019787

Шифр

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	физика
2.	Вариант	
3.	Класс	11
4.	Фамилия	КОНОПАЦКАЯ
	Имя	ЕКАТЕРИНА
	Отчество	ДМИТРИЕВНА
5.	Дата рождения	Число: 23; Месяц: 05; Год: 2001
6.	Регион *(пр: Томская обл., Алтайский край)*	Кемеровская обл.
7.	Вид муниципального образования *(пр: село, город, пгт, деревня)*	город
8.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Асино)*	Прокопьевск
9.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение „Средняя общеобразовательная школа №14"

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 Кон

Шифр 019787

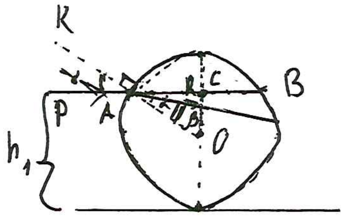
Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
48	19.03.2020	Дорошкевич А.А.	

№ 1.

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

$\angle\beta - ?$



Проведем через точку падения луча на шар перпендикуляр к шару. Это можно сделать, если ~~возьмем~~ взять небольшой прямой участок шара, который содержит эту прямую. Этот перпендикуляр пройдет через центр шара.

Пусть угол падения равен α, угол ~~отражения~~ преломления равен β.

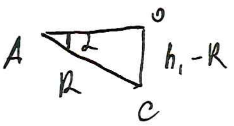
Тогда по закону Снейлуса: $\sin\alpha \cdot 1 = n \cdot \sin\beta \Rightarrow$

$\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n} \Rightarrow \quad \beta = \arcsin\left(\frac{\sin\alpha}{n}\right)$

1	2	3	4	5	Σ
10	1	5	24	8	48

~~Проведем~~ Продолжим прямую, которая содержит падающий луч, так, чтобы она пересекла шар. Пусть она пересекает его в точках A и B (A – точка, в которую падает луч). Пусть C – точка пересечения прямой, содержащей падающий луч, и диаметра шара, который перпендикулярен этой прямой. Тогда $OC = h_1 - R = 0,14 - 0,1 = 0,04$ м

Рассмотрим $\triangle AOC$



$\angle OAC = \alpha$ (т.к. углы $\angle AOC$ и $\angle KAP$ – вертикальные) $\Rightarrow$

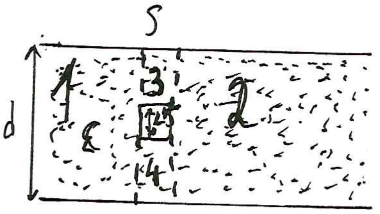
$\sin\angle AOC = \sin\alpha = \frac{OC}{AC} = \frac{h_1 + R}{R} = \frac{0,04}{0,1}$

$\beta = \arcsin\left(\frac{\sin\frac{0,04}{0,1}}{1,5}\right) = 0,2(6) \approx 15,47^\circ \approx 15,5^\circ$

Ответ: угол преломления луча в шаре равен $15,5^\circ$

Шифр 019787

№ 4. Дано: S, d, ε, L ; $C_{общ}$ - ?



Условно разделим конденсатор на 5 конденсаторов поменьше.

Пусть ~~крайняя~~ левая часть исходного конденсатора - это 1 конденсатор, крайняя правая часть конденсатора - это 2 конденсатор, и средняя часть это конденсаторы 3, 4, 5, где 5 конденсатор это ёмкость кубической формы заполненная воздухом.

Тогда $C_{общ} = C_1 + C_2 + C_{345}$ (т.к. эти три части конденсатора соединены параллельно).

$$C_1 = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S_1}{d} \qquad C_2 = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S_2}{d}$$

$$C_1 + C_2 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0}{d}(S_1 + S_2) = \frac{\varepsilon \varepsilon_0}{d}(S - L^2)$$ - т.к. пространство, заполненное воздухом - куб со стороной L.

Конденсаторы 3, 4, 5 соединены последовательно.

$$C_{34} = \frac{C_3 \cdot C_4}{C_3 + C_4}$$

$$C_3 = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot S_3}{d_3} \qquad C_4 = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot S_4}{d_4}$$

$$S_3 = S_4 = L^2 \qquad d_3 = d - L - d_4 \Rightarrow C_3 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 \cdot L^2}{d - L - d_4}$$

$$C_4 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 \cdot L^2}{d_4}$$

$$C_3 + C_4 = \varepsilon_0 \varepsilon L^2 \left(\frac{1}{d - L - d_4} + \frac{1}{d_4} \right) = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon L^2 \cdot (d_4 + d - L - d_4)}{d_4 (d - L - d_4)} =$$

$$= \frac{\varepsilon \varepsilon_0 \cdot L^2 (d - L)}{d_4 (d - L - d_4)}$$

$$C_{34} = \frac{\varepsilon^2 \varepsilon_0^2 L^4 \cdot \cancel{d_4 (d - L - d_4)}}{\cancel{d_4 (d - L - d_4)} \cdot \varepsilon \varepsilon_0 \cdot L^2 (d - L)} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 L^2}{d - L} \rightarrow$$

№4 (продолжение)

$C_5 = \frac{\varepsilon_0 \cdot L^2}{L} = \varepsilon_0 \cdot L$

$C_{345} = \frac{C_{34} \cdot C_5}{C_{34} + C_5} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 \cdot L^2 \cdot \varepsilon_0 \cdot L}{(d-L)} : \left(\frac{\varepsilon \varepsilon_0 L^2}{d-L} + \varepsilon_0 L \right) =$

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

$= \frac{\varepsilon \varepsilon_0 L}{(\varepsilon L + d - L)}$

$C_{общ} = C_{12} + C_{345} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon}{d}(S - L^2) + \frac{\varepsilon_0 \varepsilon L}{(\varepsilon L + d - L)} = \varepsilon_0 \varepsilon \left(\frac{S - L^2}{d} + \frac{L}{\varepsilon L + d} \right.$

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

Ответ: ёмкость конденсатора равна $\frac{\varepsilon_0 \varepsilon}{d (\varepsilon L + d - L)} \cdot \left((S - L^2) \cdot (\varepsilon L + d - L) + L \right.$

№5.

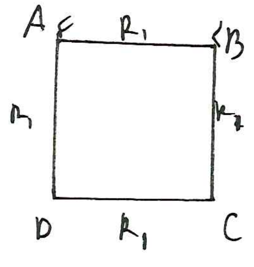
Дано:

$\rho_1 = \rho_2 = \rho$

$R_{AB} = R_{A'B'}$

$d_1 \neq d_2$

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



Пусть $R_1 = \cancel{R_{AB}}\ \frac{\rho_1 \cdot l_1}{S_1} = R_{BC} = R_{CD} = R_A$

Тогда $R_{AB} = \cancel{R_{ABCD}}\ \frac{3 R_1 \cdot R_1}{R_1 + R_1} = \frac{3}{2} R_1$

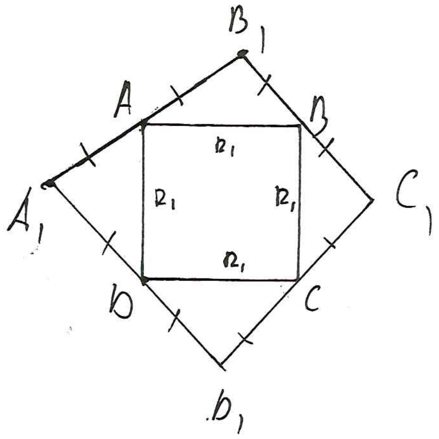
$\cancel{R_{AB} = \frac{3}{2} \frac{\rho l_1}{S_1}}$ $R_{AB} = \frac{3 \cdot \rho l_1}{2 S_1}$

Т.к. ABCD - квадрат (по условию), то $AB = BC = CD = AD \Rightarrow$

$R_{AB} = R_{BC} = R_{CD} = R_{AD} = R_1$. $\longrightarrow$

Шифр 019787

№5 (продолжение).



Т.к. $A_1B_1C_1D_1$ – квадрат, то $A_1B_1 = B_1C_1 = C_1D_1 = A_1D_1$.

Пусть $R_2 = \frac{\rho l_2}{S_2} = R_{AB_1} = R_{B_1C_1} = R_{C_1D_1} = R_{A_1D_1}$.

Исходя из рисунка видно, что A – середина A_1B_1, B – середина B_1C_1, C – середина C_1D_1 и D – середина A_1D_1.

Тогда $l_{AA_1} = l_{AB_1} = l_{B_1B} = l_{BC_1} = \ldots = \frac{l_2}{2} =>$

$$R_{AA_1} = R_{AB_1} = R_{B_1B} = R_{BC_1} = \ldots = \frac{R_2}{2}.$$

$$R_{A_1DA} = R_{A_1D} + R_{AA_1} + R_{AD} = \frac{R_2}{2} + \frac{R_2}{2} + R_1 = R_1 + R_2$$

$$R_{CDD_1} = R_{BC_1C} = R_{B_1AB} = \frac{R_2 \cdot R_1}{R_1 + R_2}$$

$$R_{\text{т}A_1B_1} = R_{A_1DA} + R_{CDD_1} + R_{BC_1C} + R_{B_1AB} = R_1 + R_2 + \frac{3R_1R_2}{R_1+R_2} = \frac{(R_1+R_2)^2 + 3R_1R_2}{R_1+R_2}$$

Так как по условию сказано, что

$R_{\text{т}AB} = R_{\text{т}A_1B_1}$, то $\quad \frac{3}{2}R_1 = \frac{(R_1+R_2)^2 + 3R_1R_2}{R_1+R_2}$

$$3R_1(R_1+R_2) = 2(R_1^2 + R_2^2 + 5R_1R_2)$$

$$3R_1^2 + 3R_1R_2 = 2R_1^2 + 2R_2^2 + 10R_1R_2$$

$$R_1^2 = 2R_2^2 + 7R_1R_2.$$

$$\left(\frac{\rho l_1}{S_1}\right)^2 = 2\cdot\left(\frac{\rho l_2}{S_2}\right)^2 + 7\cdot\frac{\rho l_1}{S_1}\cdot\frac{\rho l_2}{S_2}.$$

Из $\Delta A_1B_1D_1$ найдём как соотносятся между собой l_1 и l_2. $\Delta A_1B_1D_1$ – прям-ный $=>$ $B_1D_1 = \sqrt{A_1B_1^2 + A_1D_1^2}$ (по теореме

Шифр 19787

№5 (продолжение 2)

$B_1D_1 = \sqrt{l_2^2 \cdot 2} = l_2\sqrt{2}$.

AD – средняя линия в $\triangle A_1B_1D_1$ (т.к. она соединяет середины сторон A_1B_1 и A_1D_1) =>

$AD = \frac{1}{2} B_1D_1$ =>

$l_1 = \frac{1}{2} l_2 \cdot \sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot l_2$. Подставим это соотношение в формулу.

$$\frac{p^2 \cdot l_2^2}{2S_1^2} = \frac{2p^2 \cdot l_2^2}{S_2^2} + \frac{7p^2 \cdot \sqrt{2} \cdot l_2^2}{2S_1 \cdot S_2}.$$

Сократим на $p^2 l^2$, получим

$$\frac{1}{2S_1^2} = \frac{2}{S_2^2}^{\backslash 2S_1} + \frac{7\sqrt{2}}{2S_1S_2}^{\backslash S_2}$$

$$\frac{1}{2S_1^2} = \frac{4S_1 + 7\sqrt{2} \cdot S_2}{2S_1S_2^2}$$

$$2S_1S_2^2 = 2S_1^2(4S_1 + 7\sqrt{2}S_2)$$

$$2S_2^2 = 2S_1(4S_1 + 7\sqrt{2}S_2)$$

$$2S_2^2 = 8S_1^2 + 14\sqrt{2} \cdot S_2 \cdot S_1 \quad /:2$$

$$S_2^2 = 4S_1^2 + 7\sqrt{2} \cdot S_1S_2$$

$4S_1^2 + 7\sqrt{2} \cdot S_1S_2 - S_2^2 = 0$. Пусть $\frac{S_1}{S_2} = k$, тогда $S_1 = k \cdot S_2$

$$4k^2 \cdot S_2^2 + 7\sqrt{2} \cdot kS_2^2 - S^2 = 0$$

$$S_2^2(4k^2 + 7\sqrt{2}k - 1) = 0$$

$$4k^2 + 7\sqrt{2}k - 1 = 0$$

$$D = 49 \cdot 2 + 16 = 98 + 16 = 114.$$

$$k_1 = \frac{7\sqrt{2} + \sqrt{114}}{4} \simeq 5{,}1$$

$k_2 = \frac{7\sqrt{2} - \sqrt{114}}{4} < 0$, что невозможно т.к. $S_1, S_2 > 0$.

Шифр 19787

№3

Дано:
$m, M, v.$
$\Delta t = max$

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

Согласно закону сохранения энергии, что энергия, которой обладала система „пуля-шар" до столкновения ~~пройдет~~ пойдет на нагревание тел. ~~то на~~

То есть $\frac{mv^2}{2} = Q_н$.

$Q_н = cm\cdot\Delta t + cM\cdot\Delta t$. Т.к. пуля и шар сделаны из одного материала, то c – одна и та же. Δt – тоже одна и та

$$\frac{mv^2}{2} = cm\Delta t + cM\Delta t$$

$$\Delta t(cm + cM) - \frac{mv^2}{2} = 0 \Rightarrow \Delta t = \frac{mv^2}{2(cm+cM)}$$

[Если чертить график этой функции относительно Δt, то – это возрастающая прямая]

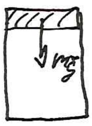
Пусть $\frac{m}{M} = k$, тогда $\Delta t = \frac{mv^2}{2cM(k+1)} = \frac{Mkv^2}{2cM(k+1)} =$

$$\Delta t = \frac{kv^2}{2c(k+1)} \qquad \Delta t\cdot 2c(k+1) = kv^2.$$

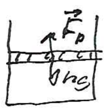
№2.

Дано:
$V_0 = 2$ л
$p = 10$ кПа
$T_0 = 300$ K
$m = 10$ кг
$S = 20$ см²
$g = 10$ м/с²
$a_1 = \frac{1}{2}a_0$

V_1 - ?
T_1 - ?



$$p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S}$$



Т.к. ~~тело~~ поршень начинает двигаться под действием силы тяжести, то $a_0 = g$. =>

$a_1 = \frac{1}{2}g = 5$ м/с².

Замедляться поршень начнет тогда, когда сила давления со стороны газа станет больше, чем сила тяжести, действующая на