020282

Шифр

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	ФИЗИКА
2.	Вариант	
3.	Класс	11
4.	Фамилия	КУДЬЯРОВ
	Имя	ИВАН
	Отчество	АЛЕКСАНДРОВИЧ
5.	Дата рождения	11 (Число) 07 (Месяц) 2002 (Год)
6.	Регион *(пр: Томская обл., Алтайский край)*	рес. Бурятия
7.	Вид муниципального образования *(пр: село, город, пгт, деревня)*	город
8.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Асино)*	Северобайкальск
9.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	МАОУ СОШ №3

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 020282

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
71	19.03.2020	Дорошкевич АА	[signature]

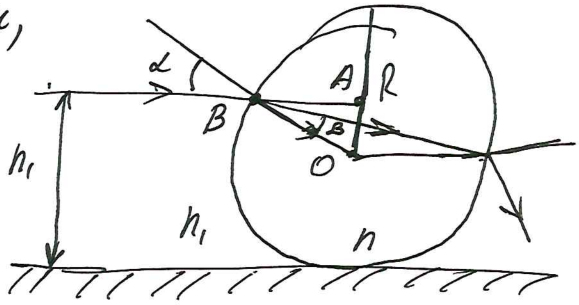
№1

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

$\angle\beta - ?$

Решение

Из ΔBAO - прямоугольной, найдём $\angle\alpha$; По теореме Sin'ов.



$$\frac{R}{\sin 90^\circ} = \frac{h_1 - R}{\sin\alpha};$$

$$\sin\alpha = \frac{\sin 90^\circ (h_1 - R)}{R} \quad \text{т.к. } \sin 90^\circ = 1 \Rightarrow \sin\alpha = \frac{h_1 - R}{R} \ (1)$$

По з. Преломления $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{n}{n_1}$, где n_1 (воздух), $n_1 = 1$

$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n \Rightarrow \sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n}$ ← (1); подставим (1) в формулу.

$$\sin\beta = \frac{h_1 - R}{n \cdot R} \Rightarrow \sin\beta = \frac{0{,}14 - 0{,}1}{1{,}5 \cdot 0{,}1} = \frac{0{,}04}{0{,}15} = 0{,}267; \angle\beta = 15^\circ$$

Ответ: $\angle\beta = 15^\circ$

1	2	3	4	5	Σ
8	8	7	30	18	71

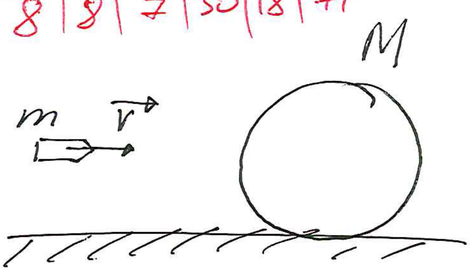
№3

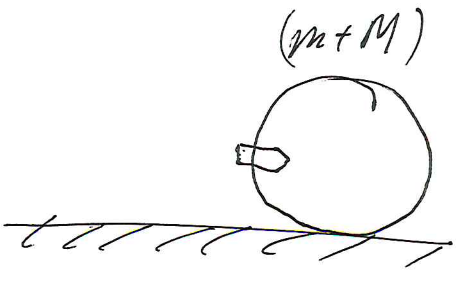
Дано:
$V; C_1 = C_2 = C$

$\frac{m}{M} - ?$ $\frac{m}{M} = k$

Решение

Чтобы изменение T было максимальной, надо, чтобы после столкновения скорость = 0. ($V_k = 0$)





З(Э): $\Sigma E_{до} = \Sigma E_{после}$; $E_k = \Delta U$;

$E_k = \frac{mV^2}{2}$; $\Delta U = c(m+M)\Delta T$; $\frac{mV^2}{2} = c(m+M)\Delta t$

$$\Delta t = \left(\frac{mV^2}{2} \cdot c(m+M)\right) \quad \frac{mV^2}{2} - c(m+M)$$

пусть $\frac{m}{M} = k \Rightarrow m = kM$; $\Delta t = \frac{kmV^2}{2} - cM(k+1)$

Шифр 020282

$$\Delta t'(M) = \left(\frac{MkV^2}{2} - cM(k+1)\right)';$$

$$\Delta t'(M) = \left(\frac{MkV^2}{2}\right)' - \left(cM(k+1)\right)';$$

$$\Delta t'(M) = \frac{kV^2}{2} - c(k+1);$$ приравняем к нулю

$$\frac{kV^2}{2} - ck - c = 0;$$

$$k\left(\frac{V^2}{2} - c\right) - c = 0; \quad k\left(\frac{V^2}{2} - c\right) = c$$

$$k = \frac{c}{\frac{V^2}{2} - c};$$ где c – удельная теплоёмкость материала, из которого были сделаны пуля и шар.

Ответ: $k = \frac{c}{\frac{V^2}{2} - c}$

№2

Дано:

$V_0 = 2л = 2\cdot10^{-3} м^3$

$m = 10кг$

$S = 20см^2 = 20\cdot10^{-4} м^2$

$P_0 = 10кПа = 10\cdot10^3 Па$

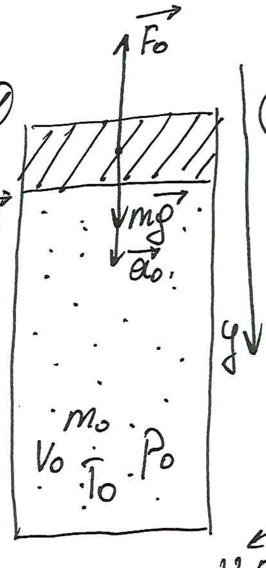
$T_0 = 300K$

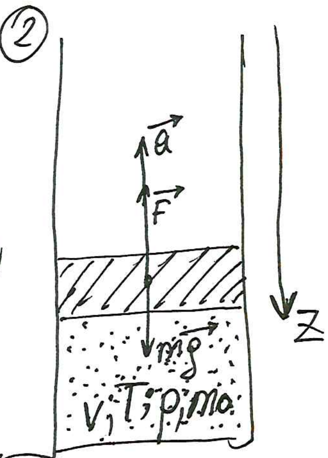
$P_{атм} = 0.$

$a = \frac{a_0}{2}; \ g = 9{,}8 м/с^2$

$V - ?; \ T - ?$

Решение:





Рассмотрим 1

по II з. Ньютона $\sum\vec{F} = m\vec{a}$

$m\vec{a_0} = m\vec{g} + \vec{F_0}$

$y: \ ma_0 = mg - F_0; \quad F = p\cdot S$

$F_0 = p_0\cdot S$ (сила давления газа)

Из ур-я Клап.-Мен.

$$pV = \nu RT; \quad p_0V_0 = \nu RT_0 \Rightarrow p_0 = \frac{\nu RT_0}{V_0}; \quad \nu = \frac{m_0}{\mu}$$

$$p_0 = \frac{m_0}{\mu}\cdot\frac{RT_0}{V_0}; \quad F_0 = \frac{m_0}{\mu}\cdot\frac{RT_0}{V_0}\cdot S \Rightarrow ma_0 = mg - \frac{m_0}{\mu}\cdot\frac{RT_0}{V_0}\cdot S$$

$$a_0 = g - \frac{m_0}{m\mu}\cdot\frac{RT_0}{V_0}\cdot S$$ – ускорение в начальный момент времени.

Рассмотрим 2. по II з. Ньютона. $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}$

$z: \ -ma = mg - F \ |\cdot(-1)$

$ma = F - mg; \quad F = p\cdot S;$ Из ур-я Клап.-Мен. $pV = \nu RT.$

$\nu = \frac{m_0}{\mu}$

$$p = \frac{\nu RT}{V}; \quad p = \frac{m_0RT}{V\mu}; \quad F = \frac{m_0RT}{V\mu}\cdot S; \quad ma = \frac{m_0RT}{V\mu}\cdot S - mg$$

Шифр 026282

$a = \frac{m_0 RT\cdot S}{V\mu m} - g$; по усл. $a = \frac{a_0}{2}$

$$\frac{m_0 RTS}{V\mu m} - g = \frac{g}{2} - \frac{m_0 RT_0 S}{2m\mu V_0};$$

$$\frac{^{2V_0/}m_0 RTS}{V\mu m} + \frac{^{V/}m_0 RT_0 S}{2m\mu V_0} = \frac{3}{2}g$$

$$\frac{2m_0RTSV_0 + m_0RT_0SV}{2m\mu VV_0} = \frac{3}{2}g$$

$$\frac{m_0R\cancel{T}S(2V_0T+VT_0)}{2m\mu VV_0} = \frac{3}{2}g$$

$$\frac{m_0RS(2V_0T+VT_0)}{2m\mu VV_0} = \frac{3}{2}g;$$

$p_0V_0 = \frac{m_0}{\mu}RT_0 \Rightarrow m_0 = \frac{p_0V_0\mu}{RT_0}$

$$\frac{\frac{p_0\cancel{V_0}\cancel{\mu}\cancel{R}S}{\cancel{R}T_0}(2V_0T - VT_0)}{2m\cancel{\mu}V\cancel{V_0}} = \frac{3}{2}g$$

$$\frac{p_0S(2V_0T - VT_0)}{2mT_0V} = \frac{3}{2}g$$

Процесс адиабатный $Q=0$; $A = -\Delta U$;

$A = p_{cp}\cdot\Delta V$; $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$; из Клап.-Мен. $pV = \nu RT \Rightarrow$

$V = \frac{\nu RT}{p}$; $A = p_{cp}\cdot\cancel{\nu R}\left(\frac{T}{p} - \frac{T_0}{p_0}\right) = -\frac{3}{2}\cancel{\nu R}(T-T_0)$

$$\frac{p+p_0}{\cancel{2}}\left(\frac{T}{p} - \frac{T_0}{p_0}\right) = -\frac{3}{\cancel{2}}(T-T_0)$$

$$(p+p_0)\left(\frac{T}{p} - \frac{T_0}{p_0}\right) = -3(T-T_0)$$

Шифр 020282

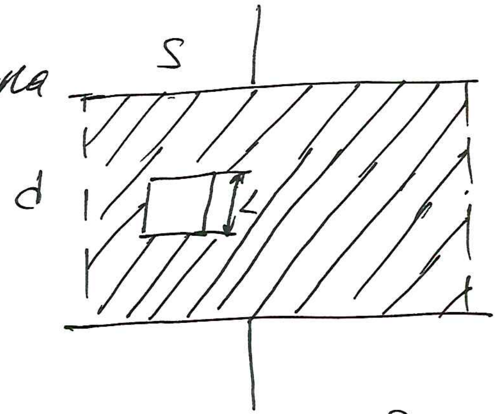
№ 4

Дано:
S
d
ε
L
$L < d$

$C - ?$

Решение

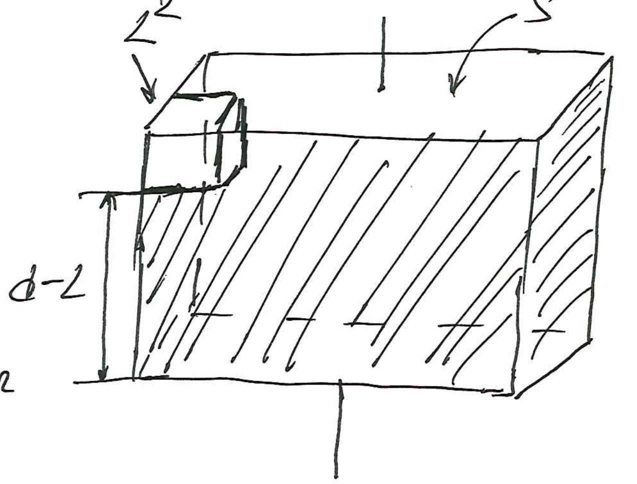
Ёмкость плоского конденсатора $C = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{d}$, в нашем случае можно представить соединение нескольких конденсаторов.



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

$$C_2 = \frac{\varepsilon_0(L^2)}{L}$$

$$C_3 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0(L^2)}{(d-L)}$$

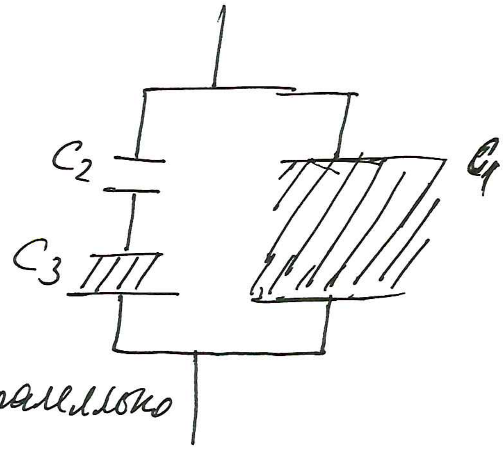


Конденсаторы C_2 и C_3 соединены последовательно $\Rightarrow$

$$\frac{1}{C_{23}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{L}{\varepsilon_0 L^2} + \frac{d-L}{\varepsilon_0 \varepsilon L^2}$$

$$\frac{1}{C_{23}} = \frac{\varepsilon L + d - L}{\varepsilon\varepsilon_0 L^2} = \frac{L(\varepsilon - 1) + d}{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}$$

$$C_{23} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}{L(\varepsilon-1)+d}$$



Конденсаторы C_{23} и C_1 соединены параллельно

$$C = C_1 + C_{23} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0(S - L^2)}{d} + \frac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}{L(\varepsilon-1)+d}$$

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

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

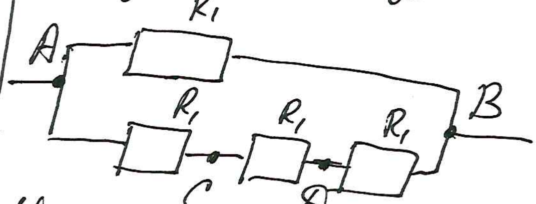
№5

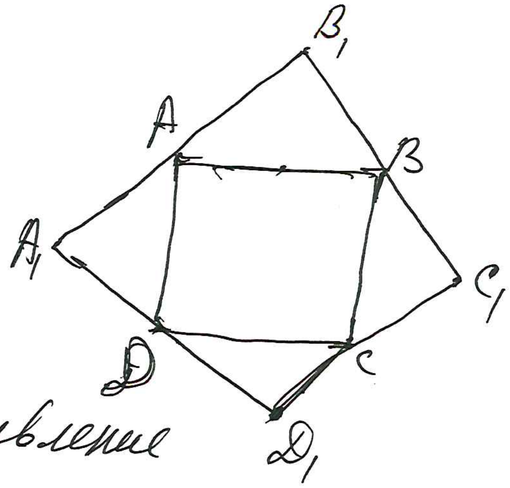
Дано:
ABCD
d; D;
$R_{общ_1} = R_{общ_2}$

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

Решение:

Квадрат ABCD



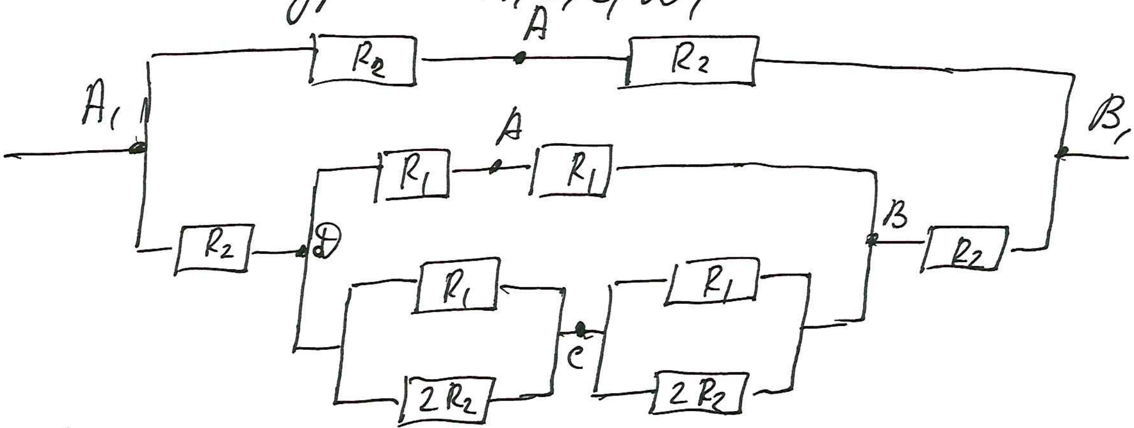


Найдём общее сопротивление

$$\frac{1}{R_{общ_1}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{3R_1} = \frac{4}{3R_1}; \quad R_{общ_1} = \frac{3R_1}{4}; \quad R_1 = \rho\frac{l}{S_1}; \quad l = AB$$

$$R_1 = \rho\frac{AB}{S_1}; \quad R_{общ_1} = \frac{3\rho \cdot AB}{4S_1};$$

Квадрат $A_1B_1C_1D_1$



$$\frac{1}{R_{DC}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{2R_2} = \frac{2R_2 + R_1}{2R_1R_2}; \quad R_{DC} = \frac{2R_1R_2}{2R_2 + R_1};$$

$$R_{CB} = \frac{2R_1R_2}{2R_2 + R_1}; \quad R_{DCB} = \frac{2R_1R_2}{2R_2 + R_1} + \frac{2R_2R_1}{2R_2 + R_1} = \frac{4R_2 \cdot R_1}{2R_2 + R_1}$$

$$R_{DAB} = 2R_1; \quad \frac{1}{R_{DB}} = \frac{1}{R_{DCB}} + \frac{1}{R_{DAB}} = \frac{2R_2 + R_1}{4R_2 \cdot R_1} + \frac{1}{2R_1}{}^{\backslash 2R_2}$$

$$\frac{1}{R_{DB}} = \frac{2R_2 + R_1 + 4R_2R_1}{4R_2R_1}; \quad R_{DB} = \frac{4R_2R_1}{2R_2 + R_1 + 4R_2R_1}$$

$$R_{A_1DBB_1} = R_2 + R_2 + R_{DB} = 2R_2 + \frac{4R_2R_1}{2R_2 + R_1 + 4R_2R_1}$$

Шифр 20282

$$\cancel{1\text{ЕЕ}}\quad R_{ADBB_1} = \frac{4R_2^2 + 2R_2R_1 + 8R_2^2R_1 + 4R_2R_1}{2R_2 + R_1 + 4R_2R_1}$$

$$R_{ADBB_1} = \frac{4R_2^2 + 6R_2R_1 + 8R_2^2R_1}{2R_2 + R_1 + 4R_2R_1} = \frac{2R_2(2R_2 + 3R_1 + 4R_2R_1)}{2R_2 + R_1 + 4R_2R_1}$$

$$R_{A_1AB} = 2R_2$$

$$\frac{1}{R_{A_1B_1}} = \frac{1}{R_{A_1AB}} + \frac{1}{R_{ADBB_1}} = \frac{\overset{2R_2+3R_1+4R_2R_1}{\cancel{1}}}{2R_2} + \frac{2R_2 + R_1 + 4R_2R_1}{2R_2(2R_2 + 3R_1 + 4R_2R_1)}$$

$$\frac{1}{R_{A_1B_1}} = \frac{2R_2 + 3R_1 + 4R_2R_1 + 2R_2 + R_1 + 4R_2R_1}{2R_2(2R_2 + 3R_1 + 4R_2R_1)} = \frac{4R_2 + 8R_2R_1 + 4R_1}{2R_2(2R_2 + 3R_1 + 4R_2R_1)}$$

$$R_{A_1B_1} = \frac{2R_2(2R_2 + 3R_1 + 4R_2R_1)}{4(R_2 + 2R_2R_1 + R_1)} = \frac{R_2(2R_2 + 3R_1 + 4R_2R_1)}{2(R_2 + 2R_2R_1 + R_1)}$$

$$R_{общ_2} = R_{A_1B_1} = \frac{R_2(2R_2 + 3R_1 + 4R_2R_1)}{2(R_2 + 2R_2R_1 + R_1)}$$

$R_{общ_1} = R_{общ_2}$ (по усл.)

$$\frac{3\rho AB}{4S_1} = \frac{R_2(2R_2 + 3R_1 + 4R_2R_1)}{2(R_2 + 2R_2R_1 + R_1)}; \quad R_2 = \rho\frac{a}{S_2} \text{ где}$$

$$a = l\sqrt{2} \Rightarrow a = AB\sqrt{2}; \quad R_2 = \rho\frac{AB\sqrt{2}}{S_2}$$