для
скобы

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

019754

Шифр

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	Физика
2.	Вариант	
3.	Класс	11
4.	Фамилия	МИЩЕНКО
	Имя	АЛЕКСАНДР
	Отчество	СЕРГЕЕВИЧ
5.	Дата рождения	Число: 01; Месяц: 12; Год: 2001
6.	Регион *(пр: Томская обл., Алтайский край)*	Республика Хакасия
7.	Вид муниципального образования *(пр: село, город, пгт, деревня)*	город
8.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Асино)*	Абакан
9.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	МБОУ СОШ №20

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 019754

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
41 +11,5 (апелляция)	13.3.20	Александров И.А.	[signature]

5^{25}

№ 1

Дано:

$R = 0{,}1$ м

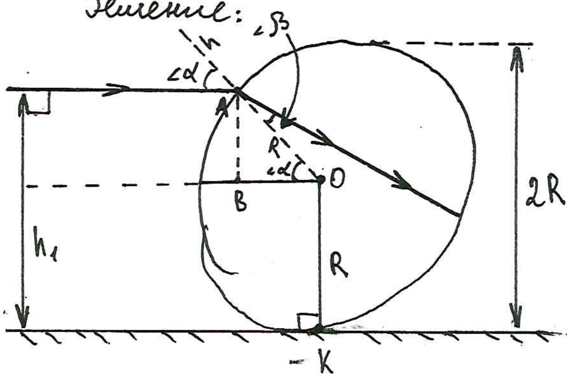
$h_1 = 0{,}14$ м

$n_1 = 1$

$n_2 = 1{,}5$

β – ?

Решение:



т.к. луч падающий // основанию => $h_1 \perp$ лучу => $OK = R$; $h_1 = OK + AB$ (т.к. ΔABO - прямоуг-ый ($\angle ABO = 90°$)) => $AB = h_1 - OK = 0{,}14 - 0{,}1 = 0{,}04$; из ΔABO: $AO = R$; $AB = 0{,}04$; $\sin\angle AOB = \frac{AB}{AO}$

$\sin\angle AOB = \frac{0{,}04}{0{,}1} = \frac{0{,}4}{1} = 0{,}4$

т.к. падающий луч // основанию и // BO => угол $\angle\alpha$ (угол падения) равен $\angle AOB$ т.к. односторонние углы при //. => $\sin\angle\alpha = 0{,}4$. Из $n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta$ => что $\sin\beta = \frac{n_1 \sin\alpha}{n_2} = \frac{\sin\alpha}{1{,}5} = \frac{0{,}4}{1{,}5} = \frac{4}{15}$ => $\angle\beta$ (угол преломления) $= 15{,}466°$

Ответ: $\angle\beta = 15{,}466°$

10

1	2	3	4	5	
10	2	15	4	10	41

№ 2.

Дано: He

$V_0 = 2\cdot10^{-3}$ м^3

$p_0 = 10^4$ Па

$T_0 = 300$ К

$m = 10$ кг

$g = 10$ $\frac{м}{с^2}$

$S = 2\cdot10^{-3}$ м^2

T – ?

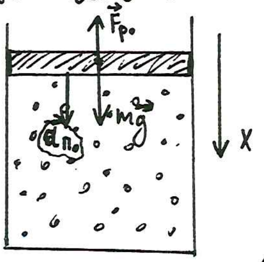
h – ?

Решение:

Нам необходим момент, когда $|a_п| = \frac{a_{п_0}}{2}$, где $a_п$ - искомое ускорение поршня, $a_{п_0}$ - начальное уск-ие поршня (когда отпустили). Но по условию $a_п$ должно замедлять => $a_п$ направлено в обратную сторону нежели $a_{п_0}$.

Найдём $a_{п_0}$. Т.к. p атмосферное отсутствует (по условию) => действует две силы: F_{p_0} - это сила давления газа в начальный момент и mg - сила тяжести:

1) Начальный момент: Землю считаем ИСО => по II закону Ньютона:



$m\vec{g} + \vec{F}_{p_0} = m\vec{a}_п$; Ox: $mg - F_{p_0} = ma_{п_0}$ => $a_{п_0} = g - \frac{F_{p_0}}{m}$

$F_{p_0} = p_0 \cdot S = 10^4 \cdot 2\cdot10^{-3} = 20$ Н ; $a_{п_0} = 10 - \frac{20}{10} = 8$ $\frac{м}{с^2}$ =>

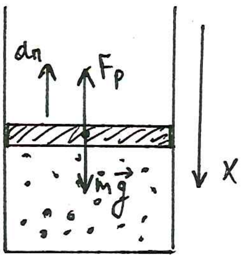
=> из моего рассуждения следует, что $a_п = -\frac{a_{п_0}}{2} = -4$ $\frac{м}{с^2}$ если рассматривать на ось Ox.

рія
обы

5 страница.

Шифр 019754

2) Момент, когда $a_{п_x} = -4\,\frac{м}{с^2}$



из II закона Ньютона: $m\vec g + \vec F_p = m\vec a_п$

Ox: $mg - F_p = ma_п$

$-F_p = ma_п - mg \;|\cdot(-1)$

$F_p = mg - ma_п$, т.к $a_п = -4\,\frac{м}{с^2} \Rightarrow F_p = mg + 4m = 10\cdot10 + 4\cdot10 = 140$ Н

2

$F_p = p_0\cdot S$, где p-давление в данный момент; $p = \frac{140}{S} = \frac{140}{2\cdot10^{-3}} = 7\cdot10^4$ Па

$pV = \nu RT \Rightarrow p_0\cdot V_0 = \nu RT_0 \Rightarrow \nu = \frac{p_0V_0}{RT_0} = \frac{\cancel{4}\,10^4\cdot 2\cdot\cancel{10^{-3}}}{8{,}31\cdot300} = \frac{\cancel{20}}{831\cdot3} \approx (\cancel{56{,}2\cdot10^{-3}\text{ моль}}) = 8\cdot10^{-3}$ моль

в момент 2: $pV = \nu RT \Rightarrow \frac{p}{R\nu} = \frac{T}{V}$; $\frac{T}{V} = \frac{7\cdot10^4}{8{,}31\cdot8\cdot10^3} = 1052948\,\frac{К}{м^3}$; но $\frac{T_0}{V_0} = \frac{300}{2\cdot10^{-4}} = 1500000\,\frac{К}{м^3}$

$M(He) = 4\cdot10^{-3}\,\frac{кг}{моль}$; $\nu = \frac{m}{M} \Rightarrow m = \nu\cdot M = 8\cdot10^{-3}\cdot4\cdot10^{-3} = 32\cdot10^{-6}$ кг ?

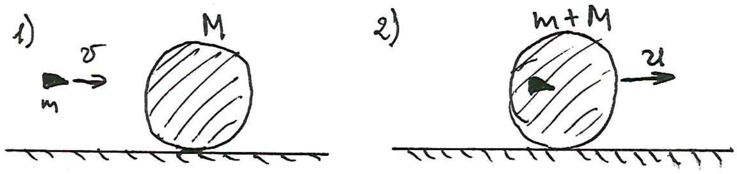
T = ?

√3.

Дано:
m, υ, M

$\frac{1}{n}$ – ?

Решение:



• Запишем закон сохранения импульса для системы „шар-пуля":

(*) $m\upsilon = (m+M)u$, где u – скорость после попадания пули в шар

• Запишем закон сохранения энергии для системы „шар-пуля":

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

из (*) и (**) можем записать систему:

$$\begin{cases} \frac{m\upsilon^2}{2} = \frac{(m+M)u^2}{2} + Q \\ m\upsilon = (m+M)u \end{cases}$$

Э $\frac{M}{m} = k \Rightarrow (!)\, M = mk$; выразим из (*) u: с учётом (!) получим

$u = \frac{\cancel{m}\upsilon}{\cancel{m}(1+k)} = \frac{\upsilon}{1+k}$; подставим u в (**): с учётом (!):

$\frac{m\upsilon^2}{2} = \frac{m\cancel{(1+k)}\upsilon^2}{2(1+k)^{\cancel{2}}} + Q$; $Q = \frac{m\upsilon^{2\backslash(1+k)}}{2} - \frac{m\upsilon^2}{2(1+k)}$

$Q = \frac{m\upsilon^2((1+k)-1)}{2(1+k)} \Rightarrow Q = \frac{m\upsilon^2 k}{2(1+k)}$

Шифр 019754

т.к. мы имеем (•) $Q = \frac{m v^2 k}{2(1+k)}$, а нам необходимо найти k при котором T нагрева двух тел будет максимальным, можем найти зависимость Q от k, а потом T от Q:

все постоянные величины в одну сторону: $\frac{2}{mv^2} = \frac{k}{Q(1+k)}$ $|^{A-1}$

$\frac{mv^2}{2} = \frac{Q(1+k)}{k}$ $\quad \frac{Q(1+k)}{k} = const \Rightarrow \frac{Q}{k} + Q = const \Rightarrow$ чем больше k, тем больше Q, но нагрев (T)

$\frac{mv^2}{2} = const$

зависит и от массы; Если масса шара будет очень большой, то энергии $\frac{mv^2}{2}$ не хватит, чтобы его нагреть. T от Q, но Q от m. при $k \to \infty$ m будет $\downarrow \Rightarrow \frac{mv^2}{2}$ будет $\downarrow$, Важен баланс

при $k \to 0$ пуля нагреется мало $\Rightarrow k = \frac{M}{m} = 1$

Ответ: $\frac{M}{m} = 1$.

15

№4

Дано:

S, d, ε, L

$\varepsilon_{воздуха} = 1$

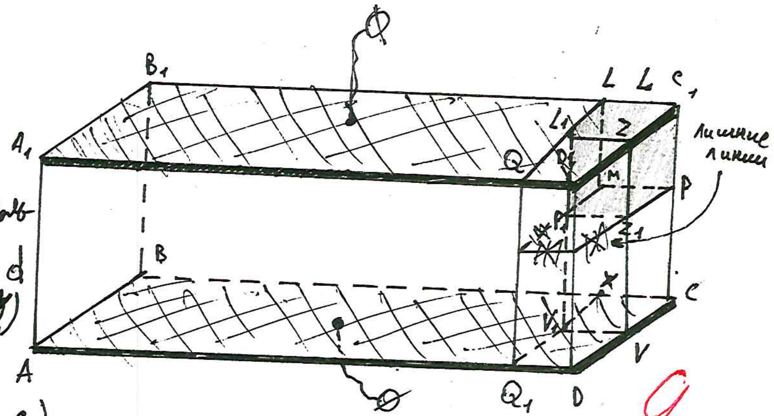
$C_{общ}$?

Решение:

Нарисуем конденсатор:

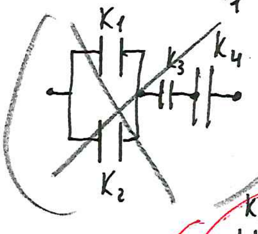
$S_{ABCD} = S_{A_1B_1C_1D_1} = S$, $ABCDD_1C_1B_1A_1$ - прямоугольный. $A_1B = B_1B = C_1C = D_1D = d$

Начертим куб $(LC_1ZL_1P_1Z_1PM)(*)$, ребром L в правом верхнем углу (вершина C_1)



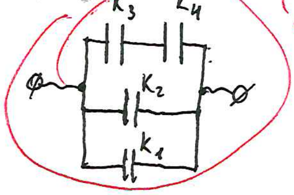
2

Разделим конденсатор $ABCDD_1C_1B_1A_1$ (в дальнейшем K_0) на 4 конденсатора: конденсатор $AA_1B_1BXQ_1QL$ (в дальнейшем K_1); конденсатор $QL_1ZD_1DVV_1Q_1$ (в дальнейшем K_2); конденсатор $VCXV_1P_1Z_1PM$ (в дальнейшем K_3) и конденсатор $(*)$ - куб (в дальнейшем K_4); Приступим к расчёту $C_{общ}$: K_3 и K_4 - соединены последовательно; система из (K_3 и K_4) соединена с K_2 параллельно; система из (K_4+K_3 и K_2) соединена с K_1 параллельно; схема выглядит примерно так: (!)



Пусть у K_1 ёмкость C_1 у ... у K_4 ёмкость C_4; тогда: $C_{общее} = \frac{C_4 \cdot C_3}{C_4 + C_3} + C_2 + C_1$

(!)



?

Ёмкость C вычисляется по формуле: $C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$

Пусть $S = A_1B_1 \cdot B_1C_1$, тогда S_1 (площадь K_1) $= A_1B_1 \cdot (B_1C_1 - L)$

$C_1 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 \cdot (A_1B_1 \cdot (B_1C_1 - L))}{d}$

Страница 5.

Шифр 019755

S_2 (площадь K_2) $=(A_1B_1-L)\cdot(B_1C_1-L) \Rightarrow C_2=\dfrac{\varepsilon\varepsilon_0\cdot((A_1B_1-L)\cdot(B_1C_1-L))}{d}$

2

S_3 (площадь K_3) $=L^2 \Rightarrow C_3=\dfrac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}{d-L}$

S_4 (площадь K_4) $=L^2 \Rightarrow C_4=\dfrac{\varepsilon_{воздуха}\cdot\varepsilon_0\cdot L^2}{L}=\dfrac{\varepsilon_0 L^2}{L}=\varepsilon_0 L$

$$C_{общ\,34}=\dfrac{\dfrac{\varepsilon\varepsilon_0\cdot L^2\cdot\varepsilon_0 L}{d-L}}{\dfrac{\varepsilon\varepsilon_0\cdot L^2}{d-L}+\varepsilon_0 L^{|d-L}}=\dfrac{\dfrac{\varepsilon\varepsilon_0^2 L^3}{d-L}}{\dfrac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2+\varepsilon_0 L(d-L)}{d-L}}=\dfrac{\varepsilon\varepsilon_0^{\cancel{2}}L^{\cancel{3}\,2}}{\cancel{d-L}}\cdot\dfrac{\cancel{d-L}}{\cancel{\varepsilon_0 L}(\varepsilon L+d-L)}=\dfrac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}{\varepsilon L+d-L}$$

$A_1B_1+B_1C_1=$ $=\dfrac{P}{2}$, где P - периметр $A_1B_1C_1D_1$

$$C_{общ\,(3+4)и\,2}=\dfrac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}{\varepsilon L+d-L}+\dfrac{\varepsilon\varepsilon_0\cdot(S-L^2-L\cdot A_1B_1-L\cdot B_1C_1)}{d}=\dfrac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}{\varepsilon L+d-L}+\dfrac{\varepsilon\varepsilon_0((S-L^2)-L(A_1B_1+B_1C_1))}{d}=$$

$$=\varepsilon\varepsilon_0\left(\dfrac{L^2}{\varepsilon L+d-L}+\dfrac{S-L^2-L\cdot\frac{P}{2}}{d}\right)$$

$$C_{общ}=C_{общ\,((3+4)и\,2)+1}=\varepsilon\varepsilon_0\left(\dfrac{L^2}{\varepsilon L+d-L}+\dfrac{S-L^2-L\cdot\frac{P}{2}}{d}\right)+\dfrac{\varepsilon\varepsilon_0\cdot(A_1B_1\cdot(B_1C_1-L))}{d}=$$

$$=\varepsilon\varepsilon_0\left(\dfrac{L^2}{\varepsilon L+d-L}+\dfrac{S-L^2-L\cdot\frac{P}{2}+S-A_1B_1L}{d}\right)=\varepsilon\varepsilon_0\left(\dfrac{L^2}{\varepsilon L+d-L}+\dfrac{2S-L^2-\overbrace{L\cdot A_1B_1-LB_1C_1}^{-L\cdot\frac{P}{2}}-A_1B_1L}{d}\right)$$

$$=\varepsilon\varepsilon_0\left(\dfrac{L^2}{\varepsilon L+d-L}+\dfrac{2S-L^2-L(2A_1B_1+B_1C_1)}{d}\right)$$

; попробуем выразить A_1B_1 и B_1C_1:

$S=A_1B_1\cdot B_1C_1 \Rightarrow A_1B_1=\dfrac{S}{B_1C_1}$

?

N 5.

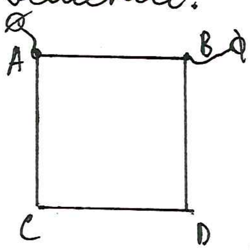
Дано:

$R_1=R_1$

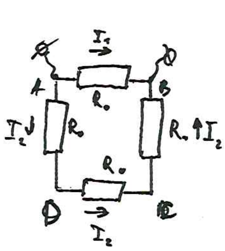
Решение:

$R=\dfrac{\rho d}{S}$

1)



ABCD - квадрат (по условию); проволка однородная, ρ, d, S по всей проволке равные, где ρ - удельное сопротивление, d - [redacted] проволки, S - площадь поперечного сечения. Измеряя R_{AB} (на участке AB) эту цепь можно представить так:



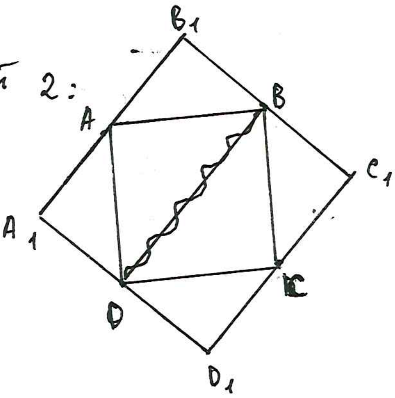
] сторона квадрата $=l$, т.к. каждая сторона $l \Rightarrow$ все резисторы имеют равное сопротивление (пусть R_0) тогда сопротивление на участке AB: $R_{AB}=\dfrac{R_0\cdot 3R_0}{4R_0}=0{,}75R_0$ (т.к.  участок →

Страница 6.

Шифр 19754

→ ACDB ∥ AB } I у проводника в первом случае удельное сопротивление $=\rho_0$, ~~длина~~ проволки $=d_0$ $\left(\frac{d_0}{4}=\ell\right)$, площадь поперечного сечения $= S_0$; тогда $R_{AB}=0{,}75R_0$, но $R_0=\frac{\rho_0\,\ell}{S_0}=\frac{\rho_0 d_0}{4S_0}\Rightarrow R_{AB}=\frac{3}{4}\cdot\frac{\rho_0\cdot d_0}{4S_0}=\frac{3\rho_0 d_0}{16S_0}$

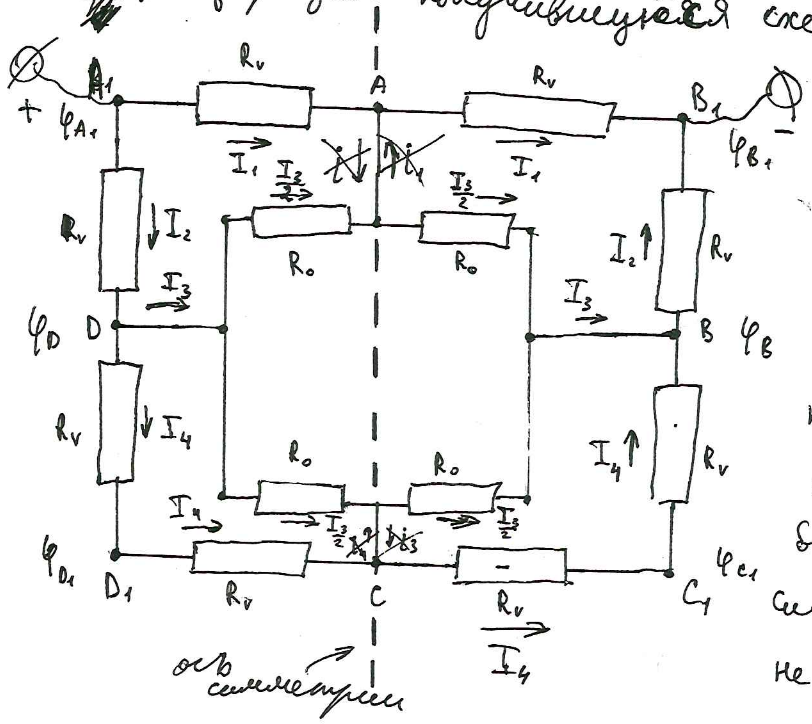
Теперь рассмотрим случай 2:



проведя диагональ CB мы найдём длину стороны квадрата $A_1B_1C_1D_1$; $A_1B_1=\sqrt2 AB=\sqrt2\,\ell=\frac{\sqrt2 d_0}{4}$

т.к. проволка $A_1B_1C_1D_1$ тоже однородная ⇒ сопротивление каждой стороны равны, но т.к. $A_1A=AB_1=B_1B\ldots$ ⇒ сопротивления этих участков тоже равны (обозначим их R_V) изобразим получившуюся схему ~~(с учётом того, что $AB_1+B_1B=A_1B_1$)~~

~~$AA_1C=AB_1B=BC_1D=DD_1C=R_V$~~



Проведём пунктиром ось симметрии цепи.

тока i не будет существовать т.к. ток должен приближатся от „+" к „−", а не отдалятся. тока i_1 тоже не будет существовать т.к. нарушается симметрия цепи. аналогично i_2 и i_3 не будут существовать. Запишем на рисунке все потенциалы (φ)

~~($\varphi_D=R_V\cdot I_2$)~~ по закону сохранения заряда $I_2=I_3+I_4\Rightarrow I_3=(I_2-I_4)$ (*)

$\varphi_{A_1}-\overset{=0}{\varphi_{A_2}}=2I_1\cdot R_V$

$\varphi_{A_1}-\overset{=0}{\varphi_{A_2}}=\varphi_B$

$\varphi_B=$ ~~$(I_4\,4R_V)$~~ $4I_4R_V+I_3\cdot\frac{2R_0\cdot 2R_0}{4R_0}=4I_4R_V+I_3R_0$

~~($\varphi_B-\varphi_{B_1}=$)~~ $\varphi_B-\varphi_{B_1}=I_2\cdot R_V$, т.к. $\varphi_{B_1}=0\Rightarrow 4I_4R_V+I_3R_0=I_2R_V$ исходя из (*)

$4I_4R\ldots$

Шифр 19754

$$\Rightarrow 4I_4R_V - I_2R_V = I_4R_0 - I_2R_0$$

$$R_V(4I_4 - I_2) = R_0(I_4 - I_2) \Rightarrow \frac{R_V}{R_0} = \frac{4I_4 - I_2}{I_4 - I_2}$$

10

Решение ошибочно, но ученик способен решать трудные задачи