020643

Шифр

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	ФИЗИКА
2.	Вариант	
3.	Класс	11
4.	Фамилия	АРИСТОВА
	Имя	ЕКАТЕРИНА
	Отчество	ВЛАДИМИРОВНА
5.	Дата рождения	02 (Число) 03 (Месяц) 2003 (Год)
6.	Регион *(пр: Томская обл., Алтайский край)*	СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ
7.	Вид муниципального образования *(пр: село, город, пгт, деревня)*	ГОРОД
8.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Асино)*	ЕКАТЕРИНБУРГ
9.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	МАОУ гимназия № 9

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

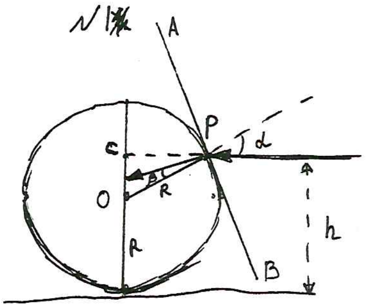
Личная подпись ______________

Шифр 020643

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
77	19.03.2020	Дорошкевич АА	[подпись]

№1



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

$\beta = ?$

1) P - точка падения луча на пов. шара
OP - радиус шара к этой точке $(OP = R)$
AB - плоскость, касающаяся шара в точке P
$AB \perp OP$

2) $\triangle OCP$: $CP \perp OC \Rightarrow \angle C = 90°$
$\angle CPO = \angle$ (вертикальные углы)

$$\sin\alpha = \sin\angle CPO = \frac{CO}{OP} = \frac{h-R}{R}$$

по з-ну Снелла: $n_{возд} \cdot \sin\alpha = n \cdot \sin\beta$

$n_{возд} = 1$

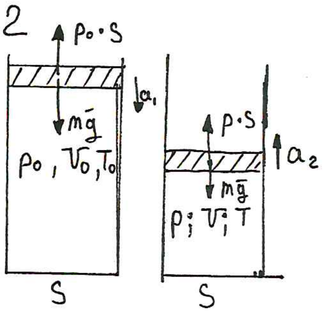
1	2	3	4	5	Σ
10	6	15	30	16	77

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

$$\beta = \arcsin\frac{h-R}{nR} = \arcsin\frac{0{,}14м - 0{,}1м}{0{,}1м \cdot 1{,}5} = \arcsin 0{,}2(6) = 15{,}5°$$

Ответ: $15{,}5°$

№2



$p_0 = 10^4$ Па
$V_0 = 2л = 0{,}002 м^3$
$T_0 = 300$ К
$m = 10$ кг
$S = 20 см^2 = 0{,}002 м^2$
$a_1 = 2a_2$

T, V

1) $ma_1 = mg - p_0 \cdot S$

$$a_1 = g - \frac{p_0 S}{m} = 2a_2 \quad (1)$$

2) $ma_2 = pS - mg$

$$a_2 = \frac{pS}{m} - g \quad (2)$$

3) $(1),(2) \Rightarrow g - \frac{p_0 \cdot S}{m} = \frac{2p \cdot S}{m} - 2g$

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

$$p = \frac{3mg}{2S} - \frac{p_0}{2} = \frac{3 \cdot 10кг \cdot 10\frac{м}{с^2}}{2 \cdot 0{,}002м^2} - \frac{10^4 Па}{2} =$$

$= 7 \cdot 10^4$ Па

4) $p_0 V_0 = \nu R T_0$
$pV = \nu RT$

$$\frac{\cancel{\nu R} T}{V} = \frac{p}{p_0} \cdot \frac{\cancel{\nu R} T_0}{V_0}$$

$$\frac{T}{V} = 7\frac{T_0}{V_0}$$

$$T = 7 \cdot \frac{T_0 V}{V_0} = \cancel{7\frac{300 K V}{0{,}002 м^3}} =$$

$\cancel{\frac{pV \cdot V_0}{7V \cdot T_0}}$ $\quad T = \frac{pV}{\nu R}$

$\cancel{\frac{pV}{\nu R}}$

Шифр 020643

№3

m, v, M

$\Gamma = \frac{M}{m}$

1) $E_{кн} = \frac{mv^2}{2}$

$E_{кк} = \frac{(m+M)u^2}{2}$

2) $mv = (m+M)u$

$u = \frac{mv}{m+M}$

3) $Q = \Delta E = E_{кн} - E_{кк} =$

$= \frac{mv^2}{2} - \frac{(m+M)u^2}{2} = \frac{mv^2}{2} - \frac{m^2v^2\cancel{(m+M)}}{2(m+M)^{\cancel{2}}} =$

$= \frac{mv^2}{2}\left(1 - \frac{m}{m+M}\right) = \frac{mv^2}{2} \cdot \frac{M}{m+M}$

4) $Q = c(m+M)\cdot\Delta T$

$\frac{Mmv^2}{2(m+M)} = c(m+M)\cdot\Delta T$

$M = \Gamma \cdot m$

$\frac{\Gamma \cancel{m}^2 v^2}{2\cancel{m}(\Gamma+1)} = c\,\cancel{m}(\Gamma+1)\cdot\Delta T$

$\Delta T = \frac{\Gamma}{(\Gamma+1)^2} \cdot \frac{v^2}{c\cdot 2}$ = const

$\Downarrow$

$\Delta T \sim \frac{\Gamma}{(\Gamma+1)^2}$

5) ΔT max при $\frac{\Gamma}{(\Gamma+1)^2}$ max

такое достигается в точке максимума $f(\Gamma)$

$f(\Gamma) = \frac{\Gamma}{(\Gamma+1)^2}$ где $f'(\Gamma) = 0$

~~$f'(\Gamma) = (\Gamma\cdot(\Gamma+1)^{-2})' = \ldots(\Gamma+1)^{-3}\ldots = 0$~~

$f'(\Gamma) = \left(\frac{g(\Gamma)}{l(\Gamma)}\right)'$; $g(\Gamma) = \Gamma$; $l(\Gamma) = (\Gamma+1)^2$

$f'(\Gamma) = \frac{g'(\Gamma)\cdot l(\Gamma) - l'(\Gamma)\cdot g(\Gamma)}{l^2(\Gamma)} =$

$= \frac{1\cdot(\Gamma+1)^2 - \Gamma\cdot 1\cdot 2(\Gamma+1)}{(\Gamma+1)^4} = \frac{\Gamma^2 + \cancel{2\Gamma} + 1 - 2\Gamma^2 - \cancel{2\Gamma}}{(\Gamma+1)^4} = 0$

$\left.\begin{array}{l} \frac{1-\Gamma^2}{(\Gamma+1)^4} = 0 \\ \Gamma \neq -1 \end{array}\right\} \Rightarrow \Gamma = 1 \Rightarrow \frac{M}{m} = 1$

Ответ: при равных массах шара и пули

№4

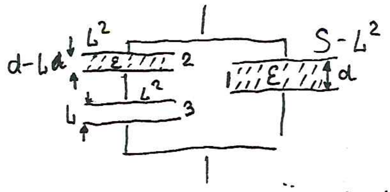
S, d, ε, L

$C_{общ}$

1) $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$ (формула ёмкости конденсатора)

2) т.к. нам не сказано, где находится полость, ~~то~~ мы можем предположить, что она прижата к одной из пластин конденсатора.

3) тогда мы можем "разложить" наш конденсатор на 3:



и посчитать ёмкость такой батареи

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

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

$C_3 = \frac{\varepsilon_0\cdot L^2}{L}$

5) $\frac{1}{C_{23}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$ (правило слож. ёмкостей)

$C_{23} = \frac{C_2\cdot C_3}{C_2+C_3} = \frac{\varepsilon\cdot\varepsilon_0\cdot L^2\cdot\varepsilon_0\cdot L^2}{(d-L)\cdot L}\cdot\left(\frac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}{(d-L)} + \frac{\varepsilon_0 L^2}{L}\right)^{-1} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}{L(\varepsilon-1)+d}$

6) $C_{общ} = C_1 + C_{23} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0(S-L^2)}{d} + \frac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}{L(\varepsilon-1)+d} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0(d\cdot S + SL\cdot(\varepsilon-1) - L^3(\varepsilon-1))}{d(L(\varepsilon-1)+d)} =$

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

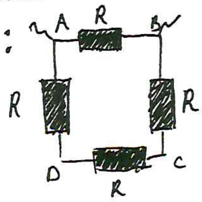
Ответ: $\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} - \frac{L^3(\varepsilon-1)}{d(L(\varepsilon-1)+d)}$

Шифр 020643

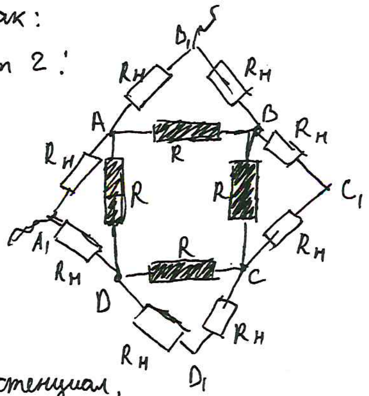
№5

1) пусть сопротивление $AB; BC; CD; AD$ – R
а для $A_1A; AB_1; B_1B; BC_1; C_1C; CD_1; D_1D; DA_1$ – R_H
тогда схему можно перечертить так:

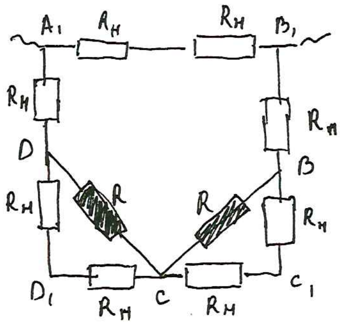
опыт 1:



опыт 2:



2) точки A и B имеют одинаковый потенциал, т.к. находятся на равном сопротивлении от входа B_1
аналогично для A и D
тогда схема опыта 2 может быть перерисована так



3) найдем сопротивления в каждом опыте

Опыт 1: $\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R+R+R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{3R} = \frac{4}{3R}$

$R_1 = \frac{3}{4}R$

Опыт 2: $R_{DC} = \frac{R \cdot 2R_H}{R+2R_H}$

$R_2 = \frac{2R_H \cdot \cancel{2}R_{A_1C}}{\cancel{2}R_H + \cancel{2}R_{A_1C}}$ $\quad R_{A_1C} = \frac{R\cdot 2R_H}{R+2R_H} + R_H = \frac{3RR_H + 2R_H^2}{R+2R_H}$

$R_2 = \frac{2R_H \cdot (3R R_H + 2R_H^2)\cdot \cancel{2}}{R+2R_H} \cdot \left(R_H + \frac{3RR_H+2R_H^2}{R+2R_H}\right)^{-1} =$

$= \frac{2R_H\cdot(3RR_H+2R_H^2)}{4RR_H + 4R_H^2} = \frac{1}{2}\cdot\frac{R_H^{\cancel{2}}(3R+2R_H)}{\cancel{R_H}(R+R_H)} =$

$= \frac{R_H(3R+2R_H)}{2(R+R_H)} = R_1 = \frac{3R}{4}$

$\cancel{4}^2 R_H(3R+2R_H) = 3R(R+R_H)\cdot\cancel{2}$

$6RR_H + 4R_H^2 = 3R^2 + 3RR_H$

$4R_H^2 + 3RR_H - 3R^2 = 0$

$D = 9R^2 + 4\cdot 4\cdot 3R^2 = 57R^2$

$R_H = \frac{-3R+\sqrt{57}R}{8}$

$\frac{R_H}{R} = \frac{\sqrt{57}-3}{8}$

4) $R = \frac{\rho\cdot AB}{S_1}$, $\quad R_H = \frac{\rho\cdot A_1A}{S_2}$ $\Rightarrow$ $\frac{S_1}{S_2} = \frac{AB\cdot R_H}{A_1A\cdot R} = \frac{AB}{A_1A}\cdot\frac{\sqrt{57}-3}{8}$

5) ~~т.к. $A_1D = DD_1$~~
т.к. вершины маленького квадрата являются серединами сторон большого, то

$AB^2 = 2A_1A^2$
$\Downarrow$
$AB = \sqrt{2}A_1A \Rightarrow \frac{AB}{A_1A} = \sqrt{2}$

$\frac{S_1}{S_2} = \sqrt{2}\cdot\frac{\sqrt{57}-3}{8} \approx 0{,}8043$

Ответ: $\frac{S_1}{S_2} = 0{,}8043$
где S_1 – площадь ~~участка~~ сечения AB и т.д.
S_2 – площадь ~~...~~ сечения A_1A и т.д.