...для
...обы

020932

Шифр

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	ФИЗИКА
2.	Вариант	
3.	Класс	11
4.	Фамилия	ТОМСКИХ
	Имя	ЕГОР
	Отчество	СЕРГЕЕВИЧ
5.	Дата рождения	03 (Число) 11 (Месяц) 2002 (Год)
6.	Регион *(пр: Томская обл., Алтайский край)*	Иркутская область
7.	Вид муниципального образования *(пр: село, город, пгт, деревня)*	город
8.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Асино)*	Иркутск
9.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	МБОУ г. Иркутска лицей №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

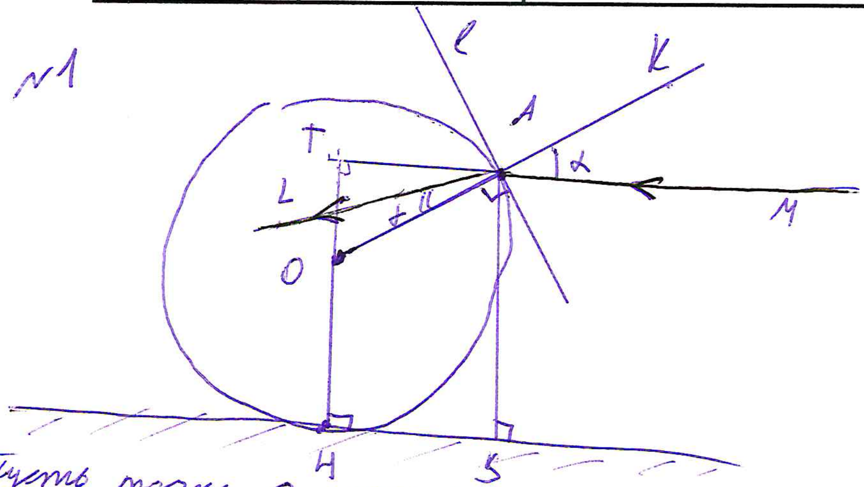
Личная подпись ____________

Шифр 020932

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
47	19.03.	москвова	

№1



Пусть точка O – центр шара, H - точка касания шара с поверхностью, A - точка, в которой луч падает на шар.
Пусть l - касательная к окружности в этой точке. Она перпендикулярна к радиусу окружности OA, проведенному в точку A. Так как $AK \perp l$, то ~~∠KAM~~ ∠KAM = α - угол падения, а ∠LAO = γ - угол преломления.
Продолжим прямые AM и OH до их пересечения в точке T.
Тогда $TH = h_1$; $OT = TH - OH = h_1 - R$; ∠OAT = ∠KAM = α (вертикальные)

из △ATO: $\sin\alpha = \frac{OT}{OA} = \frac{h_1 - R}{R}$

Запишем закон преломления света:

$$n = \frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} \Leftrightarrow \sin\gamma = \frac{\sin\alpha}{n} = \frac{h_1 - R}{nR} \Leftrightarrow \gamma = \arcsin\left(\frac{h_1 - R}{nR}\right)$$

$$\gamma \approx 15{,}47^0$$

Ответ: $\gamma \approx 15{,}47^0$ ✓ 10 б

№2. Пусть ~~[illegible]~~ в первом состоянии давление газа равно p_0; температура - T_0; объём - V_0.

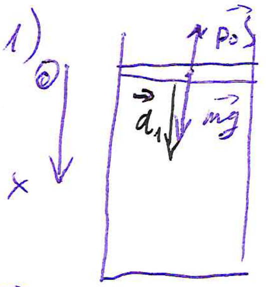
$P_0 = 10000$ Па
$T_0 = 300$ K
$V_0 = 2 \cdot 10^{-3}$ м³

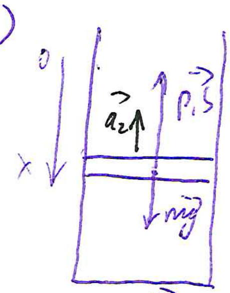
А во втором состоянии эти величины равны соответственно p_1; T_1; V_1

о для
бы

Шифр 020932

Запишем второй закон ~~Ньютона~~ для ~~этих~~ двух состояний:

1) 

2) 

$\vec{p_0 S} + m\vec{g} = m\vec{a_1}$

в проекции на ось Ox:

$-p_0 S + mg = ma_1$

$a_1 = g - \frac{p_0 S}{m}$

$\vec{p_1 S} + m\vec{g} = m\vec{a_2}$

в проекции на ось Ox:

$-p_1 S + mg = -ma_2$

$a_2 = \frac{p_1 S}{m} - g$

Так как $a_2 = \frac{1}{2} a_1$, получим $g - \frac{p_0 S}{m} = 2\frac{p_1 S}{m} - 2g$

$\frac{2p_1 S}{m} = 3g - \frac{p_0 S}{m}$

$p_1 = \frac{3mg}{2S} - \frac{p_0}{2}$; $p_1 = 70000$ Па

Запишем теперь первый закон термодинамики для газа:

$\Delta U = A_1 + Q$; $Q = 0 \Rightarrow \Delta U = A_1$; где A_1 – работа силы тяжести поршня.

$\Delta U = A_1 = mg\Delta h$

$\frac{3}{2}\nu R\Delta T = mg\Delta H \quad | \cdot S$

$\frac{3}{2}\nu R\Delta T S = mg\Delta V$,

$\nu = \frac{p_0 V_0}{R T_0}$ (из ур-я Клапейрона-Менделеева),

тогда $\Delta V = \frac{3p_0 V_0 S\Delta T}{2T_0 mg}$ (1)

Запишем уравнения Клапейрона-Менделеева для 2 состояний.
И поделим эти ур-я друг на друга.

$\frac{p_0 V_0}{p_1 V_1} = \frac{\nu R T_0}{\nu R T_1} \Rightarrow \frac{p_0 V_0}{p_1 V_1} = \frac{T_0}{T_1} \Rightarrow V_1 = \frac{p_0 V_0 T_1}{p_1 T_0}$; $V_1 = V_0 - \Delta V$; $\Rightarrow$
$T_1 = T_0 + \Delta T$

$V_0 - \Delta V = \frac{p_0 V_0 (T_0 + \Delta T)}{p_1 T_0} \Rightarrow \Delta V = V_0 - \frac{p_0 V_0}{p_1} - \frac{p_0 V_0 \Delta T}{p_1 T_0}$

Подставим в это уравнение выражение (1)

$\frac{3p_0 V_0 S\Delta T}{2T_0 mg} = V_0 - \frac{p_0 V_0}{p_1} - \frac{p_0 V_0 \Delta T}{p_1 T_0}$

$\Delta T\left(\frac{3p_0 V_0 S}{2T_0 mg} + \frac{p_0 V_0}{p_1 T_0}\right) = V_0\left(\frac{p_1 - p_0}{p_1}\right)$

Шифр 020932

$$\cancel{\Delta T = V_0\left(\frac{P_1-P_0}{P_1}\right) : \left(\frac{3KS}{2mg}+\frac{P_0V_0}{P_1T_0}\right) = \frac{V_0(P_1-P_0)}{\left(\frac{3KSP_1}{2mg}+\frac{P_0V_0}{T_0}\right)}}$$

$$\boxed{\Delta T = \frac{T_0(P_1-P_0)}{P_0\left(\frac{3SP_1}{2mg}+1\right)}} \quad (2)$$

$\Delta T = 580{,}6\ K$ $\quad$ $\boxed{T_1 = T_0 + \Delta T = 880{,}6\ K}$

Подставим выражение (2) в выражение (1)

$$\cancel{\Delta V = \frac{3V_0\Delta T S(P_1-P_0)}{(3KSP_1+2mg\frac{P_0V_0}{T_0})}}$$

$$\boxed{\Delta V = \frac{3V_0S(P_1-P_0)}{6SP_1+2mg}} \quad \boxed{\Delta V = 0{,}69\ л}$$

$$\boxed{V_1 = V_0 - \Delta V = 1{,}31\ л}$$

Ответ: $T_1 = 880{,}6K$; $V_1 = 1{,}31\ л$

10

№3. Запишем закон сохранения импульса:

$m\upsilon + 0 = (m+M)u$; где u – скорость системы тел после столкновения

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

Повышение температуры тел происходит за счёт выделения теплоты Q при столкновении. Поэтому чем больше величина Q, тем больше изменение температуры.

Запишем закон сохранения энергии:

$E_{k0} = E_{k1} + Q$

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

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

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

Значение $\frac{\upsilon^2}{2} = const$, поэтому чем больше значение $\frac{Mm}{M+m}$, тем больше Q.

Зафиксируем значение m, а значение M будем изменять.

Рассмотрим функцию $f(M) = \frac{Mm}{M+m}$

$f'(M) = \frac{m^2 - mM}{(M+m)^2}$ Найдём точки экстремума ф-ции.

$f'(M) = 0 \Leftrightarrow \frac{m^2-mM}{(m+M)^2} = 0 \Leftrightarrow m^2 - mM = 0$

$\left[\begin{array}{l} m=0 \\ M=m \end{array}\right.$ – точка максимума функции

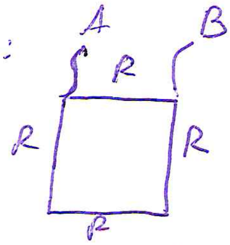
Значит, Q максимально при $M:m = 1:1$

Ответ: $M:m = 1:1$

10

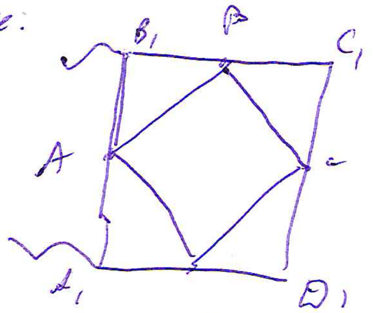
№5. Пусть сопротивление ~~...~~ стороны квадрата ABCD равно R, а квадрата $A_1B_1C_1D_1$ — $2r$. Выразим результаты измерения через эти сопротивления

1 измерение:

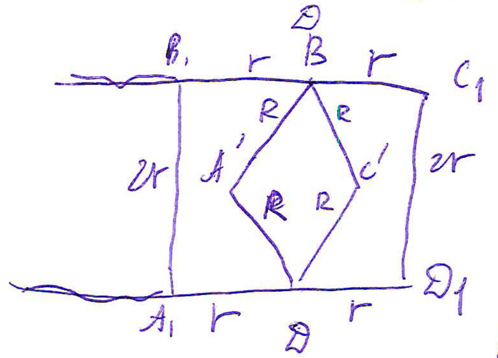


$$R_1 = \frac{3R\cdot R}{3R+R} = \frac{3}{4}R$$

2 измерение:



Нарисуем эквивалентную схему, разъединив узлы A и C на узлы с тем же потенциалом:



$$R_{BC_1D_1D} = 4r$$

$$R_{BA'DC'} = \frac{2R\cdot 2R}{2R+2R} = R$$

$$R_{BA'DD_1C_1} = \frac{4r\cdot R}{4r+R}$$

$$R_{B_1C_1D_1A_1} = \frac{4rR}{4r+R} + 2r = 2r\left(\frac{2R}{4r+R}+1\right) = 2r\left(\frac{4r+3R}{4r+R}\right)$$

65

$$R_2 = \frac{2r\cdot 2r\left(\frac{4r+3R}{4r+R}\right)}{2r+2r\left(\frac{4r+3R}{4r+R}\right)} = \frac{2r\cdot 2r\left(\frac{4r+3R}{4r+R}\right)}{2r\left(1+\frac{4r+3R}{4r+R}\right)} = \frac{2r(4r+3R)}{8R+4r} = \frac{r(4r+3R)}{4R+2r} = \frac{4r^2+3Rr}{4R+2r}$$

Так как показания при измерениях оказались равны, то

$$R_1 = R_2 \Rightarrow \frac{4r^2+3Rr}{4R+2r} = \frac{3R}{4} \Leftrightarrow 16r^2+12Rr = 12R^2+6Rr$$

$$16r^2+6Rr-12R^2=0 \mid :2$$

$$8r^2+3Rr-6R^2=0 \mid :R^2$$

$8\frac{r^2}{R^2} + 3\cdot\frac{r}{R} - 6 = 0$; Пусть $k=\frac{r}{R}$, тогда $8k^2+3k-6=0$

Решая уравнения, получим

$$k = \frac{\sqrt{201}-3}{16} \Leftrightarrow \frac{r}{R} = \frac{\sqrt{201}-3}{16} \Leftrightarrow \frac{\rho l}{S_1}\cdot\frac{S_2}{\rho l} = \frac{\sqrt{201}-3}{16} \Rightarrow S_2:S_1 = \frac{\sqrt{201}-3}{16}$$

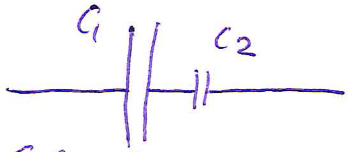
$$S_2:S_1 \approx 0{,}7$$

Ответ: $S_2:S_1 \approx 0{,}7$

› для
бы

Шифр 20932

№4. Данный конденсатор можно заменить системой из двух конденсаторов, соединённых последовательно;



$$C_1 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 \cdot S}{d} \quad +$$

$$C_2 = \frac{\varepsilon_0 \cdot L^2}{L} = \varepsilon_0 \cdot L \quad + \qquad 6б$$

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} \cdot \varepsilon_0 L}{\frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} + \varepsilon_0 L} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0^2 SL}{\varepsilon \varepsilon_0 S + \varepsilon_0 dL} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 SL}{\varepsilon S + dL}$$

Ответ: $C = \dfrac{\varepsilon \varepsilon_0 SL}{\varepsilon S + dL}$

6 страниц