019372

Шифр

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

заключительного этапа

1.	Предмет	физика
2.	Вариант	
3.	Класс	11
4.	Фамилия	ГОЛЫХ
	Имя	АЛЕКСАНДР
	Отчество	АНДРЕЕВИЧ
5.	Дата рождения	05 (Число) 07 (Месяц) 2002 (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

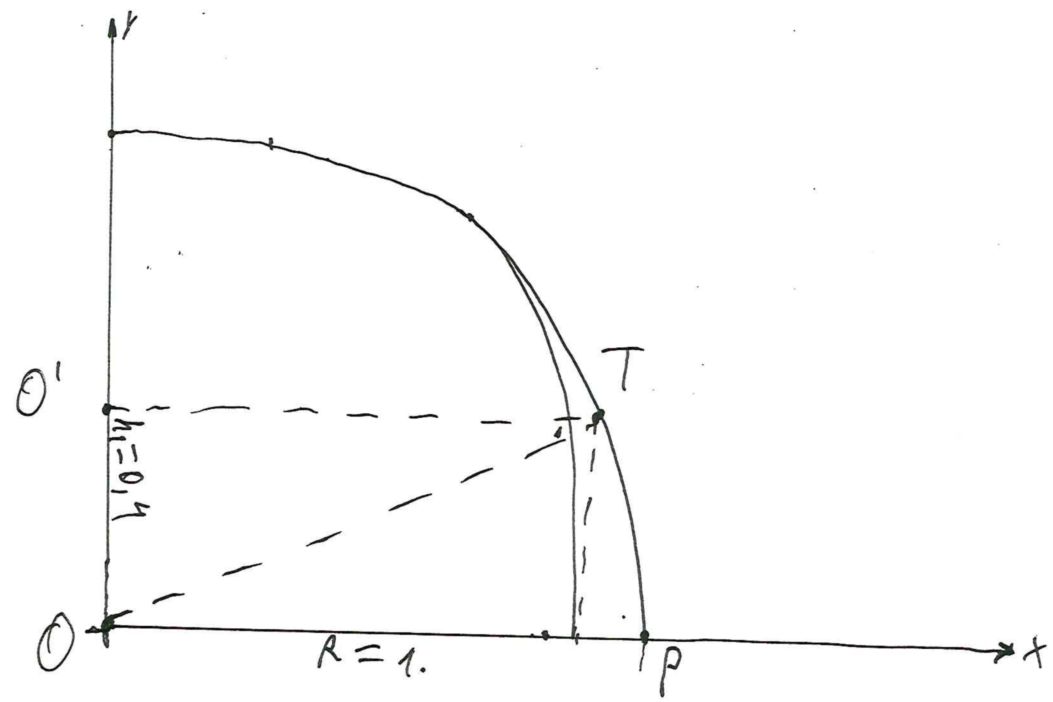
Личная подпись Голых

Шифр 019372

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
50б.	19.03.2020	Червинская Анна Сергеевна	АЧер-

№ 1.



1) На рисунке изображена одна четверть шара. Т – точка в которую падает луч, О – центр шара, $O'T \parallel Ox$, тк это проэкция плоскости в которой луч падает на шар на плоскость (ОХУ).

Введём систему координат (хОу).

$O(0;0)$; $P(R;0)$; $O'(0;h_1)$.

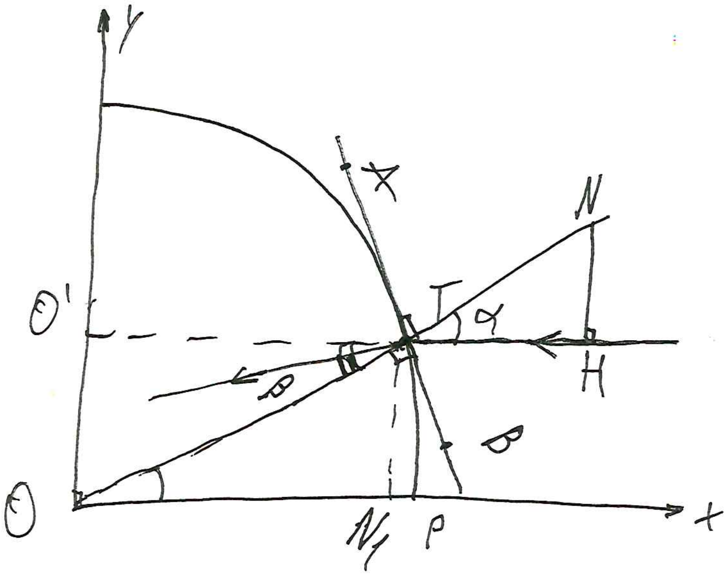
$T(x_T;h_1)$.

Уравнение окружности: $x^2+y^2=R^2$

$x_T^2+h_1^2=R^2$

$x_T^2=R^2-h_1^2$

2)



Проведём к окружности ~~перпендикуляр в точке~~ касательную в месте падения луча — в точке T.
OT — радиус → OT ⊥ касательной.

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{n}{n_{воздух.}} = n.$$

~~Луч летит по прямой~~ O'T, пока не попадёт в шар → ~~TH ∈ O'T → TH~~ ⊥ Ox →

Опустим из точки ~~на~~ прямой OT N перпендикуляр в точку H, лежащую на прямой OT. Получаем прямоугольный ΔTNH. ∠NTH и ∠OTO' — вертикальные → ∠NTH = ∠OTO' → ΔNTH ~ ΔOTO' →

O'T ∥ Ox → ∠TOP = ∠OTO', как накрест лежащие при секущей OT. → ΔOTO' = ΔOPT т.к. ∠TOP = ∠OTO', OT — общая, OP = O'T.

Шифр 019372

$\cancel{\triangle OPT = \triangle OTO' \rightarrow \triangle OPT \sim \triangle TNH \rightarrow}$

$\cancel{\rightarrow \sin\alpha =} \sin\angle$

Поскольку $\angle TOP = \angle OTO' = \alpha$,

$\sin\alpha = \sin\angle TOP = \cancel{\frac{ON_1}{OT}} \; \frac{TN_1}{OT}$

$ON_1 = O'T$, т.к. $\cancel{O}$ TN_1 — перпендикуляр к Ox,

$\rightarrow OO'TN_1$ — прямоугольник $\rightarrow N_1T = O'T$.

$N_1T = O'T = h_1$

OT — радиус, $OT = R$;

$$\sin\alpha = \frac{h_1}{R}.$$

$$\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n}$$

$$\sin\beta = \frac{h_1}{nR}$$

$$\sin\beta = \frac{0{,}14\,м - R}{1{,}5 \cdot 0{,}1\,м} = 0{,}093$$

$\beta = \arcsin 0{,}093$

8б

Шифр 019372

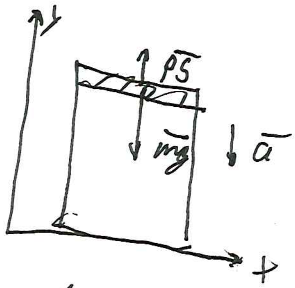
№ 2 Дано: $V_0 = 2$ л, $m = 10$кг, $S = 20$см^2, He, $p_0 = 10^5$Па, $T_0 = 300$K, $p_{атм} = 0$, $a_1 = \frac{1}{2} a_0$

Найти: p_1, V_1.

Решение:

1) Поршень опускают:

$ma_0 = mg - p_0 S$



2) $ma_1 = mg - p_1 S = \frac{1}{2} ma_0 = \frac{1}{2}(mg - p_0 S)$

~~$2ma_1 = mg$~~

$2mg - 2p_1 S = mg - p_0 S$

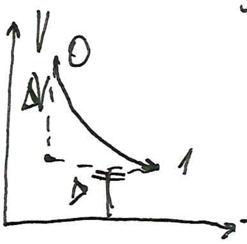
$mg = 2p_1 S - p_0 S$

$p_1 = \frac{mg + p_0 S}{2S}$

3) $p_0 V_0 = \frac{3}{2} \nu R T_0$

$\nu R = \frac{2}{3} \frac{p_0 V_0}{T_0}$

4)



$Q = 0$, т.к. тепло не передаётся из теплоизолированного сосуда.

$Q = A + \Delta U = \Delta U - A'$, A' — работа, совершённая над газом.

A' — ~~работа~~ силы тяжести

$A' = mg\Delta h = \frac{mg\Delta h}{S}$

$A' = \frac{mg\Delta V}{S}$

Шифр 19372

$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \Delta T$$

$$Q = 0 \longrightarrow A' - \Delta U = 0 \longrightarrow A' = \Delta U$$

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

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

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

$$V_1 - V_0 = \frac{3}{2}\frac{\nu R S}{mg}(T_1 - T_0)$$

$$V_1 = \frac{3}{2}\frac{\nu R S}{mg}(T_1 - T_0) + V_0$$

5)
$$\begin{cases} V_1 = \frac{3}{2}\frac{\nu R S}{mg}(T_1 - T_0) + V_0 \\ p_1 V_1 = \frac{3}{2}\nu R T_1 \\ \nu R = \frac{2}{3}\frac{p_0 V_0}{T_0} \\ p_1 = \frac{mg + p_0 S}{2S} \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_1 = \frac{3}{2}\frac{\nu R S}{mg}(T_1 - T_0) + V_0 \\ V_1 = \frac{3}{2}\frac{\nu R T_1}{p_1} \\ p_1 = \frac{mg + p_0 S}{2S} \\ \nu R = \frac{2}{3}\frac{p_0 V_0}{T_0} \end{cases}$$

$$\frac{3}{2}\frac{\nu R S}{mg}(T_1 - T_0) + V_0 = \frac{3}{2}\frac{\nu R T_1}{p_1}$$

$$\frac{3}{2}\nu R\left(\frac{S}{mg}T_1 - \frac{T_1}{p_1}\right) - \frac{3}{2}\frac{\nu R S}{mg}T_0 + V_0 = 0$$

Шифр 19372

$$\frac{3}{2}\frac{\nu RS}{mg}T_1-\frac{3}{2}\frac{\nu RS}{mg}T_0+V_0=\cancel{\frac{3}{2}\frac{\nu RS}{m}}\frac{3}{2}\frac{\nu R}{p_1}T_1$$

$$T_1\left(\frac{3}{2}\frac{\nu RS}{mg}-\frac{\nu R}{p_1}\right)=\frac{3}{2}\frac{\nu RST_0}{mg}-V_0$$

$$\cancel{T_1\left(T_1\frac{3}{2}\nu R\left(\frac{S}{mg}-\frac{1}{p_1}\right)=\frac{3}{2}\right)}$$

$$\frac{3}{2}\nu R\left(\frac{S}{mg}-\frac{1}{p_1}\right)T_1=\frac{3}{2}\frac{\nu RST_0}{mg}-V_0$$

$$T_1=\frac{\frac{3}{2}\frac{\nu RST_0}{mg}-V_0}{\frac{3}{2}\nu R\left(\frac{S}{mg}-\frac{1}{p_1}\right)}$$

$$T_1=\frac{\frac{p_0V_0RST_0}{T_0\,mg}-V_0}{\frac{V_0p_0}{T_0}\left(\frac{S}{mg}-\frac{1}{p_1}\right)}$$

$$p_1=\frac{mg+p_0S}{2S}=$$

$$=\frac{100+2\cdot10^{4}\cdot10^{4}}{2\cdot10^{-4}}\Pi_0=51\cdot10^{4}\ \Pi a$$

$$\cancel{\frac{p_0V_0}{T_0}}=$$

$$T_1=\frac{\frac{p_0V_0RS}{mg}-V_0}{\frac{V_0p_0}{T_0}\left(\frac{S}{mg}-\frac{1}{51}\cdot10^{-4}\right)}$$

$$T_1=\frac{\frac{10^4\cdot8{,}1\cdot2\cdot10^{-4}}{100}-2\cdot10^{-3}}{\frac{10^4\cdot2\cdot10^{-3}}{300K}\left(\frac{2\cdot10^{-4}}{100}-\frac{1}{51}\cdot10^{-4}\right)}=\frac{16{,}2\cdot10^{-2}-0{,}2\cdot10^{-2}}{6{,}67\cdot10^{-2}\left(2\cdot10^{-6}-0{,}196\cdot10^{-4}\right)}=$$

$$=\frac{16\cdot10^{-2}}{6{,}67\cdot10^{-2}\left(4\cdot10^{-8}\right)}=\frac{4}{6{,}67}\cdot10^{-2}\cdot10^{2}\cdot10^{8}=$$

$$=0{,}599\cdot10^{8}\,K=0{,}6\,K\cdot10^{8}=6\cdot10^{7}K.$$

9б.

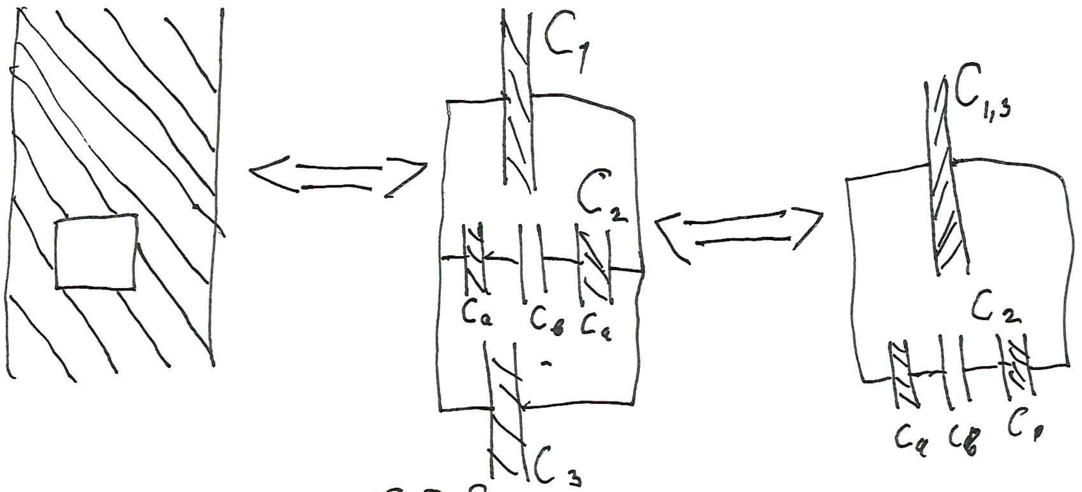
Ответ: $6\cdot10^{7}K$

Шифр 19372

№4. Дано: S, d, ε, L.

Найти: C.

Решение:



$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$$

$$C = C_{1,3} + C_2$$

$$C_{1,3} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 (S - L^2)}{d} \checkmark$$

$$\frac{1}{C_2} = \frac{1}{C_a} + \frac{1}{C_b} = \frac{2C_b + C_a}{C_a C_b}$$

$$C_2 = \frac{C_a C_b}{2C_b + C_a}$$

$$C_a = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}{d} \qquad 2C_b = \frac{2\varepsilon_0 L^2}{d}$$

$$C_2 = \left(\frac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}{d^2}\right)\left(\frac{d}{2\varepsilon_0\varepsilon L^2 + \varepsilon\varepsilon_0 L^2}\right) = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}{d(2+\varepsilon)}$$

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

Ответ: $\dfrac{\varepsilon\varepsilon_0 \left((S-L^2)(2+\varepsilon) - L^2\right)}{d(2+\varepsilon)}$

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

27б

Шифр 19372

№3. $p = const.$

$p = mv$ $\quad p = (M+m)u$, u – ~~скорость, которой получился~~ скорость, с которой покатился шар после соударения

$E_1 = \frac{mv^2}{2}$ $\quad E_2 = \frac{(m+M)u^2}{2}$

$u = \frac{mv}{(M+m)} \Rightarrow E_2 = \frac{m^2v^2}{2(M+m)}$

$Q_m = E_1 - E_2$

$Q'_m = 0$ – найдём точки минимума и максимума функции $Q(M)$,

~~$Q'_m = 0$~~

взяв M за независимую переменную, а ~~M и~~ m и v за числа.

$Q' = E_1' - E_2'$

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

$Q' = 0 - \frac{m^2v^2}{2M^2}$.

$\frac{m^2u^2}{2M^2} = 0$

$M \to \infty. \Rightarrow \frac{m}{M} \to 0$

~~Ответ~~

Ответ: чем меньше отношение $\frac{m}{M}$, тем больше выделится тепла.

—

6б