end{cases}$$

1	2	3	4	5	6	7	Σ
3	4	4	0	0	0	0	11

$$\begin{cases} -m_л = -2230 + 20S\rho_ж + 20S\rho_в \\ -m_л = -2660 + 40S\rho_ж \end{cases}$$

$$-\cancel{2230} + \cancel{20S\rho_ж} + 20S\rho_в = -\cancel{2660} + \cancel{40S\rho_ж} \Rightarrow$$

$$20S\rho_в = -430 + 20S\rho_ж$$

$$\rho_ж = \frac{20S\rho_в + 430}{20S} = 2208 \frac{кг}{м^3}$$

$$m = 1\cdot\rho\cdot S = 2209\cdot 0{,}01(7) = 39{,}3\ кг$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф9 - 18

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

Данные участника

ID номер участника 918022

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Дата "20" 01 2026 г.

Шифр ФЭ-18
(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	20	20											98
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

физика
(профиль олимпиады)

9
(класс участия)

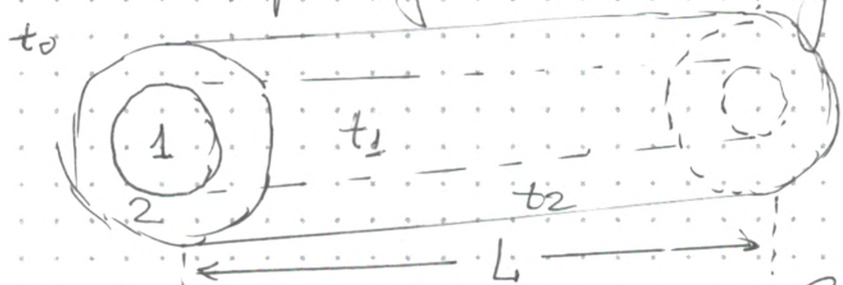
Задание 3. $P \sim S\Delta t$. Разберёмся с радиусами.

$$\pi R_1^2 = \pi(R_2^2 - R_1^2)$$

$$2R_1^2 = R_2^2, \quad R_2 = \sqrt{2}R_1$$

Пусть $R_1 = R$, тогда $R_2 = \sqrt{2}R$

Рассмотрим участок кабеля длины L.



Найдём площади поверхностей тел.

$$S_{1\,внеш} = 2\pi R \cdot L$$

$$S_{2\,внеш} = 2\sqrt{2}\pi R \cdot L$$

Также заметим, что ввиду равенства поперечных сечений, длин и материала, сопротивления равны. Обозначим их за $R_{эл}$.

При протекании тока температура постоянна, а значит $P_{нагрева} = P_{охлаждения}$.

Введём 2 коэффициента: α – между внутренней и внешней жилой, и β – между внешней и окр. средой.

Тогда запишем баланс мощностей:

$$(1)\begin{cases} I_0^2 R_{эл} = \alpha \cdot 2\pi RL \cdot (t_1 - t_2) \\ I_0^2 R_{эл} + \alpha \cdot 2\pi RL (t_1 - t_2) = \beta \cdot 2\sqrt{2}\,\pi RL\,(t_2 - t_0) \end{cases}(2)$$

Если мы увеличим ток, то баланс станет таким:

$$(3)\begin{cases} 4I_0^2 R_{эл} = \alpha \cdot 2\pi RL\,(t_1^* - t_2^*)\,, \text{ где } t_1^* = 90^\circ C \\ 4I_0^2 R_{эл} + \alpha \cdot 2\pi RL\,(t_1^* - t_2^*) = \beta \cdot 2\sqrt{2}\,\pi RL\,(t_2^* - t_0) \end{cases}(4)$$

~~(1) → (2): $4\alpha\pi RL(t_1 - t_2) = 2\sqrt{2}\,\beta\pi RL\,(t_2 - t_0)$~~
~~(3) → (4):~~

Обратим внимание на (1) и (3).

$$4 \cdot \cancel{\alpha \cdot 2\pi RL}\,(t_1 - t_2) = \cancel{\alpha \cdot 2\pi RL}\,(t_1^* - t_2^*)$$

$$4(t_1 - t_2) = (t_1^* - t_2^*)$$ — разница темп. увеличилась в 4 раза.

$\Delta t_0 = 45^\circ C - 35^\circ C = 10^\circ C$, $\Delta t_1 = 40^\circ C$.

Значит в этом случае $t_2^* = 50^\circ C$

а) $t_2^* = 50^\circ C$.

Теперь аналогичная ситуация.

$$(5)\begin{cases} 9I_0^2 R_{эл} = \alpha \cdot 2\pi RL\,(t_1^{**} - t_2^{**}) \\ 9I_0^2 R_{эл} + \alpha \cdot 2\pi RL\,(t_1^{**} - t_2^{**}) = \beta \cdot 2\sqrt{2}\,\pi RL\,(t_2^{**} - t_0) \end{cases}(6)$$

Запишем (1) → (2) и ~~(5) → (6)~~. (3) → (4).

$$\begin{cases} 4\alpha\pi RL(t_1 - t_2) = \beta \cdot 2\sqrt{2}\,\pi RL\,(t_2 - t_0) \\ 4\alpha\pi RL\,(t_1^* - t_2^*) = \beta \cdot 2\sqrt{2}\,\pi RL\,(t_2^* - t_0). \end{cases}$$

$$\frac{1}{4} \,/\!/\, \frac{t_1 - t_2}{t_1^* - t_2^*} = \frac{t_2 - t_0}{t_2^* - t_0}, \qquad 4t_2 - 4t_0 = t_2^* - t_0$$

$$4t_2 - t_2^* = 3t_0$$

$$t_0 = \frac{4t_2 - t_2^*}{3} = \frac{4 \cdot 35^\circ C - 50^\circ C}{3} = 30^\circ C.$$

(продолжение на листе №2)

Теперь запишем (5) → (6).

$$4\alpha\pi RL\,(t_1^{**} - t_2^{**}) = \beta\, 2\sqrt{2}\,\pi RL\,(t_2^{**} - t_0)$$

По аналогии с п. а) разница температур увелич. в 9 раз.

Итоговый балл _______ _______________ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф9-18 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 9 класс,

(прод. задания 3)

$$\begin{cases} 4\alpha\pi RL\,(t_1-t_2)=\beta\, 2\sqrt{2}\,\pi RL\,(t_2-t_0) \\ 4\alpha\pi RL\,(t_1^{**}-t_2^{**})=\beta\cdot 2\sqrt{2}\,\pi RL\,(t_2^{**}-t_0) \end{cases}$$

$$\frac{1}{9}=\frac{t_1-t_2}{t_1^{**}-t_2^{**}}=\frac{t_2-t_0}{t_2^{**}-t_0}\qquad 9t_2-9t_0=t_2^{**}-t_0$$

$\cancel{9t_2-t_2}$

$$t_2^{**}=9t_2-8t_0=$$
$$=9\cdot 35^\circ C-8\cdot 30^\circ C=75^\circ C.$$

Также $t_1^{**}-t_2^{**}=\Delta t_2=9\Delta t_0=90^\circ C$

Значит $t_1^{**}=165^\circ C$

б) $t_1^{**}=165^\circ C$, $t_2^{**}=75^\circ C$.

Далее баланс несколько иной. (Обозначим t_1^0 и t_2^0 за температуры в этом случае)

$$16 I_0^2 R_{эл}=\alpha\cdot 2\pi RL\,\cancel{(t_1^0-t_2^0)}\cdot(t_1^0-t_2^0)$$

(7) $\alpha\cdot 2\pi RL\,(t_1^0-t_2^0)=\beta\cdot 2\sqrt{2}\,\pi RL\,(t_2^0-t_0)$

В этот раз $\Delta t_3=t_1^0-t_2^0=16\Delta t_0=160^\circ C$.

Запишем (7) и (1) → (2)

$$\begin{cases} \alpha\,(t_1^0-t_2^0)=\beta\sqrt{2}\,(t_2^0-t_0) \\ 2\alpha\,(t_1-t_2)=\beta\sqrt{2}\,(t_2-t_0) \end{cases}$$

$$\frac{t_1^0-t_2^0}{2(t_1-t_2)}=\frac{t_2^0-t_0}{t_2-t_0}=\cancel{\frac{1}{32}}=\frac{16}{2}=8$$

$\cancel{32t_2^0-32t_0=t_2-t_0}$

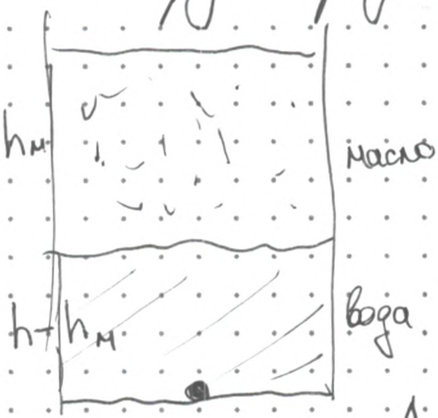
$\cancel{32t_2^0=}$

$$t_2^0-t_0=8t_2-8t_0$$
$$t_2^0=8t_2-7t_0=8\cdot 35^\circ C-7\cdot 30^\circ C=70^\circ C.$$

Тогда $t_1^0=230^\circ C$.

в) $t_1^0=230^\circ C$, $t_2^0=70^\circ C$.

Задание 5. Шарик поднимается за счёт энергии, которую придаёт ему разность силы тяжести и Архимеда.



$\rho = 0{,}8\ г/см^3$, $\rho_м = 0{,}9\ г/см^3$, $\rho_в = 1{,}0\ г/см^3$

$$A_{сил} = mgH = \rho V g H$$

$$A_{сил} = (F_{A\,воды} - F_т)(h - h_м) + (F_{A\,масла} - F_т) h_м$$

$$A_{сил} = (\rho_в g V - \rho g V)(h - h_м) + (\rho_м g V - \rho g V) h_м =$$

$$= gV\left((\rho_в - \rho)(h - h_м) + (\rho_м - \rho) h_м\right)$$

$$\cancel{A_{сил} = gV(\rho_в h - \rho h_м}$$

$$A_{сил} = \cancel{gV}\left((\rho_в - \rho)h + (\rho - \rho_в)h_м + (\rho_м - \rho)h_м\right) = \rho \cancel{gV} H$$

$$(\rho_в - \rho)h + (\rho_м - \rho_в)h_м = \rho H$$

$$h_м = \frac{\rho H + h(\rho - \rho_в)}{\rho_м - \rho_в}$$

$H = 20$ см
$h = 110$ см

$$h_м = \frac{0{,}8 \cdot 20 + 110\,(0{,}8 - 1)}{0{,}9 - 1} = 60\ см$$

$$h_в = h - h_м = 110\ см - 60\ см = 50\ см$$

$$\frac{h_м}{h_в} = \frac{60\ см}{50\ см} = \boxed{1{,}2}$$

Итоговый балл ________ ________________ **Шифр** Ф9-18

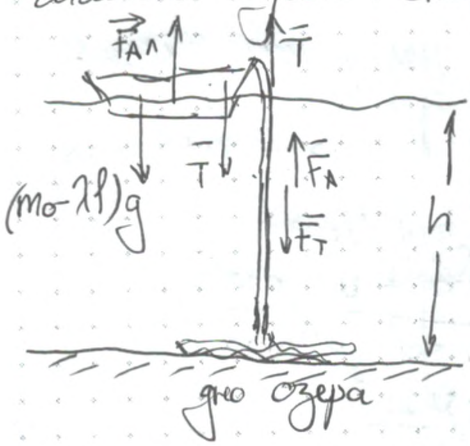
(подпись председателя жюри) (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике **», 9 класс,**

вариант ________

Задание 1. Излом графика связан с тем, что цепь достигла дна и начала на него ложиться, поэтому $V_{пог}$ начал изменятся стремительнее. Цепь, лежащая на дне, не действует на цепь „вертикальную в воде", иначе бы по третьему закону Ньютона малый кусок dm оторвался бы от дна.



Излом происходит при $l = 20$ м, это глубина озера $h = 20$ м.

$$F_{A\,цепи} = \rho_в g V = \rho_в g \frac{\lambda h}{\rho}$$

$$T + F_{A\,цепи} = F_T$$

$$T + \rho_в g \frac{\lambda h}{\rho} = \lambda h g$$

$$T = \lambda h g \left(1 - \frac{\rho_в}{\rho}\right)$$

$$F_{A\,лодки} = \rho_в g V_{пог} = \lambda h g\left(1 - \frac{\rho_в}{\rho}\right) + m_0 g - \lambda l g$$

$$V_{пог} = \underbrace{\frac{\lambda h}{\rho_в}\left(1 - \frac{\rho_в}{\rho}\right) + \frac{m_0}{\rho_в}}_{const} - \frac{\lambda l}{\rho_в}$$

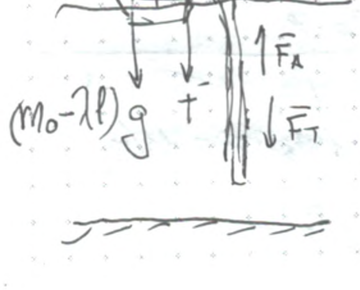
второй участок графика

За наклон отвечает величина $-\frac{\lambda}{\rho_в}$.

$$k_{накл\,2} = -\frac{\Delta V}{\Delta l} = -\frac{2{,}45\,м^3 - 2{,}21\,м^3}{40\,м - 20\,м} = -0{,}012\,м^2 = -\frac{\lambda}{\rho_в}$$

$$\lambda = 0{,}012\,м^2 \cdot \rho_в = 0{,}012\,м^2 \cdot 1000\,\frac{кг}{м^3} = 12\,\frac{кг}{м}$$

Теперь запишем уравнения для первого участка, пока цепь ещё не коснулась дна.



$$F_A = \rho_в g V = \rho_в g \frac{\lambda l}{\rho}$$

$$T + \rho_в g \frac{\lambda l}{\rho} = \lambda l g$$

$$T = \lambda l g \left(1 - \frac{\rho_в}{\rho}\right)$$

$$F_{A\,лодки} = \lambda l g\left(1-\frac{\rho_в}{\rho}\right) + (m_0-\lambda l)g = \rho_в g V_{пог}$$

$$\lambda l\left(\cancel{1}-\frac{\rho_в}{\rho}\right) + m_0 - \cancel{\lambda l} = \rho_в V_{пог}$$

$$V_{пог} = \frac{m_0}{\rho_в} - \frac{\lambda l}{\rho}$$

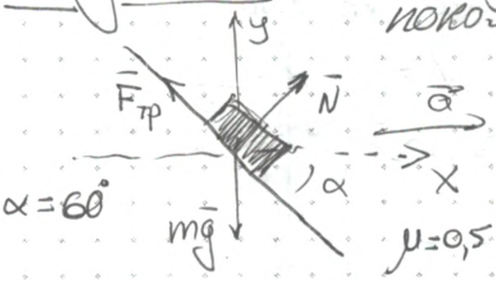
За наклон первого участка отвечает величина $-\frac{\lambda}{\rho}$

$$k_{накл\,1} = -\frac{\Delta V}{\Delta l} = -\frac{2{,}54\,м^3 - 2{,}45\,м^3}{20\,м - 0\,м} = 4{,}5\cdot 10^{-3}\,м^2 = -\frac{\lambda}{\rho}$$

$$\cancel{\rho = 4{,}5\cdot 10^{3}\,м}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{4{,}5\cdot 10^{-3}\,м^2} = \frac{12\,кг/м}{4{,}5\cdot 10^{-3}\,м^2} \approx \underline{2667\,кг/м^3}$$

Задание 2. Найдём необходимое ускорение для покоя телефона.



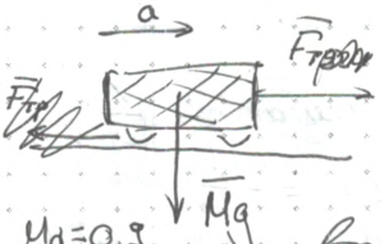
$OX:\ ma = N\sin\alpha - \mu N\cos\alpha$

$OY:\ 0 = -mg + N\cos\alpha + F_{тр}\sin\alpha$, $\quad F_{тр}\sin\alpha = \mu N\sin\alpha$

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

$$a = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} - 0{,}5\cdot\frac{1}{2}}{\frac{1}{2} + 0{,}5\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}}\cdot 10\,м/с^2 = (50\sqrt{3} - 80)\,м/с^2 \approx 6{,}6\,м/с^2$$

Автомобилю необходимо двигаться с $a_{min} = 6{,}6\,м/с^2$.



$$P = F_{тяги}\cdot v$$

Решим пункт б).

Для необходимого ускорения запишем второй зак. Ньютона: $Ma = \cancel{F_{тяги}} + \mu_0 Mg$

$F_{тяги} = M(\cancel{a+}\,\mu_0 g)$ ← какая-л. сила трения $\mu_0 < \mu_d$

Сможет разгоняться, пока

$$F_{тяги}\,v \le P_{max}$$

$aT_{max} = v_{max}$

$$v_{max} = \frac{P_{max}}{M(\cancel{a+}\,\mu_0 g)} = \frac{250\cdot 10^3}{1{,}5\cdot 10^3(6{,}6\cancel{+0{,}9\cdot 10})} = \cancel{10{,}68}\ 25{,}25\,м/с$$

$v_{max} = 25{,}25\,м/с$

$$T_{max} = \frac{v_{max}}{a} = \frac{\cancel{10{,}68\,м/с}}{6{,}6\,м/с^2} \approx \cancel{1{,}62\,с}\ 3{,}83\,с$$ ← отв. на пункт б).

(прод. щуи на обороте листа №4)

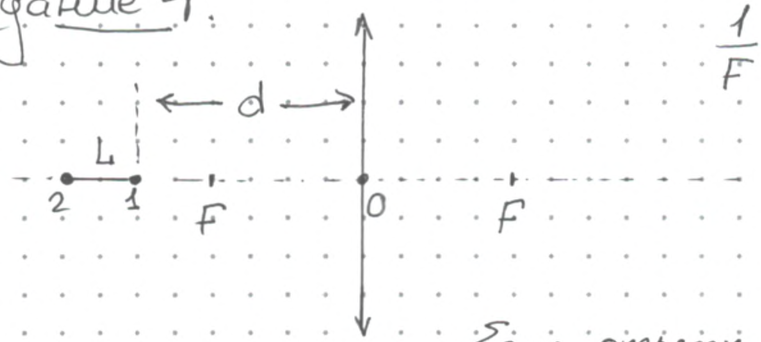
Итоговый балл ________ ________________ (подпись председателя жюри)

Шифр ФЗ9-18 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 9 класс,

Задание 4.



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

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

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

Если отрезок ~~парал~~ вдоль оси,

тогда $L_1 = f_2 - f_1 = \frac{F(d+L)}{d+L-F} - \frac{Fd}{d-F}$

Если же отрезок ~~горизонт~~ перпендикулярен, то

$$f = \frac{F(d+\frac{L}{2})}{d+\frac{L}{2}-F}; \quad \Gamma = \frac{f}{d}; \quad L_2 = \Gamma L$$

$$L_2 = \frac{FL(1+\frac{L}{2d})}{d+\frac{L}{2}-F}$$

Длина уменьшилась в k раз, значит

$$\frac{L_1}{L_2} = k; \quad L_1 = \frac{F(d+L)(d-F) - Fd(d+L-F)}{(d+L-F)(d-F)} =$$

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

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

L_1 – величина абсолютная, значит $L_1 = \frac{F^2L}{(d+L-F)(d-F)}$

$$\frac{L_1}{L_2} = k; \quad \frac{F^{\cancel{2}}\cancel{L}/(d+L-F)(d-F)}{\cancel{FL}(1+L/2d)/d+\frac{L}{2}-F} = k$$

$$\frac{F(d+\frac{L}{2}-F)}{(1+\frac{L}{2d})(d+L-F)(d-F)} = k; \quad Fd + \frac{FL}{2} - F^2 = k\left((d^2+Ld-Fd-Fd-LF+F^2)(1+\frac{L}{2d})\right)$$

$$\frac{Fd+\frac{FL}{2}-F^2}{k}=\left(d^2+Ld-2Fd-LF+F^2+\frac{Ld}{2}+\frac{L^2}{2}-FL-\frac{FL^2}{2d}+\frac{F^2L}{2d}\right)$$

$$Fd+\cancel{0{,}5FL}-F^2=kd^2+\cancel{1{,}5kLd}-2kFd-\cancel{2kLF}+kF^2+\cancel{\frac{kL^2}{2}}-\cancel{\frac{kFL^2}{2d}}+\cancel{\frac{kF^2L}{2d}}$$

$L \ll F$

$L \ll d$

$$Fd-F^2=kd^2-2kFd+kF^2$$

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

$$D=(2kF+F)^2-4k(k+1)F^2=$$

$$=\cancel{4k^2F^2}+\cancel{4kF^2}+F^2-\cancel{4k^2F^2}-\cancel{4kF^2}=F^2$$

$$d=\frac{2kF+F\pm F}{2k}=\left[\begin{array}{l} F\cdot\frac{k+1}{k} \\ F \end{array}\right.$$

Однако $d>F \Rightarrow d=F\frac{k+1}{k}$

(прод. задания 2)

а) Автомобиль может двигатся с таким ускорением, чтобы $Ma \le \mu Mg \Rightarrow a \le \mu g$.

Значит при полной мощности $a = 9$ м/с².

Может он ехать до тех пор, пока $F\vartheta \le P_{max}$.

$\vartheta \le \frac{250\cdot 10^3}{0{,}9\cdot 1{,}5\cdot 10^3\cdot 10} = 18{,}5$ м/с. $\vartheta \le \frac{P}{\mu Mg}$

Значит будет разгонятся $a\tau = \vartheta$

$\tau = \frac{\vartheta}{a} = \frac{18{,}5}{9} = 2{,}06$ с.

Более разгонятся не может.

может, пока $a > 6{,}6$ м/с²

алабуга
ОСОБАЯ
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ЗОНА

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф11 - 80

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

Данные участника

ID номер участника 1091231

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "20" января 2026 г.

Шифр Ф11-80
(заполняется оргкомитетом)

Оценка работы

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

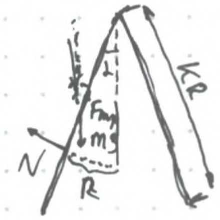
№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	20	5	–	8	20											53
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика
(профиль олимпиады)

11
(класс участия)

№ 1

Дано: $k=54$
Найти: μ_{min} - ?



Решение: 1) Доски находятся в равновесии, значит по правилу моментов: $N\cdot R\cdot ctg\,\alpha = mg\cdot\frac{kR}{2}\cdot\sin\alpha \Rightarrow N = \frac{mg\cdot k}{2}\cdot\frac{\sin^2}{\cos\alpha}$

2) По второму закону Ньютона для цилиндра:

$mg + N\cdot\sin\alpha\cdot 2 = 2F_{тр}\cdot\cos\alpha = 2\mu N\cos\alpha \Rightarrow mg = 2\cdot N(\mu\cos\alpha - \sin\alpha) = 2\cdot\frac{mgk}{2}\cdot\frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha}\cdot(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)$, $1 = k\cdot\sin^2\alpha\cdot(\mu - \frac{1}{ctg\,\alpha}) \Rightarrow \frac{1}{k\sin^2\alpha} = \frac{ctg^2+1}{k} = \mu - \frac{1}{ctg\,\alpha}$

$\mu = \frac{ctg^2\alpha+1}{k} + \frac{1}{ctg\,\alpha} = \frac{ctg^2\alpha}{k} + \frac{1}{k} + \frac{1}{ctg\,\alpha}$

3) $\mu' = \frac{2ctg\,\alpha}{k}\cdot\left(-\frac{1}{\sin^2\alpha}\right) + 0 + \left(-\frac{1}{ctg^2\alpha}\right)\cdot\left(-\frac{1}{\sin^2\alpha}\right) = \frac{1}{\sin^2\alpha}\left(-\frac{2ctg\,\alpha}{k} + \frac{1}{ctg^2\alpha}\right)$

При $\mu'=0$: $\frac{1}{ctg^2\alpha_0} = \frac{2ctg\,\alpha_0}{k} \Rightarrow ctg\,\alpha_0 = \sqrt[3]{\frac{k}{2}} = \sqrt[3]{\frac{54}{2}} = 3$. При $ctg\,\alpha < 3$ $\mu' > 0$, при $ctg\,\alpha > 3$ $\mu' < 0$, значит ~~ctgα₀~~ при $\alpha = \alpha_0$ μ становится ~~максимальным~~ минимальным

~~4) Рассмотрим два крайних положения: ctg 2α = 90° и ctg α = k~~

$\cancel{\mu(45°) = \frac{ctg^2(45°)+1}{54} + \frac{1}{ctg\,45°}}$ μ_{min} $\cancel{\mu(3)} = \mu_{min} = \frac{3^2+1}{54} + \frac{1}{3} = \frac{28}{54} = \frac{14}{27}$

Ответ: $\mu_{min} = \frac{14}{27}$

Сдано ____ листов ____________ ____________

подпись участника подпись наблюдателя в аудитории

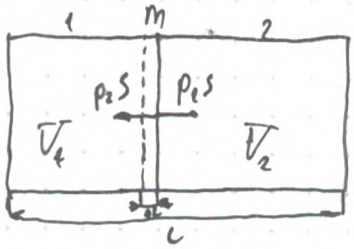
№2

$i = 5$

Дано:
$l,\ S,\ p_0$
$V_{10} = k V_{20}$

Найти:
$\nu - ?$

Решение: 1) Рассмотрим перегородку в произвольный момент времени:



По второму закону Ньютона:

$p_2 S - p_1 S = ma$. ~~Темпе Температура в сосуде не меняется,~~

~~тогда:~~ $\cancel{pV = \nu RT = const,\quad p_0 \cdot \frac{l \cdot S}{k+1} = p_1 \cdot \left(\frac{lS}{k+1} + \Delta l S\right)}$

$$\cancel{p_0 \cdot \frac{\frac{lk}{k+1}}{\frac{lk}{k+1} - \Delta l} S - p_0 \cdot \frac{\frac{l}{k+1}}{\frac{l}{k+1} + \Delta l} \cdot S = ma \qquad p_0 \cdot \frac{lS \cdot k}{k+1} = p_2 \left(\frac{lS \cdot k}{k+1} - \Delta l S\right)}$$

$$\cancel{p_0 \cdot \frac{S l}{k+1}\left(\frac{k}{\frac{lk}{k+1} - \Delta l} - \frac{1}{\frac{l}{k+1} + \Delta l}\right) = \frac{p_0 S l}{k+1}\left(\frac{k}{lk - \Delta l (k+1)} - \frac{1}{l + (k+1)\Delta l}\right) =}$$

$$\cancel{= p_0 S l \left(\frac{kl + (k^2 - 1)\Delta l - kl + \Delta l (k+1)}{l^2 k - (k^2-1)\Delta l^2 + l \Delta l (k-1)k - \Delta l l (k+1)}\right) = p_0 S l \left(\frac{k^2 \Delta l + \Delta l}{l^2 k + \Delta l\, l (k-1)^2 + (k^2-1)\Delta l}\right)}$$

$$\cancel{= p_0 S l \left(\frac{\Delta l (k^2+1)^2}{k l^2 + \Delta l (k^2-1) - \Delta l^2 (k^2+1)^2}\right) = \frac{p_0 S \Delta l (k^2+1)^2}{k l}}$$

Итоговый балл ________ ________________ **Шифр** ~~Ф11-80~~ Ф11-80

(подпись председателя жюри) (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «____________________», 11 класс,

вариант ________

№2 5 5

Дано:

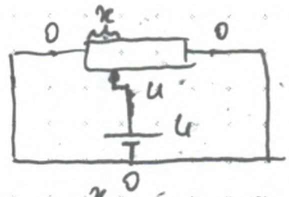
$\rho(x) = \rho_{max} \cdot \frac{x}{l}$

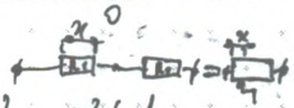
U, l

Найти: P_{min} – ?

x_{min} – ?

Решение: 1) Представим реостат как два резистора, соединённых проводом с клеммой. Длина одного – x, ~~другого~~ другого – $l-x$. Тогда:





$$\cancel{P = P_1 + P_2 = \frac{U^2}{R_1} + \frac{U^2}{R_2} = U^2\left(\frac{1}{\rho_{max}\cdot\frac{x}{l}} + \frac{1}{\rho_{max}\cdot\frac{l-x}{l}}\right) = \frac{U^2 \cdot l}{\rho_{max}} \cdot \left(\frac{l-x+x}{(l-x)x}\right) = \frac{U^2 l^2}{\rho_{max}} \cdot \frac{1}{(l-x)x}}; \quad P'(x) =$$

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

$$\cancel{= \frac{U^2 l^2}{\rho_{max}\cdot(l-x)\cdot x^2} \cdot \left(-1 + \frac{x}{l-x}\right)} \qquad R_1 = \int_0^x \rho_{max} \cdot \frac{x}{l}dx = \frac{\rho_{max}\cdot x^2}{2l}$$

$$R_2 = \int_x^l \rho_{max} \cdot \frac{x}{l}\, dx = \frac{\rho_{max}(l^2 - x^2)}{2l} \qquad P = P_1 + P_2 = \frac{U^2}{R_1} + \frac{U^2}{R_2} =$$

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

$$\cdot \left(\frac{l^2 - x^2 + x^2}{(l^2-x^2)x^2}\right) = \frac{2U^2 l^3}{\rho_{max}} \cdot \frac{1}{(l^2-x^2)x^2}; \qquad P'(x) = \frac{2U^2 l^3}{\rho_{max}} \cdot \left(-\frac{-2x}{(l^2-x^2)^2}\cdot\right.$$

$$\left.\cdot \frac{1}{x^2} + \frac{-2x}{x^3} \cdot \frac{1}{(l^2-x^2)}\right) = \frac{2U^2 l^3}{\rho_{max}}\left(\frac{2x}{(l^2-x^2)^2 x} - \frac{2x}{x^3(l^2-x^2)}\right) = \frac{4U^2 l^3}{\rho_{max}\cdot x}\cdot$$

$$\cdot \frac{1}{(l^2-x^2)} \cdot \left(\frac{1}{l^2-x^2} - \frac{1}{x^2}\right) = \frac{4U^2 l^3}{\rho_{max}\, x\,(l^2-x^2)} \cdot \left(\frac{2x^2 - l^2}{(l^2-x^2)x^2}\right).$$

$P'(x) = 0$ при $x = 0$ и $x = l$ (максимумы) и $x = \sqrt{\frac{l}{2}}$ $\frac{l\sqrt{2}}{2}$ – минимум

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

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

№ 4

Дано:
$B_z(z)$ $\delta \ll R$
$\delta = 10^{-3}$ м
$m = 0{,}1$ кг, H, $B_0 = 0{,}7$ Тл
$R = 10^{-2}$ м, $\rho = 1{,}7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м

Найти:
v_s — ?
$\tau_{1/2}$ — ?

Решение: 1) Летящий магнит создаёт переменное магнитное поле. Значит в трубе происходит электромагнитная индукция и возникает электрический ток. $I = \frac{\rho \cdot \mathcal{E}_i}{R} =$ +4

$$= \frac{\dot{B}^* \cdot S \cdot \cos 90^\circ}{\rho \cdot 2\pi R} = \cancel{B_0 \cdot \frac{2R - v_0 t}{}} \frac{\left(B_0 \cdot \frac{2R - vt}{2R}\right)' \cdot S}{2\pi R \rho} = \frac{B_0 S \cdot \left(\cancel{1} - \frac{v}{2R}\right)'}{2\pi R \rho} = \frac{B_0 S \cdot v}{4\pi R \rho}.$$

+1

Она создаёт своё собственное магнитное поле, противодействующее движению магнита, ~~как вид~~ сила действия которого ~~равна~~ ~~зависит~~ растёт вместе с ростом тока и скоростью. Как видно из формулы, чем меньше скорость, тем меньше сила со стороны магнитного поля $F_{маг}$, которая превысит mg. Значит ускорение у тела будет направлено вверх и оно будет тормозить — скорость уменьшится — сила уменьшится — уменьшится ускорение. Так будет происходить, ~~пока~~ до момента, когда $F_{маг} = mg$, а значит — $a = 0$, $v = v_s = const$. Дальше магнит будет равномерно прямолинейно падать. +3

2)

алабуга
ОСОБАЯ
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ЗОНА

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф7 - 63

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

Данные участника

ID номер участника 1094265

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

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

Дата "20" января 2026 г.

Шифр 97-63
(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	14	19	25	22												80
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

физика
(профиль олимпиады)

7
(класс участия)

№2) Одна доска 5x5 состоит из 13 клеток одного и 12 другого, а 7x7 из 25 клеток одного и 24 другого. Тогда составим уравнение, где x и y - вес кубика одного цвета.

$13x+12y=13$

$12y=13-13x$

$y=\frac{13-13x}{12}$

Второе уравнение может быть 2 видов, т.к. мы не знаем какой переменной какой цвет соотвествует. Рассмотрим оба варианта:

$25x+24y=25,5$

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

$x=0,5$

$y=\frac{13-6,5}{12}$

$y=\frac{13}{24}$

$24x+25y=25,5$

$\frac{325}{12}-\frac{325}{12}x+25x=25,5$

$-\frac{25}{12}x=-\frac{19}{12} \mid \cdot 12$

$x=\frac{19}{25}=0,76$

$y=0,26$

Значит, веса белых и черных кубиков могут быть $0,5; \frac{13}{24}; 0,76; 0,26$

Ответ: $0,5; \frac{13}{24}; 0,76; 0,26$.

Сдано 3 листов

подпись участника

подпись наблюдателя в аудитории

Лист №1

[redacted]ий балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф7-63
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 7 класс,

вариант ________

№3) Т.к на груз действуют сила тяжести $F_{тяж}=mg=2кг\cdot 10Н/кг=20Н$, то сила упругости $\frac{k_A\Delta l}{2}=20Н$ (2 из-за того, что пружины 2)

$k_A\cdot 2см=20Н$

$k_A=10$ Н/см

Рассмотрим 2 случай. Пружина А натянулась на $\frac{30Н}{10Н/см}=3см$ ($30Н=F_{тяж}$, $F_{упр}=k_A\Delta l\Rightarrow\Delta l=\frac{F_{упр}}{k_A}$)

Тогда пружина Б натянулась на 2 см, и $k_Б=\frac{30Н}{2см}=15Н/см$

В 3 случае обе пружины А натянулись на $\frac{60Н}{10Н/см}=6см$ ($F_{тяж}=F_{упр}$, $F_{тяж}=6\cdot10=60Н$ $F_{упр}=k\Delta l\Rightarrow\Delta l=\frac{F_{упр}}{k}=\frac{F_{тяж}}{k}$), а пружина Б растянулась на $\frac{60Н}{15Н/см}=4см$. Тогда общее растяжение это $6\cdot2+4=16см$

Ответ: 16 см

№4) До Васи пёс будет бежать $\frac{25м}{(9-5)м/с}=\frac{25}{4}с$ (т.к. он бежит со скоростью 9м/с, а Вася со скоростью 5 м/с пёс догоняет Васю со скоростью 4м/с), далее обратно до Пети за $\frac{25м}{(9+5)м/с}=\frac{25}{14}с$, и снизит свою скорость до 8м/с. Затем опять добежит до Васи за $\frac{25м}{8+5м/с}=\frac{25}{13}с$, и обратно до Пети за $\frac{25м}{8-5м/с}=\frac{25}{3}с$. Заметим, что относительно Васи и Пети он вернулся в исходное положение с той же скоростью 9 м/с. Ему надо пробежать таким образом $\frac{50}{2}=25$ раз, т.к. за один „круг" он касается Васи 2 раза. Значит, он потратит $25\cdot(\frac{25}{4}+\frac{25}{13}+\frac{25}{14}+\frac{25}{3})=25\cdot\frac{39950}{2184}\approx25\cdot18{,}292=457{,}3с$.

Ответ: 457,3с.

ый балл ________ ________________ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф7-63 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 7 класс,

вариант ________

№1) m призмы $= \frac{F_{тяж}}{g} = \frac{1000\sqrt{3}Н}{10Н/кг} = 100\sqrt{3}$ кг

Значит, $\frac{100\sqrt{3}}{\frac{3\sqrt{3}}{2}a^2} = 1500$ Па (давление $= \frac{\cancel{F}m}{S_{пов.}}$)

$\frac{200}{3a^2} = 1500$ Па

$1500a^2 = \frac{200}{3}$

$a^2 = \frac{2\cancel{00}}{45\cancel{00}}$

$a = \sqrt{\frac{2}{\cancel{3\sqrt{5}}45}}$

$a = \frac{\sqrt{2}}{3\sqrt{5}}$

Тогда $\frac{100\sqrt{3}}{ah} = \frac{100\sqrt{3}}{\frac{\sqrt{2}}{3\sqrt{5}}h}$

$\frac{100\sqrt{3}}{\frac{\sqrt{2}}{3\sqrt{5}}h} = 4000$

$4000h = \frac{300\sqrt{15}}{\sqrt{2}}$

$h = \frac{3\cancel{00}\sqrt{15}}{40\cancel{00}\sqrt{2}}$

$h = \frac{\sqrt{3}}{8\sqrt{2}}$

$V = \frac{3\sqrt{3}}{2}\left(\frac{\sqrt{2}}{3\sqrt{5}}\right)^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{8\sqrt{2}} = \frac{\cancel{3}\cancel{\sqrt{3}}^2}{\cancel{16}_8\sqrt{2}} \cdot \frac{\cancel{2}}{\cancel{9}\cdot 5} = \frac{1}{40\sqrt{2}}$ см^3

Ответ: $V = \frac{1}{40\sqrt{2}}$ см^2

Лист № 3

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

(заполняется организатором)

ШИФР	Ф11 - 104

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

Данные участника

ID номер участника 1280185

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональные предметные олимпиады

Место штампа

Дата "___"____________________ 20____г.

Шифр ФИ1-104
(заполняется оргкомитетом)

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

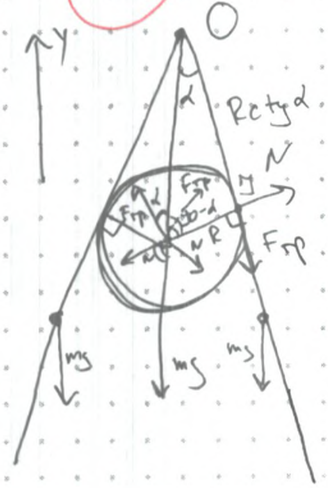
№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	7	15	9	11	8											50
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика
(профиль олимпиады)

11
(класс участия)

Дано: k

№1



$\angle = 90 - \alpha$ $\quad OJ = R\cdot ctg\alpha$ | геом инфа для рисунка

$\angle = \alpha$ ~~Замечание~~

Для доски относительно т. O (ур-е равновесия)

$mg\frac{kR}{2} + \mu N R ctg\alpha = N R ctg\alpha$ +2

II З-н Ньютона для обруча на Oy:

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

|| из III З-на Ньютона расставили N и $F_{тр}$

$$\begin{cases} mg\frac{k}{2} + \mu N ctg\alpha = N ctg\alpha \\ mg + 2N(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N = \frac{mg}{2(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)} \\ mg\frac{k}{2} + \frac{mg\,ctg\alpha(\mu-1)}{2(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)} = 0 \; (2) \end{cases}$$

(2): $k(\mu\cos\alpha - \sin\alpha) + ctg\alpha(\mu - 1) = 0$ +2

$$\mu = \frac{ctg\alpha + k\sin\alpha}{k\cos\alpha + ctg\alpha}$$

из усл $\alpha \in [0; 90]$ => $\mu \le 1,6$ (при k = 54 из усл)

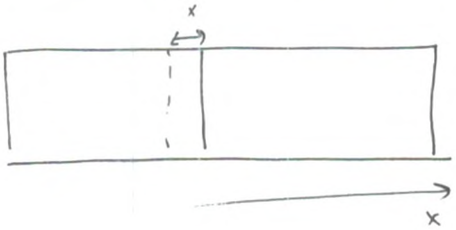
Ответ: $\mu \in [0; 1,6]$

№2

Дано: [redacted]

I

II



$V_{полн} = V_0(k+1) = S\ell \quad | \; V_0 = \frac{S\ell}{k+1}$

Ур-е Менделеева-Клапейрона для I

$p_0V_0 = \nu_л R T_л$

$kp_0V_0 = \nu_п R T_п$

II З-н Ньютона для поршня на Ox:

(1) $m\ddot{x} = S(p_л - p_п)$

л – левая часть
п – правая часть

Ур-е Менделеева-Клапейрона для II

$p_л(V_0+Sx) = \nu_л R T_л = p_0V_0$

$p_п(kV_0 - Sx) = \nu_п R T_п = kp_0V_0$ | =>

=> $p_л = \frac{p_0V_0}{V_0+Sx}$ $\quad p_п = \frac{kp_0V_0}{kV_0-Sx}$

тогда с учётом (1):

$$\frac{m\ddot x}{S} = \frac{p_0V_0(kV_0-Sx) - kp_0V_0(V_0+Sx)}{\underbrace{(V_0+Sx)(kV_0-Sx)}_{n}} =$$

$$= \frac{\cancel{kp_0V_0^2} - p_0V_0Sx - \cancel{kp_0V_0^2} - kp_0V_0Sx}{n} =$$

$$= \frac{-p_0V_0Sx(k+1)}{n}$$

$$\frac{m\ddot x (V_0+Sx)(kV_0-Sx)}{S} + p_0V_0Sx(k+1) = 0$$

$Sx \ll V_0 < kV_0$ | => пренебрегаем для n

$$\ddot x + \frac{p_0 \cancel{V_0} S^2 x(k+1)}{m k V_0^{\cancel{2}}} = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{p_0S^2(k+1)}{mkV_0}} = \sqrt{\frac{S^2(k+1)^2p_0}{mkS\ell}} = (k+1)\sqrt{\frac{Sp_0}{mk\ell}} \ \frac{рад}{с}$$

Ответ: $\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{k+1}{2\pi}\sqrt{\frac{Sp_0}{mk\ell}}$ $с^{-1}$

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

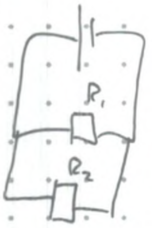
Шифр Ф11-104
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

№5

Перерисуем схему из условия



$$R_1 = \rho_x \frac{x}{l} \qquad R_2 = \rho_x \frac{l-x}{l} \quad \Big| \quad R_{общ} = R = \frac{R_1 R_2}{R_1+R_2} = \frac{\rho_x^{2} x(l-x)\,l}{l^2 \rho_x (x+l-x)} = \frac{\rho_x}{l^2}\, x(l-x)$$

$$U = RI = \frac{I\rho_x}{l^2}\, x(l-x) \quad \Big| \quad I = \frac{U l^2}{\rho_x\, x(l-x)}$$

$$P = IU = \frac{U^2 l^2}{\rho_x\, x(l-x)}$$

возьмем производную

$$\cancel{\frac{1}{P} = \frac{\rho_x x l - \rho_x x^2}{U^2 l^2}}$$

$$\cancel{0 = \frac{\rho_x l - 2\rho_x x}{U^2 l^2}} \quad \Big| \quad \cancel{x = \frac{l}{2}}$$

$$0 = \frac{U^2 l^2}{\rho_x} \cdot \frac{(2x-l)}{x^2(l-x)^2}$$

т.е. при $x = \frac{l}{2}$, тогда

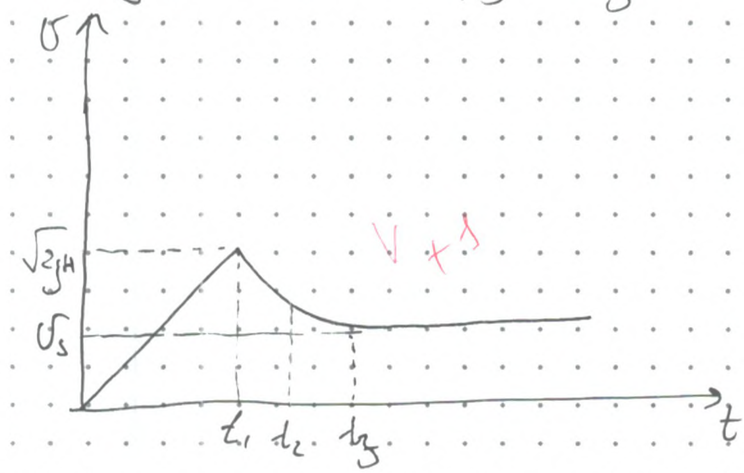
$$P = \frac{U^2 l^2}{\rho_x \frac{l}{2}\cdot\frac{l}{2}} = \frac{4U^2 l^2}{\rho_x l^2} = \frac{4U^2}{\rho_x}$$

Ответ: $P = \frac{4U^2}{\rho_x}$

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

№4

1.) Сначала магнит движется под действием силы тяжести с ускорением g, после его начинает тормозить возникающая в трубе сила сопротивления, которая возникает в виду ~~изв...~~ ЗСМП, т.е. поток $\Rightarrow$ ток в катушке (трубу можем считать катушкой т.к. мал. б.) не может резко изменяться, ~~...~~ +3



t_1 – время попадания магнита в катушку

из ЗСЭ: $mgH = \frac{mv_0^2}{2}$

$v_0 = \sqrt{2gH}$ +1

до t_2: $ma = mg - BIl$

Bl ||аз касающ. под горизонтом|| $= 4RB_0$ (для всего магнита)

$ma = mg - 4RB_0 I$

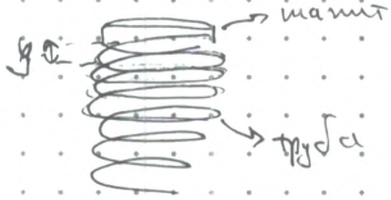
З-н Био-Савара-Лапласа

$B_{ср} = \frac{\mu_0 I l \sin}{4\pi R^2}$ (считаю катушку и магнит в виде окр)

$= \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$

$I = \frac{B_0 \pi R}{\mu_0}$ $\left(B_{ср} = \frac{B_0}{2}\right.$ для всего магнита$\left.\right)$

$mg = \frac{4R^2 B_0^2 \pi}{\mu_0}$



II З-н Ньютона на Oy:

$m\,da = mg - dBI\,dl$ // dl – изр-ка

З-н Био Савара-Лапласа (в приближ. для кольца)

$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$ | $I = \frac{2B\pi R}{\mu_0}$

$$\int_g^a m\,da = mg - \int_0^{B_0} \frac{2dB\,dl\,B\pi R}{\mu_0}$$ (где a – ускорение магнита, когда он заехал на половину длины)

$ma = 2mg - \frac{B_0^2 \pi R}{\mu_0} \cdot \frac{5}{2} R$

$a = 2g - \frac{5B_0^2 \pi R^2}{2\mu_0}$

$\frac{dv}{dt} = 2g - \frac{5B_0^2\pi R^2}{2\mu_0}$ | $v = \left(2g - \frac{5}{2}\frac{B_0^2 \pi R^2}{\mu_0}\right)t$, с учётом малого изменения получим кривую $(t_1 - t_2)$ на рис

тогда за всё время скорость изменится: $v_з = v_0 - 2v = \sqrt{2gH} - 2\left(2g - \frac{5}{2}\frac{B_0^2 \pi R^2}{\mu_0}\right)\left(\frac{t}{2} - t_1\right)$

Не то

Итоговый балл _______ _______________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-104

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

N3

внутр – 1

внеш – 2

из усл $H r^2 = H(R^2 - r^2)$

$R = r\sqrt{2}$

при I_0: $Q_t = Q_I$

$$\Delta\tau I_0^2 \frac{\rho' \ell}{H r^2} = c\, \rho H r^2 (t_{45} - t_0)$$

$$\Delta\tau I_0^2 \frac{\rho' \ell}{H(R^2 - r^2)} = c\, \rho H (R^2 - r^2)(t_{35} - t_0)$$

$$\frac{R^2 - r^2}{r^2} = \frac{r^2 (t_{45} - t_0)}{(R^2 - r^2)(t_{35} - t_0)} \div$$

~~$1(t_{35} - t_0) = t_{45} - t_0$~~

~~$273 + 35 - 273 - 45 =$~~

$k t_{35} = t_{45}$, где k – коэф из-за кот. $t \neq const$ по V

$k = \frac{273 + 45}{308} = \frac{159}{154}$

при $2 I_0$

$$\Delta\tau\, 4 I_0^2 \frac{\rho' \ell}{H r^2} = c\, \rho H r^2 (t_{90} - t_0)$$

$$\Delta\tau\, 4 I_0^2 \frac{\rho' \ell}{H(R^2 - r^2)} = c\, \rho H (R^2 - r^2)(t_x - t_0) \div$$

$$\frac{R^2 - r^2}{r^2} = \frac{r^2 (t_{90} - t_0)}{(R^2 - r^2)(k t_x - t_0)}$$

$k t_x = t_{90}$

$$\boxed{t_x = \frac{t_{90}}{k} \approx 351{,}58\,K}$$

$$\div \begin{cases} 1: \ \Delta\tau\, 4 I_0^2 \frac{\rho'}{H r^2} = c\, \rho H r^2 (t_{90} - t_0) \\ 3: \ \Delta\tau\, 9 I_0^2 \frac{\rho'}{H r^2} = c\, \rho H r^2 (t_n - t_0) \end{cases}$$

$\frac{4}{9} = \frac{t_{90} - t_0}{t_n - t_0}$, для 1 случ. $\frac{1}{9} = \frac{t_{45} - t_0}{t_n - t_0}$

$$\begin{cases} 4 t_n - 4 t_0 = 9 t_{90} - 9 t_0 \\ t_n - t_0 = 9 t_{45} - 9 t_0 \end{cases}$$ ~~$5 t_{90}$~~

$$\begin{cases} 4 t_n = 9 t_{90} - 5 t_0 \\ t_n = 9 t_{45} - 8 t_0 \end{cases} \quad t_0 = \frac{t_n - 9 t_{45}}{8} \Rightarrow$$

$\Rightarrow 32 t_n = 9 t_{90} - 5 t_{90} - 45 t_{45}$

$t_n = \frac{4 t_{90} - 45 t_{45}}{32}$

3

Лист №______