020745

Шифр

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

заключительного этапа

1.	Предмет	ФИЗИКА
2.	Вариант	
3.	Класс	11
4.	Фамилия	АРГЫЛОВА
	Имя	АННА
	Отчество	НЮРГУНОВНА
5.	Дата рождения	24 (Число) 06 (Месяц) 2002 (Год)
6.	Регион *(пр: Томская обл., Алтайский край)*	республика Саха (Якутия)
7.	Вид муниципального образования *(пр: село, город, пгт, деревня)*	город
8.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Асино)*	Якутск
9.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	ГБНОУ РС(Я) "Республиканский 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 Арг

Шифр 020745

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
71	16.3.20	Александров И.А	[illegible]

N4

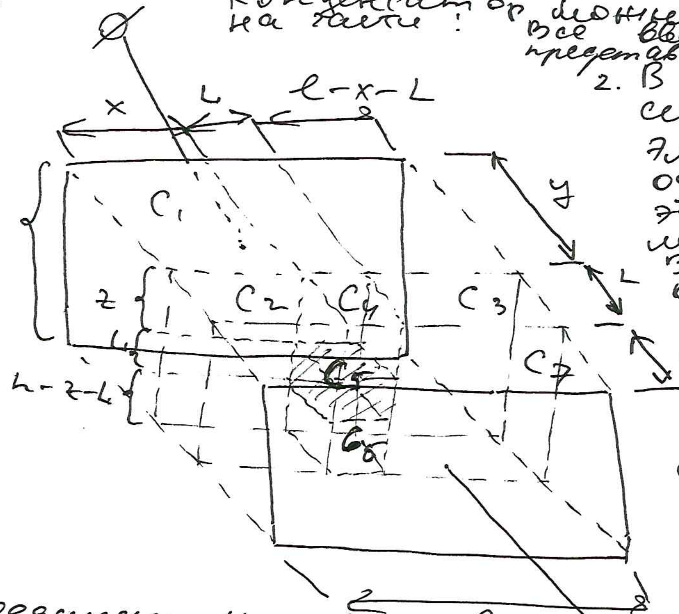
1	2	3	4	5	
10	10	15	18	18	71

Дано:
S
d
ε
$L\ (L<d)$

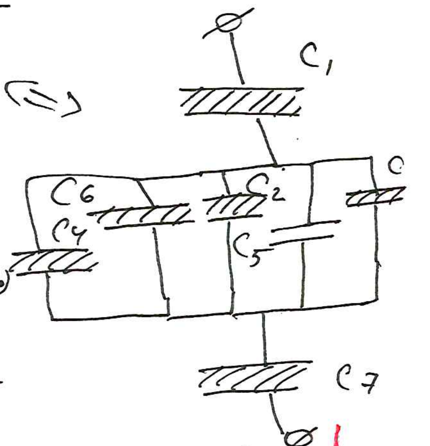
$C - ?$

Решение:

1. Конденсатор можно разделить на части: все вводимые обозначения представлены на рисунке.



2. В силу того, что силовые линии электр. поля однородно, то этот конденсатор можно представить в виде соединения конденсаторов:



Общая ёмкость C при ~~11-о~~ последов-м соединении
$\Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$
Общая ёмкость C при ~~последов~~ паралл.-м соед-ии:
$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

3. C_6, C_2, C_3, C_4 соединены 11-о! (11-о = параллельно)
Их общая ёмкость =:

$$C_6+C_2+C_3+C_4 = \varepsilon_0\varepsilon\left[\left(\frac{S\cancel{x}/l}{L} + \frac{S(l-\cancel{x}-L)/l}{L}\right) + \frac{SL/hl}{L}\cdot(\cancel{z}+h-\cancel{z}-L)\right] = \frac{\varepsilon_0\varepsilon S}{l}\cdot\left(\frac{l-L}{L}+\frac{h-L}{h}\right) =$$

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

Заметим, что $S = h\cdot l$ тогда:

4. $C_6+C_2+C_3+C_4 = \frac{\varepsilon_0\varepsilon S(S-L^2)}{lh\,L} = \frac{\varepsilon_0\varepsilon(S-L^2)}{L}$

C_5 – ёмкость куба со стороной L:
$C_5 = \frac{\varepsilon_0 L^2}{L}$

Он соединён 11-о с $(C_6+C_2+C_3+C_4)$:
Их общая ёмкость C_8:

6. $C_8 = (C_6+C_2+C_3+C_4) + C_5 = \frac{\varepsilon_0}{L}(\varepsilon S - \varepsilon L^2 + L^2) = \frac{\varepsilon_0}{L}(\varepsilon S - (\varepsilon-1)L^2)$

C_8, и C_1, и C_7 соединены послед-но, тогда C:

7. $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_8} + \left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_7}\right) = \frac{L\,\varepsilon S}{\varepsilon_0(\varepsilon S-(\varepsilon-1)L^2)} + \frac{\cancel{y}+d-\cancel{y}-L\,(\varepsilon S-(\varepsilon-1)L^2)}{\varepsilon\varepsilon_0 S} =$

$$= \frac{\cancel{L\varepsilon S} + \varepsilon S d - (\varepsilon-1)L^2 d - \cancel{L\varepsilon S} + (\varepsilon-1)L^3}{\varepsilon\varepsilon_0 S(\varepsilon S-(\varepsilon-1)L^2)} = \frac{d\left(\varepsilon S - (\varepsilon-1)L^2 + (\varepsilon-1)\frac{L^3}{d}\right)}{\varepsilon\varepsilon_0 S(\varepsilon S-(\varepsilon-1)L^2)}$$

$$C = \frac{\varepsilon_0\varepsilon S(\varepsilon S-(\varepsilon-1)L^2)}{d(\varepsilon S-(\varepsilon-1)L^2+(\varepsilon-1)^2 L)} \ne \cancel{\frac{\varepsilon_0\varepsilon S}{d}\left(1-\frac{(\varepsilon-1)L^3}{\dots}\right)}$$

34

Шифр 020745

Ответ: $C = \dfrac{\varepsilon_0 \varepsilon S(\varepsilon S - (\varepsilon-1)L^2)}{d(\varepsilon S - (\varepsilon-1)L^2 + (\varepsilon-1)L^3/d)}$?

№5.

Дано:

$R_{AB} = R_{A_1B_1}$,

$ABCD$ – квадрат

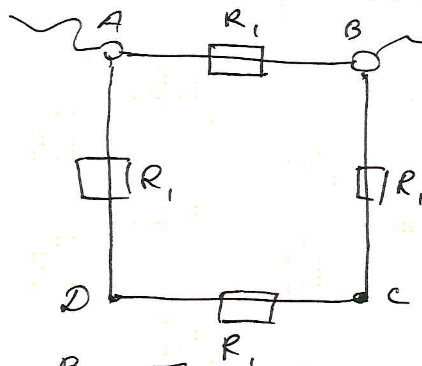
$A_1B_1C_1D_1$ – квадрат

$\frac{S_1}{S_2}$ – ?

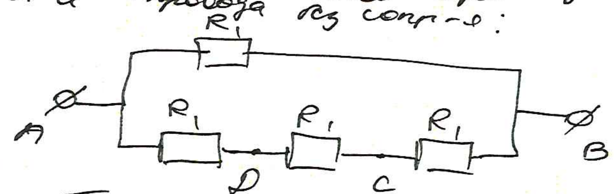
Решение:

1. Пусть площадь сечения проволоки $ABCD = S_1$, а у $A_1B_1C_1D_1 = S_2$, назовем R_1 – сопротивление проводов AB, BC, CD, DA (они равны, т.к. $\rho_{AB} = \rho_{BC} = \rho_{CD} = \rho_{DA}$; $AB = BC = CD = DA$; S_1) и R_2 – сопротивление проводов A_1B_1, B_1C_1, C_1D_1, D_1A (аналогично, они все равны) 2. Заменим сопротивление проводов на резисторы и провода без сопр-я:

1)



$\Leftrightarrow$

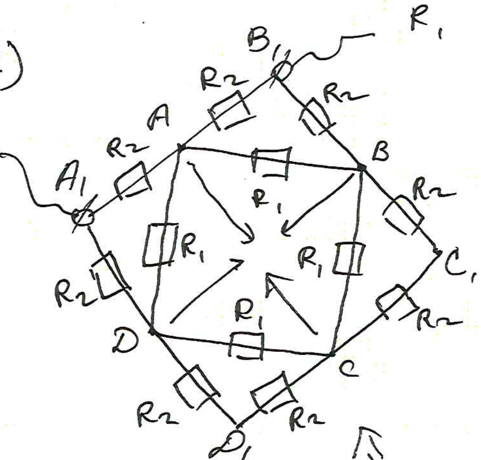


3. Т.к. ~~$\varphi_A - \varphi_B$~~ R_1 на нижней части соединены последовательно, то их общее $R_{13} = 3R$.

Т.к. R_{13} и R_1 соед-ны ∥-о, то $\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{13}} = \frac{4}{3R_1}$

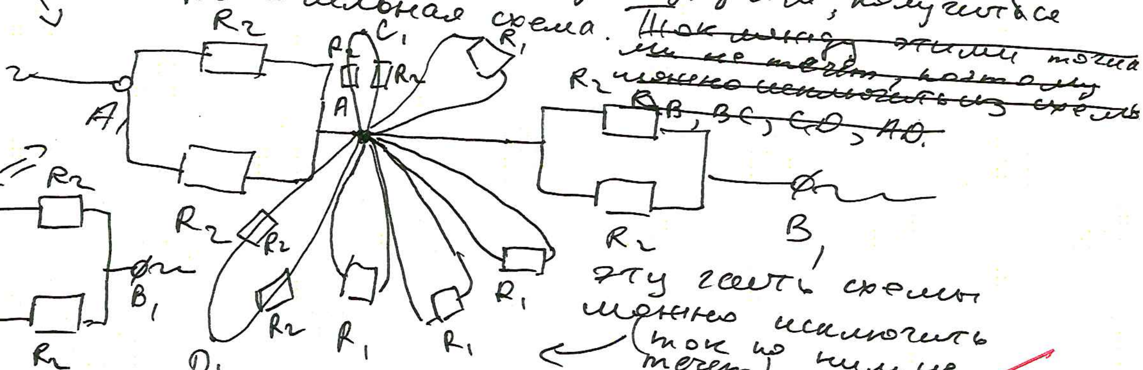
$R_{AB} = \frac{3}{4}R_1 = \frac{3}{4}\rho\frac{AB}{S_1}$

4. 2)

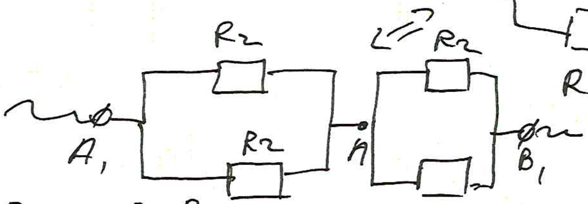


В силу симметрии относительно оси AC $\varphi_A = \varphi_C$. Также, ~~т.к. $AB_1 = B_1B$~~ в силу закона сохранения заряда $\varphi_A = \varphi_B$, $\varphi_A = \varphi_D$.

$\Rightarrow \varphi_A = \varphi_C = \varphi_B = \varphi_D$. Тогда можно эти точки соединить друг с другом, получится равносильная схема. ~~Ток между этими точка ми не течет, поэтому можно исключить из схемы AB, BC, CD, AD.~~



эту часть схемы можно исключить (ток по ним не течет).



$R_{A_1A} = \frac{R_2R_2}{2R_2} = \frac{R_2}{2}$ (соединены ∥-о)

$R_{AB_1} = \frac{R_2R_2}{2R_2} = \frac{R_2}{2}$ (соединены ∥-о)

$R_{A_1B_1} = R_{A_1A} + R_{AB_1} = R_2$ (соединены послед-но) $= \rho\frac{A_1A}{S_2}$.

По условию $A_1A\cdot\sqrt{2} = AB \Rightarrow R_{A_1B_1} = \rho\frac{AB}{S_2}\cdot\frac{1}{\sqrt{2}}$.

По условию $R_{A_1B_1} = R_{AB}$:

$\frac{\cancel{\rho}\cdot\cancel{AB}}{S_2}\cdot\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{3}{4}\frac{\cancel{\rho}\cdot\cancel{AB}}{S_1}$

$\frac{S_1}{S_2} = \frac{3\sqrt{2}}{4}$

Ответ: $\frac{S_1}{\ } = 3\sqrt{2}$?

18

Шифр 020745

N3.

Дано:

(m – масса пули)

(M – масса шара)

$v_{пули} = v$

$v_{шара} = 0$.

$\Delta t = max$

$n = \frac{m}{M}$ – ?

Решение:

1) $m, \vec{v}$ ... $\vec{M}, \vec{v} = \vec{0}$

По условию лобовое столкновение – столкновение центрами.

2) 0 ... x ... $\vec{u}$, $(M+m)$

По II з-ну Ньютона: (~~импульс~~ 3СИ)

$\vec{p_1} + \vec{p_2} = \vec{p_3}$

$m\vec{v} + M\cdot\vec{0} = (M+m)\cdot\vec{u}$.

ox: $mv = (M+m)\cdot u$.

$\frac{m}{m+M}\cdot v = u. = \frac{m/M}{m/M + 1}\cdot v = \frac{n}{n+1}\cdot v$

по з-ну сохр-я энергии: удар неупругий.

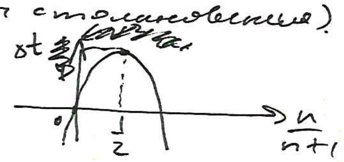
$\frac{mv^2}{2} = Q + \frac{(M+m)u^2}{2} = (m+M)c\,\Delta t + \frac{(M+m)u^2}{2}$ $\;|:(m+M)\cdot c \neq 0$.

сделаны из одного материала соот-но их удельная тепл. $= c$!

$\frac{1}{2c}\left(\frac{n}{n+1}\cdot v^2 - u^2\right) = \Delta t = \frac{1}{2}\cdot v^2\left(\frac{n}{n+1} - \left(\frac{n}{n+1}\right)^2\right)$

$\Delta t\left(\frac{n}{n+1}\right) = \frac{v^2}{2c}\cdot\left[\left(\frac{n}{n+1}\right) - \left(\frac{n}{n+1}\right)^2\right]$ $v^2 \neq 0$ (по условию, иначе не было бы столкновения)

уравнение параболы!



Δt_{max} на вершине параболы в $\Delta t\left(\frac{n}{n+1}\right)$;

вершина находится на $\frac{n}{n+1} = \frac{1}{2}$.

$\Rightarrow$ ~~$\frac{n}{n+1}$~~ Можно это доказать через $\Delta t'\left(\frac{n}{n+1}\right) = 0$ – будет единств.-ый экстремум и это по графику, ее-но max Δt.

$\Delta t'\left(\frac{n}{n+1}\right) = 0$

$\left(\frac{v^2}{2c}\right)\left(1 - 2\left(\frac{n}{n+1}\right)\right) = 0$.

x_0

$\frac{n}{n+1} = \frac{1}{2}$

$2n = n+1$

$n = 1 = \frac{m}{M}$

примечание:

$Q = mc\Delta t_1 + Mc\Delta t_2$ по идее, но считая, что $\Delta t_1 = |t - t_1|$, $\Delta t_2 = |t - t_2|$, мы находим Δt (max), т.е. будем считать, что $t_1 - t_2$ пренебрежимо мало ~~таким образом~~, $\Delta t_1 \simeq \Delta t_2 = \Delta t_{max}$, поэтому $Q = mc\Delta t + Mc\Delta t = (m+M)c\Delta t$.

Ответ: $\frac{m}{M} = n = 1$

15

N2

Дано:	С.И.
$m = 10$ кг	
$V_0 = 2$ л	$2\cdot10^{-3}$ м^3
$S = 20$ см^2	$2\cdot10^{-3}$ м^2
$p_0 = 10$ кПа	10^4 Па
$T_0 = 300$ К.	
теплоизолир.-ый цилиндр	
V_1 – ?	
T_1 – ?	

Решение:

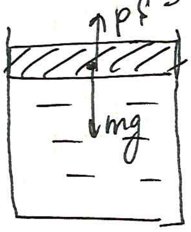
~~Т.к. поршень движется ускоренно, то газ находится в равновесном состоянии может~~ ~~только при в самом начале~~

Т.к. поршень движется ускоренно, то газ находится в равновесном состоянии может только при $a = 0$ (ускорение поршня $= 0$), т.е. в самом начале движения и в самом конце, когда система газ – поршень придут в равновесное состояние. Таким образом, ур-е Клапейрона-Менделеева может использоваться в самом начале и конце. Т.к. сосуд теплоизолирован, то по I з-ну термодинамики: $dA_{внешн.с.} = dU_{газа}$, где $Q = 0$. (1)

4 из 4.

Шифр 020745

1. По II з-ну Ньютона для поршня:

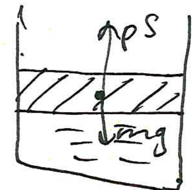
1) 

$\downarrow g \downarrow a$.

$ma = mg - pS$

в самом начале $p = p_0$

$a = g - \frac{p_0 S}{m}$

2) 

$\uparrow a/2$

$m\frac{a}{2} = -mg + p_1 S.$

$a = -2g + \frac{2p_1 S}{m}$, где p_1 – давление газа при $a = \frac{a}{2}$, $T = T_1$, $v = v_1$

$\Rightarrow g - \frac{p_0 S}{m} = -2g + \frac{2p_1 S}{m}$

$3g = \frac{S}{m}(2p_1 + p_0) = \frac{2S}{m}\cdot p_1 + \frac{S}{m}\cdot p_0$

$\frac{3mg}{2S} - \frac{p_0}{2} = \frac{3mg - p_0 S}{2S} = p_1 = \frac{3\cdot 10\cdot 10 - 10^4\cdot 2\cdot 10^{-3}}{2\cdot 2\cdot 10^{-3}} = \frac{300-20}{4}\cdot 10^3 =$

$= 7\cdot 10^4$ Па $= 7p_0$.

3. Для самого начального запишем ур-е Клап.-Менд.-ва:

$\nu R T_0 = p_0 v_0$

$\nu R = \frac{p_0 v_0}{T_0}$

4. (1) $dA_{\text{внешн. сил}} = dU_{\text{газа}}$

На газ действует лишь сила mg от поршня. Пусть она сжала газ на dh

$\Rightarrow \underbrace{mg}_{=const}\, dh = \frac{3}{2}(\nu R)\, dT = v\, dp.$

$\underbrace{\frac{mg\, dv}{S}}_{=const_2} = \frac{3}{2}\underbrace{\frac{p_0 v_0}{T_0}}_{=const_1} dT = v\, dp.$

5. $\frac{mg}{S}\cdot \int_{v_0}^{v_1}\frac{dv}{v} = \int_{p_0}^{p_1} dp$

$\frac{mg}{S}\cdot \ln\frac{v_1}{v_0} = p_1 - p_0 = 7p_0 - p_0 = 6p_0$

$\ln\frac{v_1}{v_0} = \frac{6p_0 S}{mg} = \frac{6\cdot 10^4\cdot 2\cdot 10^{-3}}{10\cdot 10} = 1{,}2$

$e^{1,2}\cdot v_0 = v_1 \simeq 6{,}64$ (л).

6. $\frac{mg}{S}\int_{v_0}^{v_1} dv = \frac{3}{2}\frac{p_0 v_0}{T_0}\int_{T_0}^{T_1} dT$

$\frac{mg}{S}(v_1 - v_0) = \frac{3}{2}\, p_0\frac{v_0}{T_0}(T_1 - T_0)$

$\frac{2}{3}\frac{mg\, T_0\, \cancel{v_0}}{p_0 \cancel{v_0} S}(e^{1,2} - 1) = T_1 - T_0.$

$\left(\frac{2}{3}\frac{mg}{p_0 S}(e^{1,2}-1) + 1\right)T_0 = T_1$

$T_1 = \left(2{,}32\cdot \frac{2}{3}\cdot\frac{100}{10^4\cdot 2\cdot 10^{-3}} + 1\right)300\,\text{К} =$

$= 2620$ К

Ответ: $v_1 = 6{,}64$ л. $= e^{1,2}\cdot v_0$

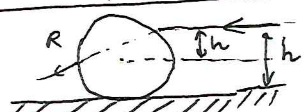
$T_1 = 2620\text{К} = \left(\frac{2}{3}\frac{mg}{p_0 S}(e^{1,2}-1) + 1\right)T_0$

? 10

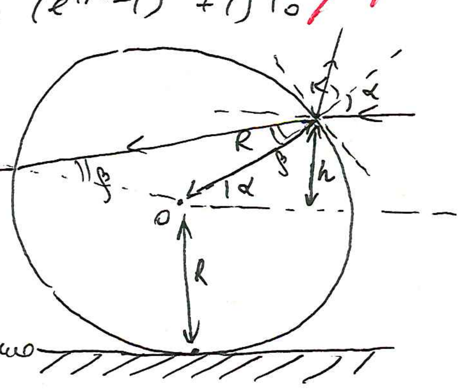
№ 1.

Дано:
$R = 0{,}1$м
$h_1 = 0{,}14$м
$n = 1{,}5$
β – ?

Решение:



В масштабе:



Пусть т. O – центр шара, т. K – точка, где луч п. Угол между OK и лучом $= \alpha$ – это есть угол падения, т.к. OK $\perp$ касательной в т. K. $\sin\alpha = \frac{h}{R}$, где $h = h_1 - R$ (по рисунку). По з-ну преломления $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n$

$\beta = \arcsin\left(\frac{\sin\alpha}{n}\right) = \arcsin\left(\frac{h_1 - R}{Rn}\right) = \arcsin\left(\frac{0{,}04}{0{,}1\cdot 1{,}5}\right) = \arcsin\left(\frac{4}{15}\right) \simeq$

$\simeq 15{,}47°$ – это и есть тот самый угол ~~падения~~ преломления

Ответ: $\beta =$ 15,47°

10