ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

020654

Шифр

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	Физика
2.	Вариант	
3.	Класс	11
4.	Фамилия	ВОЛОКИТИН
	Имя	МИРОСЛАВ
	Отчество	СЕРГЕЕВИЧ
5.	Дата рождения	Число: 11; Месяц: 10; Год: 2002
6.	Регион *(пр: Томская обл., Алтайский край)*	Алтайский край
7.	Вид муниципального образования *(пр: село, город, пгт, деревня)*	город
8.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Асино)*	Барнаул
9.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	КГБОУ „АКПЛ" (Алтайский краевой педагогический лицей-интернат)

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

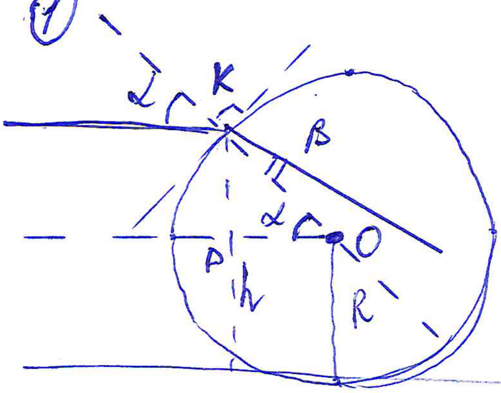
Личная подпись ____________

Шифр 020654

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
66	19.03.2020	Дорошкевич АА	

1)



Дано: $R=0{,}1\,м$; $h=0{,}14\,м$; $n=\frac{3}{2}$

Найти: β

По закону преломления:

$$\sin\beta = n\sin\alpha$$

Найдем $\sin\alpha$ из $\triangle OKP$:

$$\sin\alpha=\frac{KP}{OK}$$

$$\sin\alpha=\frac{h-R}{R} \qquad \sin\beta=n\cdot\frac{h-R}{R}$$

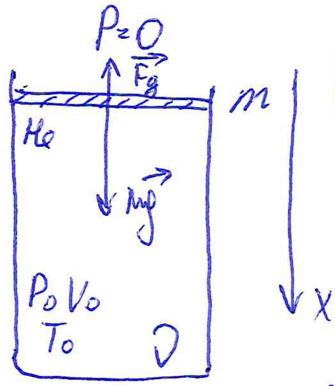
$$\beta=\arcsin\left(n\cdot\frac{h-R}{R}\right)$$

$$\beta=\arcsin\left(\frac{3}{2}\cdot\frac{0{,}14-0{,}1}{0{,}1}\right)=\arcsin\left(\frac{0{,}12}{0{,}2}\right)$$

$$\beta=\arcsin(0{,}6)$$

Ответ: $\arcsin\left(\frac{6}{10}\right)$

2)



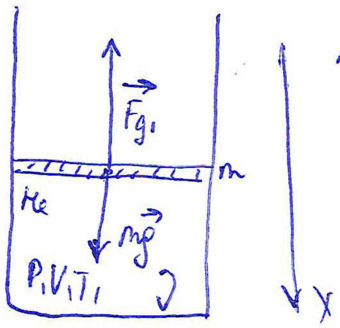
Дано: $m=10\,кг$; $P_0=10\,кПа$; $S=20\,см^2$; $V_0=2\,л$; $T_0=300\,K$

Найти: P_1; V_1 (когда $\frac{a_1}{a_0}=\frac{1}{2}$)

II-ой з. Ньютона для начального положения:

$$ma_0=mg-P_0S$$

$$a_0=g-\frac{P_0S}{m}$$



1	2	3	4	5	Σ
5	11	5	30	15	66

Шифр 020654

II-ой закон Ньютона для конечного момента:

$$-ma_1 = mg - P_1 S$$

$$a_1 = \frac{P_1 S}{m} - g \quad \text{т.к. } |a_1| = \frac{|a_0|}{2} \text{ (по условию), то}$$

$$\frac{2P_1 S}{m} - 2g = g - \frac{P_0 S}{m}$$

$$\frac{2P_1 S}{m} = 3g - \frac{P_0 S}{m}$$

$$P_1 = \frac{3mg}{2S} - \frac{P_0}{2} \qquad P_1 = \frac{3\cdot 10\cdot 10}{2\cdot 10^{-3}\cdot 2} - \frac{10^4}{2} = \frac{3}{4}\cdot 10^5 - \frac{10^4}{2} = 7\cdot 10^4 \text{ Па}$$

Запишем ур. Менделеева-Клапейрона:

$$\begin{cases} P_0 V_0 = \nu R T_0 \qquad P_0 \\ P_1 V_1 = \nu R T_1 \\ \Delta U = -A \text{ (т.к. сосуд теплоизолирован)} \end{cases}$$

$$A = mg\frac{V_0 - V_1}{S}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_0)$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2}\nu R T_1 - \frac{3}{2}\nu R T_0 = -mg\frac{V_0 - V_1}{S}$$

$$\frac{3}{2}P_1 V_1 - \frac{3}{2}P_0 V_0 = -mg\frac{(V_0 - V_1)}{S}$$

$$3SP_1V_1 - 3SP_0V_0 = -mg2V_0 + mg2V_1$$

$$V_1(3SP_1 - mg2) = -2mgV_0 + 3SP_0V_0$$

$$V_1 = \frac{3SP_0 - 2mg}{3SP_1 - 2mg}\cdot V_0$$

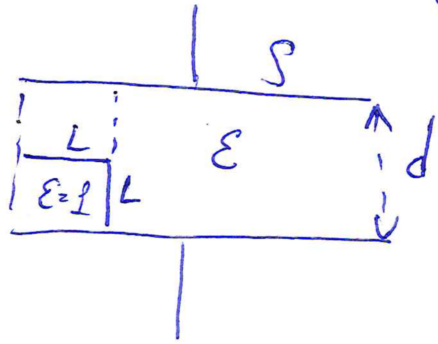
$$V_1 = \frac{3\cdot 2\cdot 10^{-3}\cdot 10^4 - 2\cdot 10\cdot 10}{3\cdot 2\cdot 10^{-3}\cdot 7\cdot 10^4 - 2\cdot 100}\cdot 2\cdot 10^{-3} \approx 1{,}27\cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Ответ: $P_1 = 7\cdot 10^4$ Па; $V_1 = 1{,}27\cdot 10^{-3}$ м

для
бы

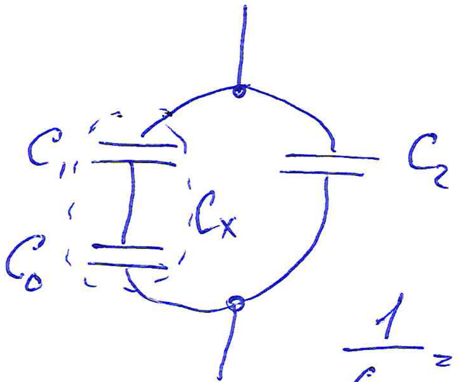
Шифр 020654

④ Дано: S d L ε $L<d$



Найти: C.

Представим такой конденсатор в виде цепи из нескольких конденсаторов:



$$C_1 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}{d-L} \quad C_2 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 (S-L^2)}{d}$$

$$C_0 = \frac{\varepsilon_0 L^2}{L} = \varepsilon_0 L$$

$$\frac{1}{C_x} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_0}$$

$$\frac{1}{C_x} = \frac{C_0+C_1}{C_1C_0}$$

$$C_x = \frac{C_1C_0}{C_0+C_1} = \frac{\frac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}{d-L}\cdot\varepsilon_0 L}{\frac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}{d-L}+\varepsilon_0 L} = \frac{\frac{\varepsilon\varepsilon_0^2 L^3}{\cancel{d-L}}}{\frac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2+\varepsilon_0 L(d-L)}{\cancel{d-L}}}$$

$$C_x = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}{\varepsilon L + d - L}$$

$$C = C_x + C_2 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 L}{d+L(\varepsilon-1)} + \frac{\varepsilon\varepsilon_0(S-L^2)}{d} = \varepsilon\varepsilon_0\left(\frac{Ld+(S-L^2)(d+L(\varepsilon-1))}{d^2+Ld(\varepsilon-1)}\right)$$

$$\cancel{C = \varepsilon\varepsilon_0\left(\frac{Ld+Sd+SL(\varepsilon-1)-dL^2-L^3(\varepsilon-1)}{d^2+Ld(\varepsilon-1)}\right) = \varepsilon\varepsilon_0}$$

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

для
бы

Шифр 020655

③ Дано: m, ϑ, M. Найти: $\frac{m}{M}$ (чтобы Δt - max) $\frac{m}{M} = k$

Запишем ЗСЭ и ЗСИ:

$$\begin{cases} m\vartheta^2 = (m+M)\vartheta_k^2 + Q \\ m\vartheta = (m+M)\vartheta_k \end{cases}$$

Δt максимально тогда, когда Q максимально.

$$\vartheta_k = \frac{m\vartheta}{m+M}$$

$$\begin{cases} m(\vartheta^2 - \vartheta_k^2) = M\vartheta_k^2 + Q \\ m(\vartheta - \vartheta_k) = M\vartheta_k \end{cases}$$

разделим верхнее на нижнее

$$\vartheta + \vartheta_k = \frac{M\vartheta_k^2 + Q}{M\vartheta_k}$$

$$M\vartheta_k\vartheta + \cancel{M\vartheta_k^2} = \cancel{M\vartheta_k^2} + Q$$

$$Q = M\vartheta\vartheta_k = M\vartheta \cdot \frac{m\vartheta}{m+M} = \frac{Mm\vartheta^2}{m+M}$$

~~Возьмем производную по M~~

$$\cancel{Q' = \frac{m\vartheta^2(m+M) - 1(Mm\vartheta^2)}{Mm\vartheta^2(m+M)} = \frac{m^2\vartheta^2 + mM\vartheta^2 - Mm\vartheta^2}{Mm\vartheta^2(m+M)} = 0}$$

$$\cancel{m^2 + mM - Mm = 0}$$

$$\cancel{m^2 = 0}$$

$$Q = \frac{M \cdot kM\vartheta^2}{M(k+1)} = \frac{kM\vartheta^2}{k+1}$$

Возьмем производную по k

$$Q' = \frac{M\vartheta^2(k+1) + kM\vartheta^2}{(k+1)Mk\vartheta^2} = 0$$

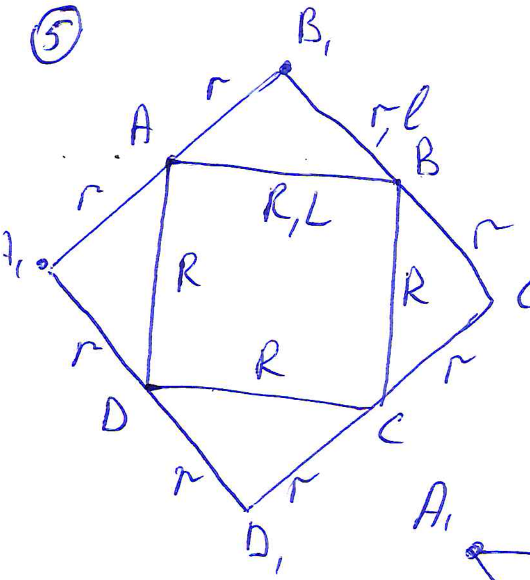
$$Mk + M + Mk = 0$$

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

Ответ: $k = -\frac{1}{2}$

Шифр 20654

(5)



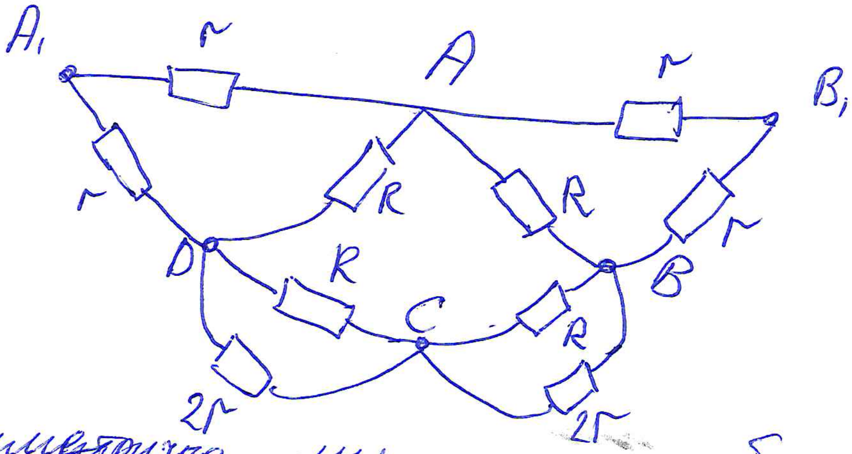
Дано: $R_{AB} = R_{A_1B_1}$

Найти: $\frac{S}{K}$ (проволока с попереч. с. K имеет сопр. r)

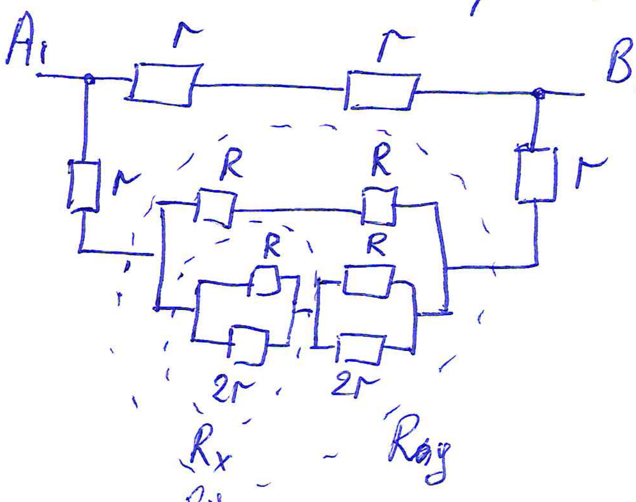
Решение:

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{3R} \qquad R = \rho\frac{l}{S}$$

$$R_{AB} = \frac{3}{4}R \qquad l = L\cdot\sqrt{2}$$



Так как цепь симметрична мы можем преобразовать точку A



$$\frac{1}{R_x} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2r} \qquad \frac{1}{R_y} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R_x}$$

$$\frac{1}{R_x} = \frac{2r+R}{2Rr} \qquad R_y = \frac{4RR_x}{R_x+R}$$

$$R_x = \frac{2Rr}{2r+R} \qquad R_y = \frac{\frac{8R^2r}{2r+R}}{\frac{2Rr}{2r+R}+R} = \frac{8R^2r}{2Rr+R(2r+R)}$$

$$R_y = \frac{8Rr}{4r+R}$$

$$\frac{1}{R_{A_1B_1}} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{2r+R_y}$$

$$\frac{1}{R_{A_1B_1}} = \frac{2r+R_y+2r}{2r(2r+R_y)} \qquad R_{A_1B_1} = \frac{4r^2+2R_yr}{4r+R_y\cdot 2r}$$

Продолжение задачи №5. Шифр 20654

$$R_{A_1B_1} = \frac{4r^2 + \frac{16Rr^2}{4r+R}}{4r + \frac{16Rr^2}{4r+R}} = \frac{4r^2(4r+R)+16Rr^2}{4r(4r+R)+16Rr^2} = \frac{16r^3+4Rr^2+16Rr^2}{16r^2+4Rr+16Rr^2} =$$

$$= \frac{16r^2+4Rr+16Rr}{16r^2+4R+16Rr} = \frac{4r^2+5Rr}{4r^2+R+4Rr}$$

$$\frac{4r^2+5Rr}{4r^2+R+4Rr} = \frac{3}{4}R$$

$$12Rr^2+3R^2+12R^2r = 16r^2+20Rr$$

$$3R^2+12R^2r+12Rr^2-20Rr-16r^2=0$$

$$(3+12r)R^2+(12r^2-20r)R-16r^2=0$$

$$D = 144r^4 - 480r^3 + 400r^2 - 4\cdot(-16r^2)\cdot(3+12r) =$$

$$= 144r^4 + 288r^3 + 592r^2$$

$$R = \frac{(20r-12r^2)\cdot r\sqrt{144r^2+288r+592}}{6+24r}$$