08191

Шифр

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА «ОРМО»
ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	ФИЗИКА
2.	Вариант	1
3.	Класс	11
4.	Фамилия	КОЖЕВНИКОВ
	Имя	ПАВЕЛ
	Отчество	АНДРЕЕВИЧ
5.	Дата рождения	17 (Число) 08 (Месяц) 2005 (Год)
6.	Страна	РОССИЯ
7.	Регион *(пр: Томская обл., Калининградская область)*	г. Москва
8.	Вид муниципального образования *(пр: пгт, деревня, село, город)*	город
9.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Псков)*	г. Москва
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь в данное время	Инженерная школа № 1581

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e–mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись ____________

Шифр 08191

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

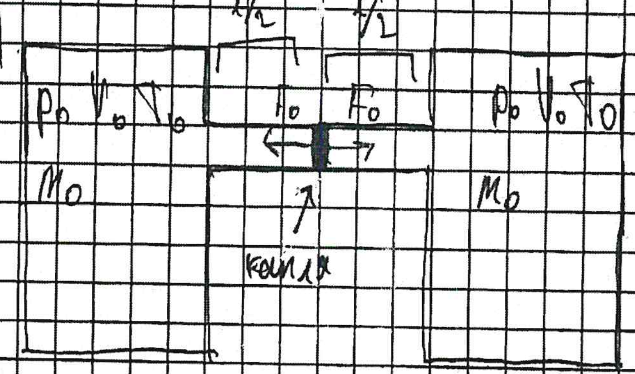
Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
78			

Дано:
$V_0; P_0; T_0;$
$l; S; \mu;$
α

τ — ?

Задача 4

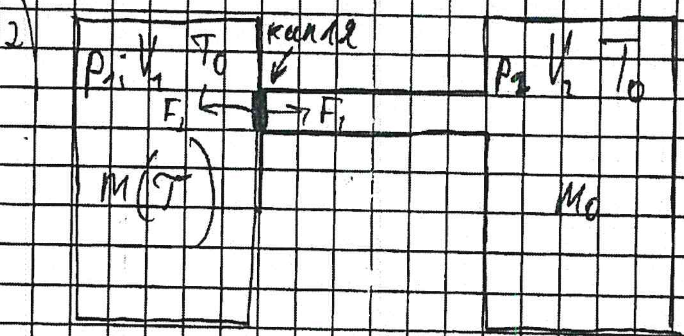
1)



В начальный момент времени система находится в равновесии

$P_0\left(V_0+\frac{lS}{2}\right)=\frac{m_0}{\mu}RT_0$

2)



В некоторый момент времени τ капля попадет в один из баллонов, параметры газов в этот момент указаны на рисунке.

По II з. Ньютона для капли: $F_2=F_1$; $\frac{P_2}{S}=\frac{P_1}{S}$

$P_2=P_1$, где $P_2=\frac{\nu_2 RT_0}{V_2}=\frac{\frac{m_0}{\mu}RT_0}{V_0+\frac{l\cdot S}{2}}$

$P_1=\frac{\nu_1 RT_0}{V_0}=\frac{(m_0-\alpha t)RT_0}{\mu V_0}$

$\frac{(m_0-\alpha t)\cancel{RT_0}}{\cancel{\mu}V_0}=\frac{m_0\cancel{RT_0}}{\cancel{\mu}\left(V_0+\frac{lS}{2}\right)}$

$(m_0-\alpha t)\left(V_0+\frac{lS}{2}\right)=m_0V_0$

$\cancel{m_0V_0}+m_0\frac{lS}{2}-\alpha tV_0-\frac{\alpha t\,lS}{2}=\cancel{m_0V_0}$

Продолжение задачи 4

$$m_0\frac{lS}{L} - \alpha t V_0 - \alpha t\cdot\frac{lS}{2} = 0$$

$$m_0\frac{lS}{L} = \alpha t\left(V_0 + \frac{lS}{2}\right);$$

$$t = \frac{1}{\alpha}\cdot\frac{\frac{m_0 lS}{2}}{\frac{2V_0+lS}{2}} = \frac{1}{\alpha}\cdot\frac{m_0 lS}{2V_0+lS};$$ m_0 – начальная масса

газа в сосуде; $m_0 = \frac{p_0\left(V_0+\frac{lS}{2}\right)\cdot\mu}{RT_0}$

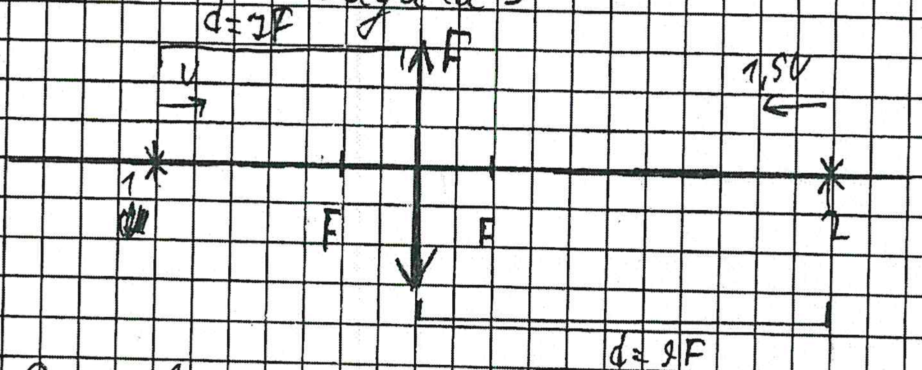
$$t = \frac{1}{\alpha}\cdot\frac{lS}{2V_0+lS}\cdot\frac{p_0\cdot\left(\frac{2V_0+lS}{2}\right)\cdot\mu}{RT_0} = \frac{\mu p_0 lS}{2RT_0\alpha}$$

Ответ: $\frac{\mu p_0 lS}{2RT_0\alpha}$

Задача 3

Дано: F; V;

Найти: f – ?



Для второго источника: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ (изобр. действ.; линза собир.; ист. действ.)

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{Fd};\quad f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{9F^2}{8F} = \frac{9}{8}F$$

т.е. изображение 2-ого источника находится на расстоянии $f = \frac{9}{8}F$ от линзы.

Продолжение задачи 3

В какой-то момент времени τ 1-ый источник пройдёт $S_1 = V\tau$

$d_1 = 7F - S_1 = f_2$ f_2 – 2-ого источника. 2-ой источник к тому моменту переместится на $S_2 = 1{,}5V\tau$; $d_2 = 9F - 1{,}5V\tau$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{9F - 1{,}5V\tau} + \frac{1}{7F - V\tau};\quad 3V^2\tau^2 - 34VF\tau + 94F^2 = 0$$

$$D = (17VF)^2 - 3V^2 \cdot 94F^2 = 7V^2F^2$$

время 2-ой встречи; время 1-ой встречи

$$\tau_1 = \frac{17VF + VF\sqrt{7}}{3V^2};\quad \tau_2 = \frac{17VF - VF\sqrt{7}}{3V^2}\quad (\tau_2 < \tau_1)$$

Ответ: через время $\tau = \dfrac{17VF - VF\sqrt{7}}{3V^2}$ 15

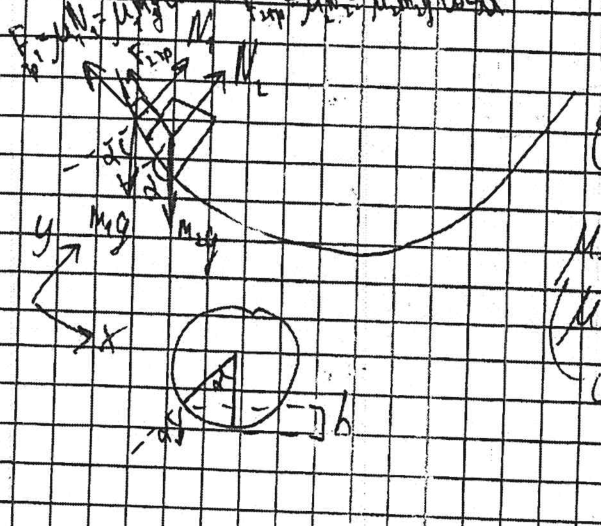
Дано:

$m_1; m_2;$

$\mu_1; \mu_2$

Задача 1

Заменим два маленьких кубика массами m_1 и m_2 одним с массой $m = (m_1 + m_2)$, т.к. кубики находятся в постоянном контакте друг с другом ~~...~~



В верхней точке:

$$O_x: \sum F_{тр} = \sum m \cdot g$$

$$\mu_1 m_1 g \cos\alpha + \mu_2 m_2 g \cos\alpha = (m_1 + m_2) g \sin\alpha$$

$$(\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2) \cos\alpha = (m_1 + m_2) \sin\alpha$$

$$\cos\alpha = \frac{m_1 + m_2}{\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2} \cdot \sqrt{1 - \cos^2\alpha}$$

Продолжение задачи 1.

$$\cos\alpha = \frac{m_1+m_2}{\mu_1 m_1+\mu_2 m_2}\cdot\sqrt{1-\cos^2\alpha} \quad \Big|\, ^2$$

$$\cos^2\alpha = \left(\frac{m_1+m_2}{\mu_1 m_1+\mu_2 m_2}\right)^2\cdot\left(1-\cos^2\alpha\right)$$

$$\left(\frac{m_1+m_2}{\mu_1 m_1+\mu_2 m_2}\right)^2\cos^2\alpha+\cos^2\alpha = \left(\frac{m_1+m_2}{\mu_1 m_1+\mu_2 m_2}\right)^2; \quad \cos^2\alpha = \frac{\left(\frac{m_1+m_2}{\mu_1 m_1+\mu_2 m_2}\right)^2}{\left(\frac{m_1+m_2}{\mu_1 m_1+\mu_2 m_2}\right)^2+1}$$

$$\cos^2\alpha = \frac{\frac{(m_1+m_2)^2}{(\mu_1 m_1+\mu_2 m_2)^2}}{\frac{(m_1+m_2)^2+(\mu_1 m_1+\mu_2 m_2)^2}{(\mu_1 m_1+\mu_2 m_2)^2}} = \frac{(m_1+m_2)^2}{(m_1+m_2)^2+(\mu_1 m_1+\mu_2 m_2)^2}$$

$$\cancel{\cos\alpha = \sqrt{}}$$

$$\cos\alpha = (m_1+m_2)\cdot\sqrt{\frac{1}{(m_1+m_2)^2+(\mu_1 m_1+\mu_2 m_2)^2}}$$

Из геометрии: $h = R - R\cos\alpha$

$$h = R\left(1-(m_1+m_2)\sqrt{\frac{1}{(m_1+m_2)^2+(\mu_1 m_1+\mu_2 m_2)^2}}\right)$$

Ответ: максимальная высота равна

$$h = R\left(1-(m_1+m_2)\sqrt{\frac{1}{(m_1+m_2)^2+(\mu_1 m_1+\mu_2 m_2)^2}}\right)$$

Шифр

Дано:

$l = 1$ м

$R = 1$ Ом

$\Delta I = 0{,}4$ А

$U - ?$

Решение: Задача 5.

1) До соедин. КМ: $R(l) = \frac{\rho}{S} \cdot l$

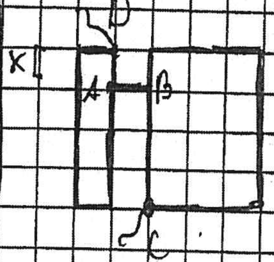
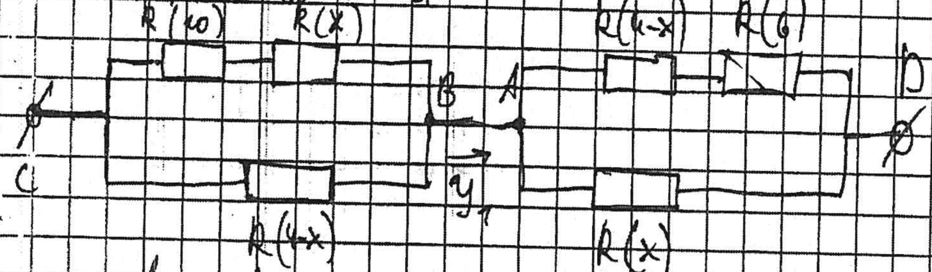


Схема эквивалентна



Известно, что при $l = 1$ м $R = 1$ Ом, тогда $\frac{\rho}{S} = 1\,\frac{\text{Ом}}{\text{м}}$

$I_1 = \frac{U}{R_1}$; $R_1 = R_{CB} + R_{AD}$;

$R_{CB} = \dfrac{1}{\frac{1}{R(4-x)} + \frac{1}{R(x) + R(10)}}$; $R(10) = 10$ Ом

$R(x) = x$ Ом

$R(4-x) = 4 - x$ Ом

$R(6) = 6$ Ом

$R_{AD} = \dfrac{1}{\frac{1}{R(x)} + \frac{1}{R(6) + R(4-x)}}$;

$R_1 = \dfrac{1}{\frac{1}{4-x} + \frac{1}{x+10}} + \dfrac{1}{\frac{1}{x} + \frac{1}{10-x}} = \dfrac{(4-x)(x+10)}{x+10+4-x} + \dfrac{(10-x)\cdot x}{10-x+x} =$

$= \dfrac{(4-x)(x+10)}{14} + \dfrac{x(10-x)}{10} = \dfrac{5(4-x)(x+10) + 7x(10-x)}{70} =$

$= \dfrac{5(4x+40-x^2-10x) + 70x - 7x^2}{70} = \dfrac{20x + 200 - 5x^2 - 50x + 70x - 7x^2}{70}$

Продолжение задачи 5

$R_1 = \frac{-11x^2+140x+700}{70}$; $U = \frac{\mathcal{E}}{R_1}$; ~~U_1 минимален, если R_1 максим~~

~~R_1 макс при $x=$~~

2) После замыкания KM:

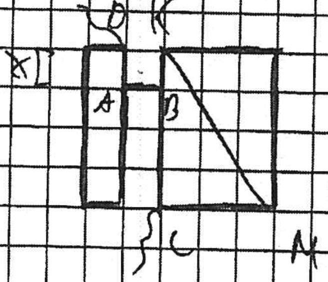
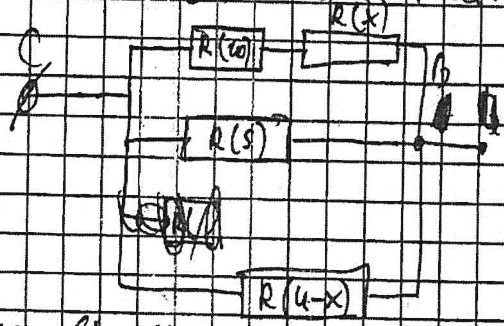
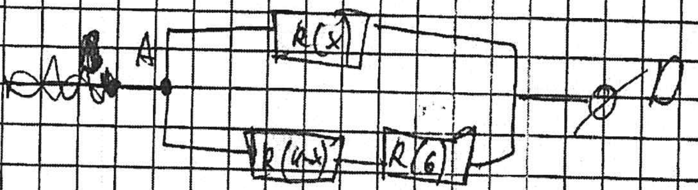


Схема эквивалентна:



В середине $R(5) = 5$ Ом, т.к. длина KM по т. Пифагора: $\sqrt{3^2+4^2} = 5$

продолжение схемы



$R_2 = R_{CB_2} + R_{AD_2}$;

$R_{AD_2} = R_{AD}$, т.к. участок схемы не поменялся; $R_{AD_2} = \frac{(10-x)\cdot x}{10}$

$R_{CB} = \frac{1}{\frac{1}{10+x}+\frac{1}{5}+\frac{1}{4-x}} = \frac{5(10+x)(4-x)}{5(4-x)+(10+x)(4-x)+5(10+x)} =$

$= \frac{5(40-10x+4x-x^2)}{20-5x+(40-10x+4x-x^2)+50+5x} = \frac{-5x^2-30x+1200}{110-6x-x^2}$

$R_2 = \frac{-5x^2-30x+1200}{110-6x-x^2} + \frac{x(10-x)}{10}$

Шифр

$y_1 = \frac{4}{k_1}$; $\cancel{y_2 = \frac{4}{k_2}}$

y_1 минимален при k_1 максимальном

$k_1(x) = -\frac{12}{70}x^2 + \frac{4}{7}x + \frac{20}{7}$ Исследуем функцию

$k_1'(x) = -\frac{12}{35}x + \frac{4}{7}$; $-\frac{12}{35}x + \frac{4}{7} = 0$,

$\frac{4}{7} = \frac{12}{35}x$; $x = \frac{4 \cdot 35}{7 \cdot 12}$; $x = \frac{5}{3}$ ч

$k_1\left(\frac{5}{3}\right) = \frac{5}{3}$ Ом ; $y_1 = \frac{4}{\frac{5}{3}} = \frac{3}{5}$ U

$y_2 = \frac{4}{k_2}$; y_2 минимален при k_2 максимальном

$k_2(x) = \frac{-5x^2 - 30x + 1200}{110 - 6x - x^2} + \frac{-x^2 + 10x}{10}$ Исследуем функцию

$k_2'(x) = \left(\frac{-5x^2 - 30x + 1200}{110 - 6x - x^2}\right)' + \left(\frac{-x^2 + 10x}{10}\right)'$ $\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u'v - v'u}{v^2}$

$\left(\frac{-x^2 + 10x}{10}\right)' = \left(-\frac{x^2}{10} + x\right)' = -\frac{1}{10} \cdot 2x + 1 = -\frac{1}{5}x + 1$

$\left(\frac{-5x^2 - 30x + 1200}{110 - 6x - x^2}\right)' = \frac{(-10x - 30)(110 - 6x - x^2) - (-6 - 2x)(-5x^2 - 30x + 1200)}{(110 - 6x - x^2)^2} =$

$= \frac{-1100x + 60x^2 + 10x^3 - 3300 + 180x + 30x^2 - (30x^2 + 180x - 7200 + 10x^3 + 60x^2 - 400x)}{(110 - 6x - x^2)^2} =$

Продолжение решения задачи 5

$$= \frac{\cancel{-1500x} - 1100x - 3300 - (-400x - 1100)}{(110-6x-x^2)^2} =$$

$$= \frac{-700x - 2100}{(110-6x-x^2)^2}$$

$$k_2'(x) = \frac{-700x-2100}{(110-6x-x^2)^2} + \frac{5-x}{5} = \frac{-3500x - 10500 + (5-x)(110-6x-x^2)^2}{(110-6x-x^2)^2}$$

$$\Leftrightarrow -3500x - 10500 + (5-x)(12100 - 1340x - 184x^2 + 12x^3 - x^4) = 0$$

$$\Leftrightarrow -3500x - 10500 + 60500 - 6600x - 920x^2 + 60x^3 - 5x^4 -$$
$$- 12100x + 1340x^2 - 184x^3 + 12x^4 - x^5 = 0$$
$$50000 - 22200x + 400x^2 - 124x^3 + 7x^4 - x^5 = 0$$

Некоторая точка $0 \le x_0 \le 4$ является экстремумом $k_2(x)$ (и корнем уравнения выше)

Тогда $U_2 = \frac{U}{k_2(x_0)}$

$\cancel{U_1 - U_2 = 0{,}4\,A}$ $U_1 - U_2 = 0{,}4\ A$

$$\frac{3}{5}U - \frac{U}{k_2(x_0)} = 0{,}4\ A \qquad U = \frac{2}{5\left(\frac{3}{5} - k_2(x_0)\right)} = \frac{2}{3 - 5k_2(x_0)}$$

Ответ: $U = \frac{2}{3 - 5k_2(x_0)}$ В. (К сожалению, по ходу решения много, скорее всего, были допущена арифметическая ошибка, не позволившая довести до числа ответ).

— 20б

Шифр

Дано:
$C = 9$ мкФ
$U_0 = 100$ В
$C_1 = 1$ мкФ

U_5 ?

Решение: Задача 2

В неподключённом состоянии $q_0 = CU_0$

$q_0 = 9 \cdot 10^{-4}$ Кл

0) После подключения:

$\begin{cases} q + q_1 = q_0 \\ \frac{q}{C} = \frac{q_1}{C_1} \end{cases}$ $q = \frac{C}{C_1} q_1$

$q_1\left(\frac{C}{C_1} + 1\right) = q_0$; $q_1 = \frac{q_0 \cdot C_1}{C + C_1}$ $q_1 = 9 \cdot 10^{-5}$ Кл

$q = 81 \cdot 10^{-5}$ Кл

~~После 1-ого переподключения:~~

$U_0 = \frac{q_1}{C_1}$; $U_0 = \frac{9 \cdot 10^{-5}}{1 \cdot 10^{-6}}$ Кл $= 90$ В — напряжение на конденсаторе.

1) После 1-ого переподкл.

~~сразу после~~

U_1 Напряжение установится когда на обкладке конд. заряд

$q_0 = |q - q_1| = 72 \cdot 10^{-5}$ Кл $U_1 = \frac{21 \cdot 10^{-5}\,Кл}{1 \cdot 10^{-6}} = 180$ В

2) При каждом следующем переподключении напряжение на C_1 будет увеличиваться на 90 В.

После 5 переподкл. $U_5 = 540$ В

Ответ: 540 В