Место для скобы

ОРМ02-42

Шифр

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	ФИЗИКА
2.	Вариант	
3.	Класс	11
4.	Фамилия	ПИЧУГОВ
	Имя	КОНСТАНТИН
	Отчество	АНДРЕЕВИЧ
5.	Дата рождения	Число: 23; Месяц: 08; Год: 2002
6.	Регион *(пр: Томская обл., Алтайский край)*	Свердловская обл.
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 лицей №110 им. Л.К. Гришиной

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 ____________

Место для скобы

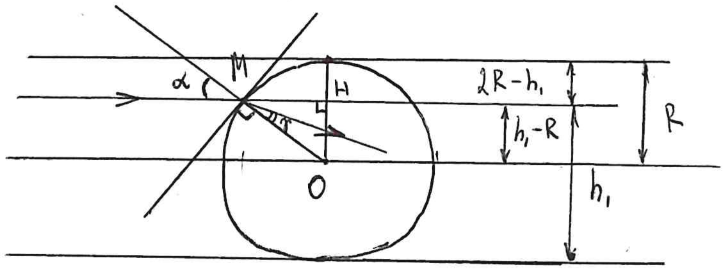
Шифр ОРМО2-42

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
10+30+~~7~~ 52 ~~47~~		Воронцов А.А	А. Воронц

1	2	~~4~~	3
10	8	12	12

№1.



Дано:

$R = 0{,}1$ м

$h_1 = 0{,}14$ м

$n = 1{,}5$

Найти: γ - ?

Решение:

По рисунку: $\angle\alpha$ – угол падения

$\angle\gamma$ - угол преломления

$\angle\alpha = \angle HMO$, как ~~н~~ н/л углы.

Рассм. $\triangle HMO$:

$HO = h_1 - R$

$MO = R$

$\Rightarrow \sin\angle HMO = \dfrac{HO}{MO} = \dfrac{h_1 - R}{R} = \sin\alpha$ ✓

По з-ну преломления света:

$\sin\alpha \cdot n_1 = \sin\gamma \cdot n$, где n_1 – показатель преломления воздуха.

$n_1 = 1$.

$\sin\alpha = \sin\gamma \cdot n$

$$\sin\gamma = \frac{\sin\alpha}{n} = \frac{h_1 - R}{Rn} \Rightarrow \gamma = \arcsin\left(\frac{h_1 - R}{Rn}\right) \approx 15{,}47^\circ$$

Ответ: $15{,}47^\circ$. ✓ ~~10~~ 8

№2 Дано: He

$V_0 = 2$ л

$m = 10$ кг

$S = 20$ см^2

$p_0 = 10$ кПа

$T_0 = 300$ K

V, T - ?

Решение:

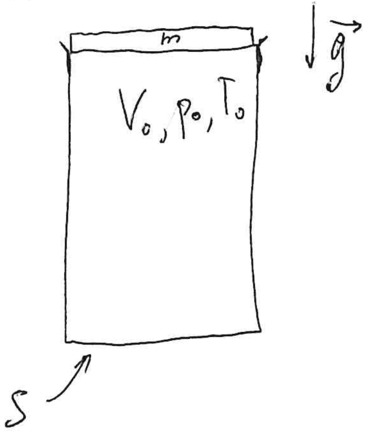
$V_0 = 2 \cdot 10^{-3}$ м^3

$S = 20 \cdot 10^{-4}$ м^2 $= 2 \cdot 10^{-3}$ м^2

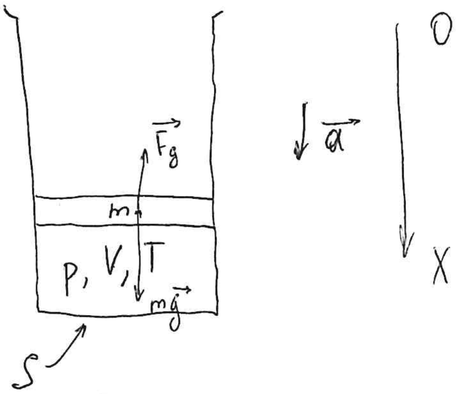
$p_0 = 10 \cdot 10^3$ Па

т.к. газ – He $\Rightarrow$ $i = 3$ (число степеней свободы).

До:



После:



Случай после:

По II з-ну Ньютона:

$$m\vec{g} + \vec{F_g} = m\vec{a}$$

$$Ox: \; mg - F_g = ma$$

т.к. необходимы измерения, когда ускорение вдвое меньше начального, а начальное это $\vec{g}$ по условию $\Rightarrow$

$$a = \frac{g}{2} \; ?$$

$$F_g = p \cdot S$$

$$mg - p \cdot S = \frac{mg}{2}$$

25

$$pS = \frac{3mg}{2}$$

$$p = \frac{3mg}{2S} = 75 \text{ кПа}$$

Шифр ОРМ02-42

Для газа (He) справедлив универсальный газовый закон:

$$\frac{pV}{T} = const \Rightarrow$$

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{pV}{T} \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{pV}{p_0 V_0} \Rightarrow T = \frac{pV}{p_0 V_0} \cdot T_0 \cancel{= \frac{pV 2S}{3mgV_0} \cdot T_0}$$

$$T = \frac{3mgV}{2S \cdot p_0 V_0} \cdot T_0 = \frac{3mg T_0}{2S p_0 V_0} V = \frac{15}{2} \cdot \frac{T_0}{V_0} \cdot V$$

2б

$\exists$ h_0 - высота сосуда, h - высота, на которой будет поршень.

$$h_0 = \frac{V_0}{S} = 1 м \quad ; \; h = \frac{V}{S}$$

Так как система теплоизолирована $\Rightarrow$ газ не получает теплоты ($Q = 0$)

По I закону термодинамики:

$Q = \Delta U + A'$, где A' - работа газа.

$\Delta U = -A'$

$\Delta U = A$, где A - работа над газом или работа поршня.

$$A = F_{тяж.}(h_0 - h) = mgh_0 - mgh = mgh_0 - mg\frac{V}{S}$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \cdot \nu RT - \frac{i}{2}\nu RT_0 = \frac{i}{2}\nu R \cdot \frac{15}{2} \cdot \frac{T_0}{V_0} V - \frac{i}{2}\nu RT_0 = \frac{15 i}{4} \nu R \cdot \frac{T_0}{V_0} V - \frac{i}{2}\nu RT_0$$

По ур-нию Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT$$

$$p_0 V_0 = \nu RT_0 \Rightarrow \nu = \frac{p_0 V_0}{RT_0}$$

$$\Delta U = \frac{15}{4} i \cdot V \cdot \frac{p_0 V_0}{R T_0} \cdot R \cdot \frac{T_0}{V_0} - \frac{i}{2} \cdot \frac{p_0 V_0}{R T_0} \cdot R \cdot T_0 = \frac{15}{4} i\, p_0 V - \frac{i}{2} p_0 V_0$$

$$\frac{15}{4} i\, p_0 V - \frac{i}{2} p_0 V_0 = mgh_0 - \frac{mg}{S} V$$

4 страница

Место для скобы

Шифр ОРИ02-42

$$\frac{15}{4} i p_0 V + \frac{mg}{S} V = mgh_0 + \frac{i}{2} p_0 V_0$$

$$V = \frac{mgh_0 + \frac{i}{2} p_0 V_0}{\frac{15}{4} i p_0 + \frac{mg}{S}} = 8 \cdot 10^{-4} м^3 = 0{,}8 л$$

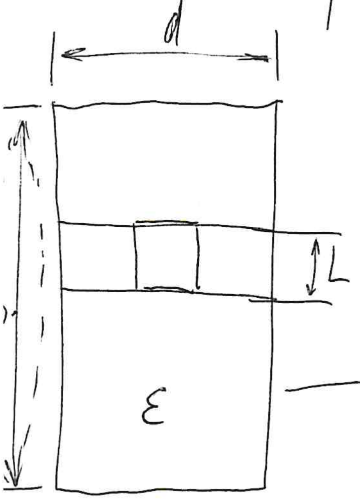
$$T = \frac{15}{2} \cdot \frac{T_0}{V_0} \cdot V = 900 K$$

Ответ: 0,8 л ; 900 K

4б.

№4. Дано:
$S; d; \varepsilon; L$

$C - ?$



Решение:

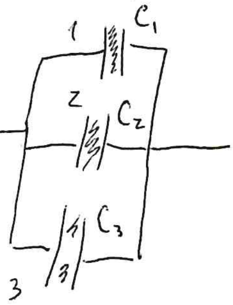
Так как конденсатор плоский =>

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

2б

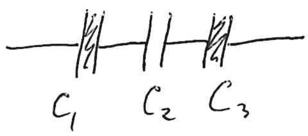
Однако в диэлектрике есть ёмкость с воздухом, у которого $\varepsilon = 1$.

Разделим конденсатор на три параллельно соединённых:



Два из них полностью заполнены диэлектриком, а один имеет часть с воздушной ёмкостью.

Расделим ~~конд~~ 3 конденсатор на 3 последовательно соединённых:



два из них заполнены диэлектриком один полностью в воздушной ёмкости.

Рассм. 2 систему (3 последов.) Шифр ОРМ02-42

$C_1 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S_3}{d_1}$ ч ~~б~~ По рисунку: $S_3 = L^2$

$C_2 = \frac{\varepsilon_0 S_3}{d_2}$ ч $d_2 = L$

$d_1 + d_2 + d_3 = d. \Rightarrow d_1 + d_3 = d - L.$

$C_3 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S_3}{d_3}$ ч

Последовательное соединение =>

$$\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

6б

$$\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_3} + \frac{L}{\varepsilon_0 L^2}$$

$$\frac{1}{C_0} = \frac{d_1}{\varepsilon \varepsilon_0 L^2} + \frac{d_3}{\varepsilon \varepsilon_0 L^2} + \frac{L}{\varepsilon_0 L^2} = \frac{d_1 + d_3 + \varepsilon L}{\varepsilon \varepsilon_0 L^2} = \frac{d - L + \varepsilon L}{\varepsilon \varepsilon_0 L^2} = \frac{d + L(\varepsilon - 1)}{\varepsilon \varepsilon_0 L^2}$$

$$C_0 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 L^2}{d + L(\varepsilon - 1)}$$

Рассм. 1 систему (3 параллельных):

$C_1 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S_1}{d}$ $S_1 + S_2 + S_3 = S$

$S_1 + S_2 = S - L^2$

$C_2 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S_2}{d}$

$C_3 = C_0$

Параллельное соединение =>

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S_1}{d} + \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S_2}{d} + C_0$$

Место для скобы

Шифр ОРМ02-42

$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S_1 + \varepsilon\varepsilon_0 S_2}{d} + C_0 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 (S_1+S_2)}{d} + C_0 = \frac{\varepsilon\varepsilon (S-L^2)}{d} + C_0$$

$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 (S-L^2)}{d} + \frac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}{d + L(\varepsilon-1)}$$

Ответ: $C = \dfrac{\varepsilon\varepsilon_0 (S-L^2)}{d} + \dfrac{\varepsilon\varepsilon_0 L^2}{d + L(\varepsilon-1)}$ 4б

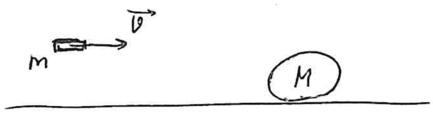
30б

№3. Дано: $m;\ v;\ M$

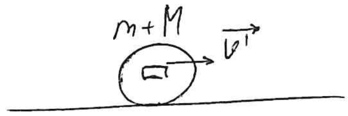
$\dfrac{M}{m}$ - ? при $Q = max$

Решение:

До:



После:



$\vec{p}_{до} = m\vec{v}$

$\vec{p}_{после} = (m+M)\vec{v'}$

По ЗСИ:

$\vec{p}_{до} = \vec{p}_{после}$

$mv = (m+M)v'$. 1б.

$v' = \dfrac{m}{m+M} v$.

По з-ну сохранения энергии:

$E_{до} = E_{после}$

$E_{до} = E_{k_1} = \dfrac{mv^2}{2}$; $E_{после} = E_{k_2} + Q = \dfrac{(m+M)v'^2}{2} + Q$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{(m+M)v'^2}{2} + Q \quad 1б$$

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

Шифр ОРМ02-42

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

2б

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

$$Q = \frac{v^2}{2} \cdot \frac{mM}{m+M} = max. \Rightarrow$$

$$\frac{mM}{m+M} = max.$$

Т.к. ищем максимум и массы шаров и пули не меняются $\Rightarrow m + M = const \Rightarrow$?

$f(m) = mM = max$

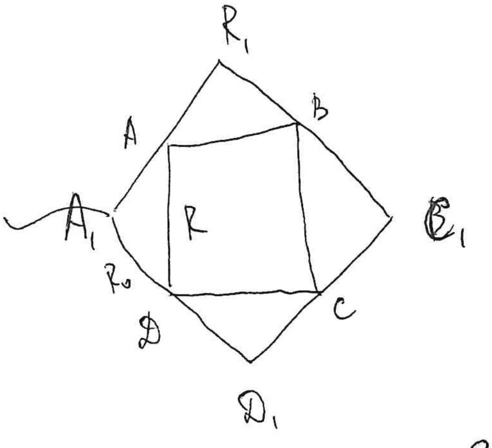
$f'(m) = M$ – точка max. $\Rightarrow$

Максимальное значение функции будет в том случае, если $m = M \Rightarrow$

$$\frac{M}{m} = 1$$ 1б

Ответ: 1. 7б

№5. Решение:



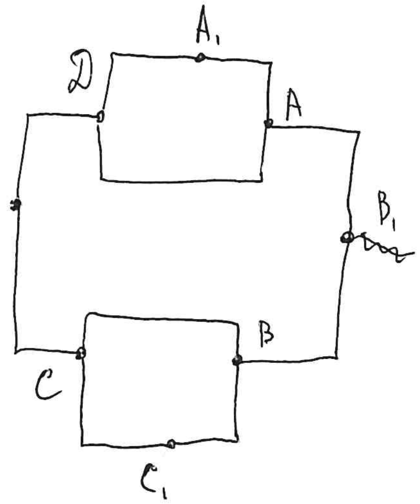
1б

] R - сопротивление участка AB.

Найдём сопротивление этого участка.

Место для скобы

Шифр ОРМ02-42



φ ~~D_1~~

Пусть R_0 - сопротивление A_1A.

~~$R_{DA_1} + R_{A_1A}$~~

ОБ

$$R'_{DA_1} = R_0 + R_0 = 2R_0$$

$$\frac{1}{R_{DA}} = \frac{1}{2R_0} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_{DA} = \frac{2R_0R}{2R_0+R}$$

$$R_1 = R_{DA} + 2\cdot R_0 = \frac{2R_0R}{2R_0+R} + 2R_0 = \frac{2R_0R + 2R_0(2R_0+R)}{2R_0+R}$$

$$R_{общ.} = 2\left(\frac{2R_0R + 2R_0(2R_0+R)}{2R_0+R}\right) = 4\cdot\left(\frac{R_0R + R_0(2R_0+R)}{2R_0+R}\right)$$

$$R_{общ} = 4\left(\frac{R_0R + 2R_0^2 + R_0R}{2R_0+R}\right) = 8\left(\frac{R_0R + R_0^2}{2R_0+R}\right) = 8R_0\left(\frac{R+R_0}{2R_0+R}\right)$$

$R_{общ.} = R$ (по усл.)

$$8R_0\cdot\frac{R+R_0}{2R_0+R} = R$$

$$\frac{R_0}{R} = \frac{2R_0+R}{8R+8R_0} \qquad R = \rho\frac{l}{S}.$$

$$\frac{\rho l_0}{S_2}\cdot\frac{S_1}{\rho l} = \frac{2R_0+R}{8R+8R_0} \quad ; \quad l_0 = \frac{\sqrt{2}l}{2}$$

$$\frac{\sqrt{2}l}{2S_2}\cdot\frac{S_1}{l} = \frac{2R_0+R}{8R+8R_0}$$

Место для скобы

Шифр ОРМ02-42

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{2}{\sqrt{2}} \cdot \left(\frac{2R_0 + R}{8R + 8R_0} \right)$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{\cancel{2}}{\cancel{8}\,4\sqrt{2}} \cdot \left(\frac{2 \cdot \rho \frac{l_0}{2S_2} + \rho \frac{l}{S_1}}{\rho \frac{l}{S_1} + \rho \frac{l_0}{S_2}} \right)$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{\sqrt{2}}{8} \cdot \left(\frac{\frac{\cancel{2}\sqrt{2}}{\cancel{2}S_2} + \frac{1}{S_1}}{\frac{1}{S_1} + \frac{\sqrt{2}}{2S_2}} \right) = \frac{\sqrt{2}}{8} \cdot \left(\frac{2\sqrt{2}S_1 + 2S_2}{2S_2 + \sqrt{2}S_1} \right)$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{\sqrt{2}}{8} \cdot \left(\frac{\sqrt{2}S_1 + S_2}{\frac{\sqrt{2}}{2}S_1 + S_2} \right) = \frac{2S_1 + \sqrt{2} \cdot S_2}{4\sqrt{2}S_1 + 8S_2}$$

$$4\sqrt{2}S_1^2 + 8S_2S_1 = 2S_1S_2 + \sqrt{2}S_2^2$$

$$4\sqrt{2}S_1^2 + 6S_2S_1 - \sqrt{2} \cdot S_2^2 = 0$$