

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА
ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

019365

Шифр

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	ФИЗИКА																					
2.	Вариант																						
3.	Класс	11																					
4.	Фамилия	С	У	Х	О	В	А																
	Имя	П	О	Л	И	Н	А																
	Отчество	А	Н	Д	Р	Е	Е	В	Н	А													
5.	Дата рождения	1	5			0	4			2	0	0	3										
		Число		Месяц		Год																	
6.	Регион (пр: Томская обл., Алтайский край)	КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ																					
7.	Вид муниципального образования (пр: село, город, пгт, деревня)	ГОРОД																					
8.	Населенный пункт (пр: Томск, Кемерово, Асино)	КРАСНОЯРСК																					
9.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	МАОУ ГИМНАЗИЯ №13 "АКАДЕМ"																					

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

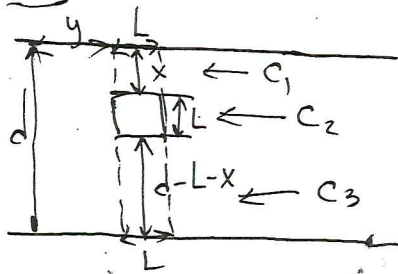
Личная подпись



Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
675	19.03.2020	Червишнев Александр Сергеевич	Александр

4

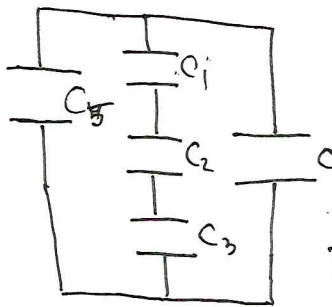


$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

$$1) \begin{cases} C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 L^2}{x} \\ C_2 = \frac{\epsilon_0 L^2}{L} = \frac{\epsilon_0 L}{1} \\ C_3 = \frac{\epsilon \epsilon_0 L^2}{d-L-x} \end{cases}$$

конденсаторы с ёмкост. C_1, C_2 и C_3 соединены последовательно, то

$$2) \frac{1}{C_{123}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{x}{\epsilon \epsilon_0 L^2} + \frac{d-L-x}{\epsilon \epsilon_0 L^2} + \frac{1}{\epsilon_0 L} =$$



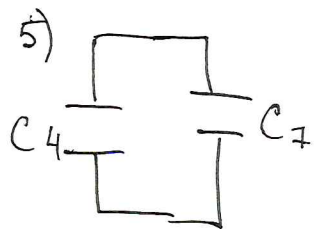
$$= \frac{d-L}{\epsilon \epsilon_0 L^2} + \frac{1}{\epsilon_0 L} = \frac{d-L+\epsilon L}{\epsilon \epsilon_0 L^2}$$

$$3) C_{123} = \frac{\epsilon \epsilon_0 L^2}{d-L+\epsilon L} = C_4$$

$$4) \begin{cases} C_5 = \frac{\epsilon \epsilon_0 y^2}{d} \\ C_6 = \frac{\epsilon \epsilon_0 (S-L^2-y^2)}{d} \end{cases}$$

, т.к. C_5 и C_6 соединены параллельно, то:

$$C_{56} = \frac{\epsilon \epsilon_0 (S-L^2)}{d} = C_7$$



, т.к. C_4 и C_7 соединены параллельно, то

$$C_{од.} = C_4 + C_7 = \frac{\epsilon \epsilon_0 L^2}{d-L+\epsilon L} + \frac{\epsilon \epsilon_0 (S-L^2)}{d} =$$

$$= \frac{\epsilon \epsilon_0 L^2 \cdot d + \epsilon \epsilon_0 (S-L^2)(d-L+\epsilon L)}{d(d-L+\epsilon L)} = \frac{\epsilon \epsilon_0 (L^2 d + Sd - SL + \epsilon L^2 d + L^3 \epsilon^2)}{d(d-L+\epsilon L)}$$

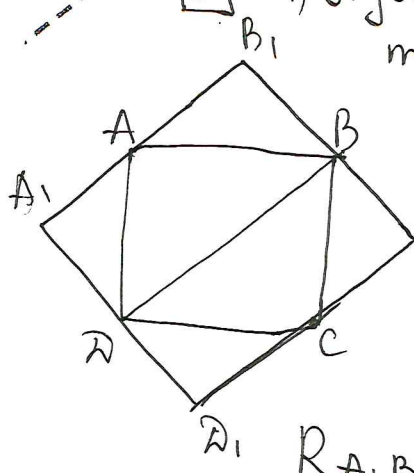
$$= \frac{\epsilon \epsilon_0 S(d-L+\epsilon L)}{d(d-L+\epsilon L)} + \frac{\epsilon \epsilon_0 L^3(1-\epsilon)}{d(d-L+\epsilon L)} = \frac{\epsilon \epsilon_0 (S-L^2)}{d} + \frac{\epsilon \epsilon_0 L^3(\epsilon-1)}{d(d-L+\epsilon L)}$$

Ответ: $\frac{\epsilon \epsilon_0 (S-L^2)}{d}$

235

5

1) Пусть $A_1B_1 = a$, тогда $R_{A_1B_1} = \rho \cdot a$. Т.к. $A_1B_1 = a$,
 то $BA = A_1B_1 = a$. Тогда т.к. $S_{A_1B_1}$
 $ABCA$ - квадрат и $AA = AB$, то $2AB^2 = BA^2$
 $AB = \frac{\sqrt{2}}{2} a$



2) $R_{AB} = \frac{\rho \cdot \sqrt{2} a}{2 \cdot S_{AB}}$

3) $\frac{R_{A_1B_1}}{R_{AB}} = \frac{\rho \cdot a \cdot 2 \cdot S_{AB}}{S_{A_1B_1} \cdot \rho \cdot \sqrt{2} \cdot a} = \frac{\sqrt{2} \cdot S_{AB}}{S_{A_1B_1}}$, т.к.

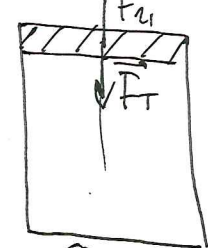
$R_{A_1B_1} = R_{AB}$, то $S_{A_1B_1} = \sqrt{2} S_{AB}$, тогда $\frac{S_{A_1B_1}}{S_{AB}} = \sqrt{2}$

Ответ:

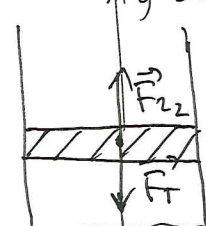
$\frac{S_{A_1B_1}}{S_{AB}} = \sqrt{2}$; $\frac{S_{AB}}{S_{A_1B_1}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

По 23. Ньютона: $m\vec{a} = \sum \vec{F}$

2



1) мал. пол.



2) некот. моментвр.

1) Оу: $-ma_0 = F_{21} - FT$ (1)

Оу: $ma = F_{22} - FT$ (2) т.к. из 1 и 2 ур.

$2a = a_0$, то выразим a_0 и a :

$$\begin{cases} a_0 = \frac{mg - F_{21}}{m} \\ a = \frac{F_{22} - mg}{m} \end{cases}$$

- $m = 10 \text{ кг}$
- $p_0 = 10^4 \text{ Па}$
- $S = 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$
- $T_0 = 300 \text{ К}$
- $V_0 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$
- $p_{атм} = 0$
- $a = \frac{a_0}{2}$

2) $2 \frac{(F_{22} - mg)}{m} = \frac{mg - F_{21}}{m}$

$2 \cdot F_{22} - 2mg = mg - F_{21}$

$3mg = 2F_{22} + F_{21}$

3) По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$pV = \nu RT$

$\frac{3mg}{S} = \frac{2\nu RT}{V} + \frac{\nu RT_0}{V_0}$

$\frac{3mg}{S\nu R} = \frac{2T}{V} + \frac{T_0}{V_0}$

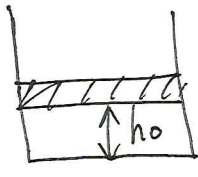
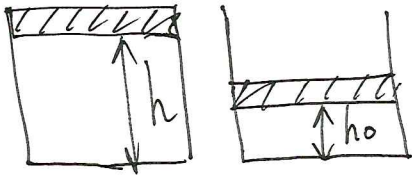
$\frac{T}{V} = \frac{3mg - T_0}{2\nu RS} \cdot \frac{1}{2V_0}$, т.к. в начальный момент времени

$p_0 V_0 = \nu RT_0$, то $\nu = \frac{p_0 V_0}{RT_0}$, тогда

$\frac{T}{V} = \frac{3mg \cdot R \cdot T_0 - T_0}{2 p_0 V_0 \cdot R} \cdot \frac{1}{2V_0} = \frac{T_0}{2V_0} \cdot \left(\frac{3mg}{p_0 S} - 1 \right) = \frac{T_0 \cdot (3mg - p_0 S)}{2V_0 \cdot p_0 S}$

4) $pV = \nu RT$
 $p = \nu R \cdot \frac{T}{V} = \frac{p_0 V_0}{RT_0} \cdot R \cdot \frac{T_0 (3mg - p_0 S)}{2V_0 \cdot p_0 S} = \frac{3mg - p_0 S}{S}$

5) Запасённая поршень потенциальная энергия идёт на теплоту и потенциальную энергию в некотором состоянии: $mg h = mg h_0 + Q + \frac{m v^2}{2}$, а также на кинетическую энергию.²
(по 3-сохр. механической энергии)



6) По 3. измен. кинетической энергии:
 $\Delta W_{кин.} = A_{сш}$

$$\frac{m(v^2 - v_0^2)}{2} = mg h - mg h_0 + A_{сш}, \text{ т.к. } v_0 = 0, \text{ то: } \frac{m v^2}{2} = mg h - mg h_0 + A_{сш}$$

7) из п. 6 и п. 5: $mg h = mg h_0 + mg h - mg h_0 + A_{сш} + Q$, т.к. по 2 3. термодинамики количество теплоты, переданное газу идёт на его работу и изменение внутренней энергии:
 $0 = A_{сш} + A_{сш} + \Delta U$

$$\Delta U = -2A_{сш}$$

Работа газа вычисляется как площадь под графиком $p(V)$. (p ↑, V ↓). Тогда $A_{сш} = \frac{p + p_0}{2} \cdot (V_0 - V)$

8) $\Delta U = \frac{p + p_0}{2} (V_0 - V)$
 $\frac{3}{2} \nu R (T - T_0) = \frac{p + p_0}{2} (V_0 - V)$
 $3 \nu R (T - T_0) = (p + p_0) (V_0 - V)$
 $\frac{3 p_0 V_0 \cdot R (T - T_0)}{R T_0} = (p + p_0) (V_0 - V)$

$$\frac{3 p_0 V_0 \cdot \Delta T}{T_0} = (p_0 + p) \Delta V$$

$$\frac{\Delta T}{\Delta V} = \frac{(p_0 + p) T_0}{3 p_0 V_0} = \frac{(p_0 S + 3mg - p_0 S) T_0}{3 p_0 V_0 S}$$

$$= \frac{3mg T_0}{3 p_0 V_0 S} = \frac{mg T_0}{p_0 V_0 S}$$

9) $\frac{T}{V} = \frac{(3mg - p_0 S) T_0}{2 \cdot p_0 V_0 S} = \frac{(3 \cdot 10 \text{ кН} \cdot 10 \frac{\text{М}}{\text{к}} - 10^4 \text{ Па} \cdot 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2) \cdot 300 \text{ К}}{2 \cdot 10^4 \text{ Па} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 1050 \cdot 10^3 \frac{\text{К}}{\text{м}^3}$
 $\frac{\Delta T}{\Delta V} = \frac{mg T_0}{p_0 V_0 S} = \frac{10 \text{ кН} \cdot 10 \frac{\text{М}}{\text{к}} \cdot 300 \text{ К}}{10^4 \text{ Па} \cdot 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 750 \cdot 10^3 \frac{\text{К}}{\text{м}^3}$

$$(10) \frac{T_0 + \Delta T}{V_0 - \Delta V} = 1050 \cdot 10^3 \frac{\text{K}}{\text{м}^3}$$

$$\Delta T = 750 \cdot 10^3 \frac{\text{K}}{\text{м}^3} \cdot \Delta V$$

$$T_0 = 300 \text{ K}$$

$$T_0 + 750 \cdot 10^3 \frac{\text{K}}{\text{м}^3} \cdot \Delta V$$

$$\frac{2 \cdot 10^{-3} \text{м}^3 - \Delta V}{2 \cdot 10^{-3} \text{м}^3 - \Delta V} = 1050 \cdot 10^3 \frac{\text{K}}{\text{м}^3}$$

$$300 \text{ K} + 750 \cdot 10^3 \frac{\text{K}}{\text{м}^3} \cdot \Delta V = 2100 \text{ K} - 1050 \cdot 10^3 \frac{\text{K}}{\text{м}^3} \cdot \Delta V$$

$$\Delta V = \frac{1800 \text{ K}}{1800 \frac{\text{K}}{\text{м}^3} \cdot 10^3} = 10^{-3} \text{ м}^3 \Rightarrow V = V_0 - \Delta V = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 - 10^{-3} \text{ м}^3 = 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$11) \Delta T = 750 \cdot 10^3 \frac{\text{K}}{\text{м}^3} \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 750 \text{ K} \Rightarrow T = T_0 + \Delta T = 300 \text{ K} + 750 \text{ K} = 1050 \text{ K}$$

Ответ: 10^{-3} м^3 ; 1050 K . —

98.

3) По 3. сохр. импульса: $m\vec{v} = (m+M)\vec{v}_0$

$$v_0 = \frac{mv}{m+M}$$

При столкновении часть кинетической энергии пули переходит в тепло, часть переходит в кинетическую энергию системы пули-шар.

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{(m+M)v_0^2}{2} + Q$$

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

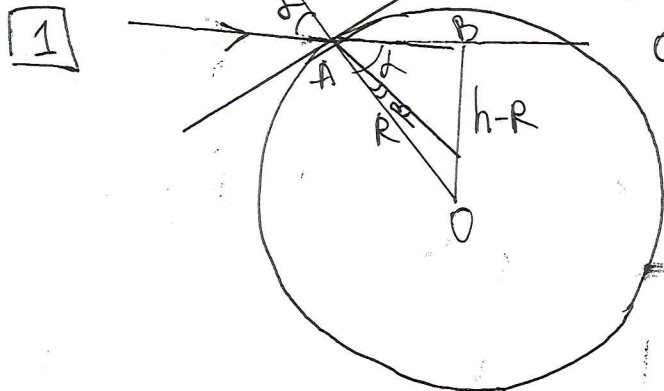
$$\frac{m^2v^2 + mMv^2 - m^2v^2}{2(m+M)} = Q$$

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

решение
продолжение задачи под (*)

1) Пусть угол падения равен α .

Построим касательную к окружности в точке падения луча света и проведем радиус окружности в точку касания $R \perp a$, a — касат. в точке падения.
 $\angle OAB = \alpha$.



2) $\triangle AOB: \begin{matrix} OB = h-R \\ OA = R \end{matrix} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{h-R}{R}$

3) По 3. преломление: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_{\text{ст.}}}{n_{\text{возг.}}}$, где α, β - углы преломления луча в шаре; $n_{\text{возг.}} = 1$.

$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n_{\text{ст.}}} = \frac{h-R}{R \cdot n_{\text{ст.}}} \Rightarrow \beta = \arcsin \frac{0,04 \text{ м}}{0,1 \text{ м} \cdot 1,15} = \arcsin(0,26(6))$
 $\approx 15,282^\circ$ 15,47° ✓ 108.

Ответ: $\approx 15,282^\circ$.

* продолжение 3 задачи

3) Т.к. лучи и шар выполняются из одного и того же материала, то удельная теплоёмкость идентична и у луча, и у шара. Запишем тепло, полученное системой луч-шар, через теплоёмкость:

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

$\Delta T = \frac{m \cdot M \cdot v^2}{2c(m+M)^2}$, т.к. $\Delta T = \max$ найдем

производную от ΔT причём введём переменную $x = \frac{m}{M} \Rightarrow m = xM$

$\Delta T = \frac{xM \cdot M \cdot v^2}{2(x+1)^2 M^2 \cdot c} = \frac{xv^2}{2(x+1)c}$, т.к. $v = \text{const}$, то $c = \text{const}$

$\Delta T' = \frac{2v^2(x+1)^2 \cdot c - 4(x+1) \cdot c \cdot xv^2}{4c^2 \cdot (x+1)^4}$

$\Delta T' = \frac{c \cdot 2v^2 \cdot x^2 + 4v^2 \cdot c \cdot x + 2v^2 c - 4x^2 \cdot c \cdot v^2}{4c^2(x+1)^4} = \frac{4cxv^2}{4c^2(x+1)^4}$

$\Delta T' = \frac{-2x^2 \cdot c \cdot v^2 + 2v^2 c}{4c^2(x+1)^4}$

$\Delta T' = \frac{cv^2}{4c^2} \cdot \left(\frac{-2x^2 + 2}{(x+1)^4} \right)$, рассмотрим

$\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = 2$, $x = 1$ 158.