ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА
ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

019959
Шифр

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	ФИЗИКА
2.	Вариант	
3.	Класс	11
4.	Фамилия	ПЕТЕРС
	Имя	НИКОЛАЙ
	Отчество	АЛЕКСАНДРОВИЧ
5.	Дата рождения	01 (Число) 08 (Месяц) 2002 (Год)
6.	Регион *(пр: Томская обл., Алтайский край)*	Кемеровская область
7.	Вид муниципального образования *(пр: село, город, пгт, деревня)*	город
8.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Асино)*	Кемерово
9.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	МБОУ „Лицей №23"

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 Петерс

Шифр 019959

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

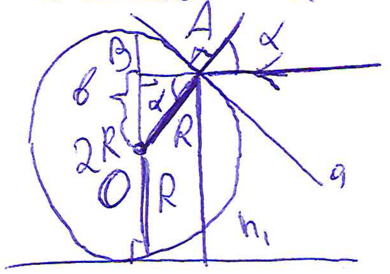
Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
85	14.3.20	Александров И.А	

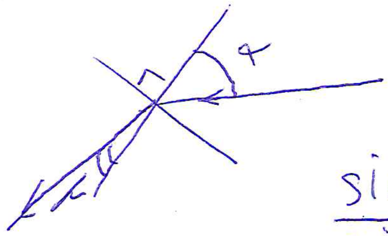
№1

1	2	3	4	5	
10	10	15	20	30	85

Дано:
$R = 0{,}1$ м
$h = 0{,}14$ м
$n = 1{,}5$
$\beta - ?$

Решение:





$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n$$

a – касательная

$b = h_1 - R$

из ΔOAB $\sin\alpha = \frac{b}{R} = \frac{h_1 - R}{R}$

$$\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n} = \frac{h_1 - R}{nR}$$

$$\beta = \arcsin\left(\frac{h_1 - R}{nR}\right)$$

$$\beta = \arcsin\left(\frac{0{,}14\text{м} - 0{,}1\text{м}}{1{,}5 \cdot 0{,}1\text{м}}\right) = \arcsin\left(\frac{4}{15}\right) \approx 15{,}5^\circ$$

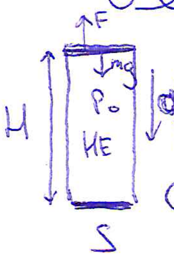
Ответ: $15{,}5^\circ$

10

№2

Дано: $i = 3$
$V_0 = 2 \cdot 10^{-3}$ м^3
$m = 10$ кг
$S = 2 \cdot 10^{-3}$ м^2
$P_0 = 10^4$ Па
$T_0 = 300$ K
$2a_2 = a_1$
$V_2 - ?$
$T_2 - ?$

Решение



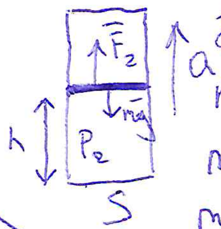
$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}$

$ma_1 = mg - F$

$F = P_0 S$

$$a_1 = \frac{mg - P_0 S}{m}$$

$V_0 = H \cdot S$



по второму закону Ньютона:

$m\vec{a} = \vec{F}_2 + m\vec{g}$

$ma_2 = F_2 - mg$ $F_2 = P_2 S$

$$\frac{mg - P_0 S}{2} = P_2 S - mg$$

$$P_2 = \frac{3mg - P_0 S}{2S}$$

для
обы

Шифр 019959

№2

~~Ко~~ т.к. сосуд неизолированный $\Rightarrow$ $Q=0$, то есть процесс адиабатически $\Rightarrow$ $PV^{\gamma}=\text{const}$

$$\gamma=\frac{C_p}{C_v}=\frac{\frac{i+2}{2}\cancel{R}}{\frac{i}{2}\cancel{R}}=\frac{i+2}{i}$$

He - одноатомный газ $\Rightarrow \gamma=\frac{5}{3}$

$$P_0\cdot V_0^{\frac{5}{3}}=P_2 V_2^{\frac{5}{3}} \qquad V=\left(\frac{P_0}{P}\right)^{\frac{3}{5}}\cdot V_0$$

$$V_2=\left(\frac{2SP_0}{3mg-P_0S}\right)^{\frac{3}{5}}\cdot V_0 \qquad V_2=\left(\frac{2\cdot 2\cdot 10^{-3}\,м^2\cdot 10^4\,Па}{3\cdot 10кг\cdot 10м/с^2-10^4Па\cdot 2\cdot 10^{-3}м^2}\right)^{\frac{3}{5}}\cdot 2\cdot 10^{-3}м^3=$$

$$=6{,}2\cdot 10^{-4}\,м^3$$

по уравнению Менделеева-Клапейрона

$$P_2V_2=\nu RT_2$$
$$P_0V_0=\nu RT_0 \qquad T_2=\frac{P_2}{P_0}\cdot\frac{V_2}{V_0}\cdot T_0 \qquad P_2=\frac{3\cdot 10кг\cdot 10м/с^2-10^4Па\cdot 2\cdot 10^{-3}}{2\cdot 2\cdot 10^{-3}м^2}=7\cdot 10^4\,Па$$

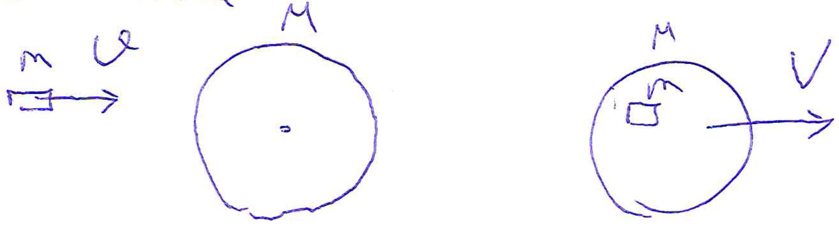
$$T_2=\frac{7\cdot 10^4\,Па}{10^4\,Па}\cdot\frac{6{,}2\cdot 10^{-4}\,м^3}{2\cdot 10^{-3}\,м^3}\cdot 300K=651\,^\circ K$$

Ответ: $V_2=6{,}2\cdot 10^{-4}\,м^3$?; $T_2=651\,^\circ K$?

№3

Дано
m υ M
Δt = MAX
$\frac{m}{M}$ - ?

Решение



по закону сохранения импульсов

$$m\upsilon=(m+M)V \qquad V=\frac{m\upsilon}{m+M}$$

по закону сохранения энергии

$$\frac{m\upsilon^2}{2}=Q+\frac{(m+M)V^2}{2}=Q+\frac{m^2\upsilon^2}{2(m+M)}$$

для
обы

Шифр 019959

№3.

$$Q = C(m+M)\Delta t$$

$$Q = \frac{m\upsilon^2}{2} - \frac{m^2\upsilon^2}{2(m+M)}$$

$$2C(m+M)\Delta t = \frac{m\upsilon^2}{\cancel{2}} - \frac{m^2\upsilon^2}{(m+M)} \quad \Big| \cdot (m+M)$$

$$2C(m+M)^2\Delta t = m(m+M)\upsilon^2 - m^2\upsilon^2 \quad \Big| : m^2$$

$$2C\left(\frac{m+M}{m}\right)^2\Delta t = \frac{m+M}{m}\upsilon^2 - \upsilon^2$$

Пусть $\frac{m+M}{m} = k$

$$2Ck^2\Delta t = \upsilon^2(k-1)$$

$$\Delta t = \frac{\upsilon^2}{2C} \cdot \frac{k-1}{k^2}$$

Возьмем производную по k и найдем экстремум $\quad \frac{\upsilon^2}{2C} = const$

$$\frac{dt}{dk} = \frac{\upsilon^2}{2C}\left(\frac{k^2 - 2k(k-1)}{k^4}\right) = 0$$

$$\frac{2k-k^2}{k^4} = 0 \qquad \frac{2-k}{k^3} = 0 \qquad k = 2$$

$+ \quad 2 \quad -$

$k=2$ – точка максимума => Δt при $k=2$ – максимальн

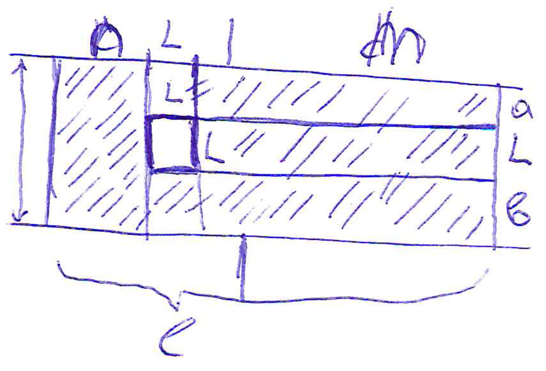
$$\frac{m+M}{m} = 2 \qquad \frac{M}{m} = 1$$

Ответ: $\frac{M}{m} = 1$.

№4

Дано:
ε, S, d, L
$L < d$
$C - ?$

Решение



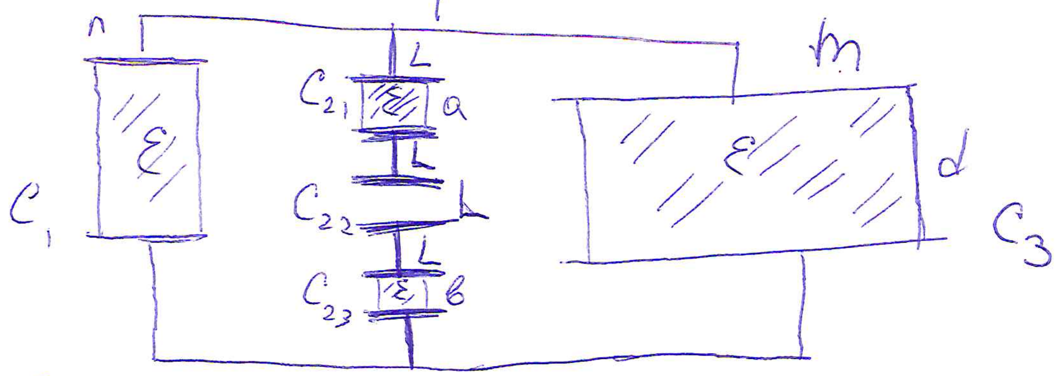
$a + L + m = l$

$a + L + b = d$

для
обы

Шифр 019959

№4



Обозначим ширину пластин за h, тогда $nh+Lh+mh=S$ $\quad h=\frac{S}{l}$

$S_1=nh \quad S_2=Lh \quad S_3=mh$

$S_1=\frac{nS}{l} \quad S_2=\frac{LS}{l} \quad S_3\ \frac{mS}{l}$

$C=C_1+C_2+C_3$

$\frac{1}{C_2}=\frac{1}{C_{21}}+\frac{1}{C_{22}}+\frac{1}{C_{23}} \qquad C_2=\frac{C_{21}C_{23}C_{22}}{C_{21}C_{22}+C_{23}C_{22}+C_{21}C_{23}}$

$C_1=\frac{\varepsilon\varepsilon_0\cdot nS}{ld} \qquad C_3=\frac{\varepsilon\varepsilon_0\cdot mS}{ld} \qquad C_1+C_3=\frac{\varepsilon\varepsilon_0\cdot S(n+m)}{ld}$

$C_{21}=\frac{\varepsilon\varepsilon_0\cdot SL}{la} \qquad C_{22}=\frac{\varepsilon_0 S}{l} \qquad C_{23}=\frac{\varepsilon\varepsilon_0 SL}{lb}$

$$C_2=\frac{\frac{\varepsilon^2\cdot\varepsilon_0^3\cdot S^3\cdot L^2}{l^3\cdot ab}}{\frac{\varepsilon\cdot\varepsilon_0^2\cdot S^2\cdot L}{l^2 a}+\frac{\varepsilon\,\varepsilon_0^2\,S^2 L}{l^2 b}+\frac{\varepsilon^2\cdot\varepsilon_0^2\cdot S^2\cdot L^2}{l^2 ab}}=\frac{\varepsilon\varepsilon_0 SL}{lab\left(\frac{1}{a}+\frac{1}{b}+\frac{\varepsilon L}{ab}\right)}=$$

$$=\frac{\varepsilon\varepsilon_0 SL}{l(a+b+\varepsilon L)}=\frac{\varepsilon\varepsilon_0 SL}{l(d+(\varepsilon-1)L)}$$

$$C=\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S(n+m)}{ld}+\frac{\varepsilon\varepsilon_0 SL}{l(d+(\varepsilon-1)L)}=\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{l}\left(\frac{n+m}{d}+\frac{L}{d+(\varepsilon-1)L}\right)=$$

$$=\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{l}\left(\frac{l-L}{d}+\frac{L}{d+(\varepsilon-1)L}\right)=\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{l}\left(\frac{l(d+(\varepsilon-1)L)-(\varepsilon-1)L^2}{d(d+(\varepsilon-1)L)}\right)$$

Т.к. емкость кубическая, то $h=L=\frac{S}{l}$

$l=\frac{S}{L} \qquad C=\varepsilon\varepsilon_0 L\left(\frac{\frac{S(d+(\varepsilon-1)L)}{L}-(\varepsilon-1)L^2}{d(d+(\varepsilon-1)L)}\right)$

Шифр 19959

№4

$$C=\frac{\varepsilon\varepsilon_0}{d}\left(S-\frac{(\varepsilon-1)L^3}{d(d+(\varepsilon-1)L)}\right)$$

Ответ: $C=\frac{\varepsilon\varepsilon_0}{d}\left(S-\frac{(\varepsilon-1)L^3}{d(d+(\varepsilon-1)L)}\right)$?

20

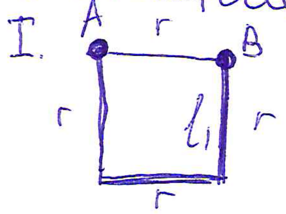
№5

Дано:
$R_1=R_2$

$\frac{S_1}{S_2}-?$

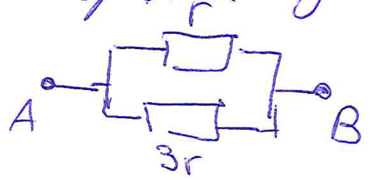
Решение:

I.



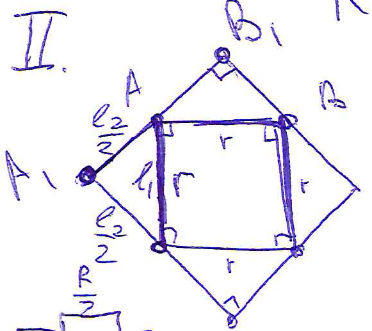
Обозначим сопротивление одной стороны за r

$r=\rho\frac{l_1}{S_1}$



$$R_1=\frac{r\cdot 3r}{3r+r}=\frac{3}{4}r$$

II.



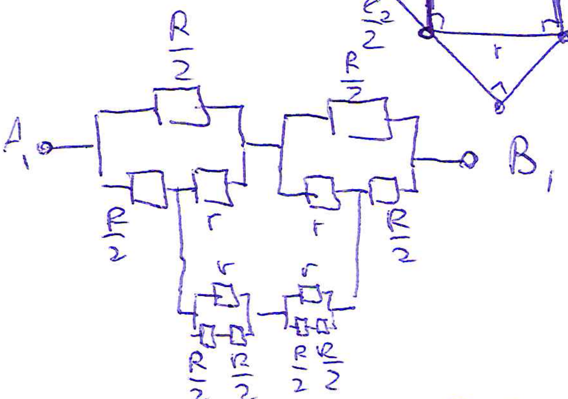
Из рисунка видно, что $AA_1=AB_1$

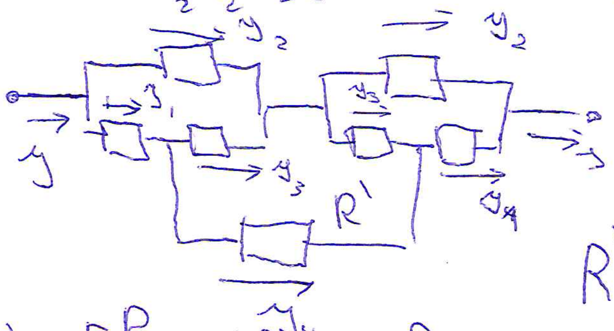
Пусть сопротивление $AB_1=R$

$R=\rho\frac{l_2}{S_2}$ $\quad l_2=l_1\sqrt{2}$ $\quad \frac{l_2^2}{2}=l_1^2$ из треугольников

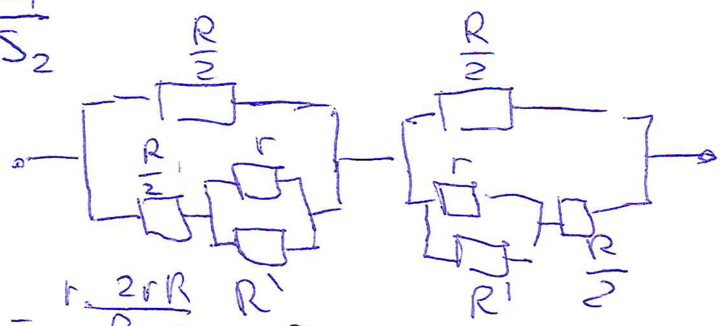
$R=\rho\cdot\frac{l_1\sqrt{2}}{S_2}=r\sqrt{2}\frac{S_1}{S_2}$

$\frac{R}{r\sqrt{2}}=\frac{S_1}{S_2}$





$\Rightarrow$



$$R'=\frac{rR}{R+r}+\frac{rR}{R+r}=2\frac{rR}{R+r}$$

$$R''=\frac{r\cdot R'}{r+R'}=\frac{r\cdot\frac{2rR}{R+r}}{r+\frac{2rR}{R+r}}=\frac{2Rr}{3R+r}$$

$$R''=\frac{R}{2}+\frac{2Rr}{3R+r}=\frac{5Rr+3R^2}{2(3R+r)}$$

$$R_2=2\cdot\left(\frac{\frac{R}{2}\cdot\frac{5Rr+3R^2}{2(3R+r)}}{5Rr+3R^2+R}\right)=\frac{R(5r+3R)}{6(R+r)}$$

Шифр 19959

№5

$R_2 = R_1$

$$\frac{3}{4}r = \frac{R(5r+3R)}{6(R+r)}$$

$18r(R+r) = 20Rr + 12R^2$

$12R^2 - 2rR - 18r^2 = 0 \quad | : r^2$

$12\left(\frac{R}{r}\right)^2 - 2\frac{R}{r} - 18 = 0 \qquad \frac{R}{r} = k$

$12k^2 - 2k - 18 = 0$

$D = 4 + 18 \cdot 4 \cdot 12 = 868$

$k_1 = \frac{2+\sqrt{868}}{24}$

$k_2 = \frac{2-\sqrt{868}}{24} < 0$ – не подходит

$k = \sqrt{2} \cdot \frac{S_1}{S_2} \qquad \frac{S_1}{S_2} = \frac{k}{\sqrt{2}} \qquad \frac{S_1}{S_2} = \frac{2+\sqrt{868}}{24\sqrt{2}} = 0,93$

Ответ: $\frac{S_1}{S_2} = 0,93$.

30