Место для скобы

020200

Шифр

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	физика
2.	Вариант	
3.	Класс	11
4.	Фамилия	ШЕВЕЛЁВ
	Имя	АНТОН
	Отчество	МИХАЙЛОВИЧ
5.	Дата рождения	30 (Число) 07 (Месяц) 2002 (Год)
6.	Регион *(пр: Томская обл., Алтайский край)*	Томская обл.
7.	Вид муниципального образования *(пр: село, город, пгт, деревня)*	город
8.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Асино)*	Томск
9.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	МАОУ лицей N 7

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 020200

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
49б.	20.03.2020	Червинская Анна Сергеевна	[signature]

Задача 2.

Рисунок 1

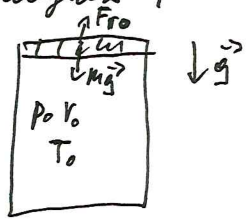
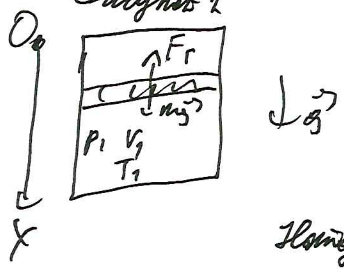


Рисунок 2



Решение: сначала поршень двигался по условию только из-за силы тяжести. Затем на поршень стала действовать сила давления газа.

Найдем давление газа в момент, когда поршень будет замедлять своё движение с уск., вдвое меньшим начальн.

$$P_1 = \frac{F_г}{S} \Rightarrow F_г = P_1 S$$

где P_1 – давл. газа в тот самый момент,
$F_г$ – сила газа в том момент.

По второму закону Ньютона: $m\vec{g} + \vec{F_г} = m\vec{a}$

спроецировав на ось Ox, проведенную вертикально вниз, найдем:

$$mg - P_1 S = m\frac{g}{2}.$$

$$\boxed{P_1 = \frac{0{,}5mg}{S}}$$

С другой стороны поршень совершил работу по сжатию и нагреванию газа, пройдя путь ΔX. Пренебрегаем объёмом поршня.

$$\Delta X = \frac{\Delta V}{S} = \frac{(V_0 - V_1)}{S}$$

$$A = mg\Delta X = \underline{Q = \Delta U + A}$$ второе начало термодинамики.

$$\begin{cases} mg\Delta x = 1{,}5\nu R(T_1 - T_0) + 0{,}5(P_1 - P_0)(V_0 - V_1) = \frac{mg}{S}(V_0 - V_1) \\ P_1 = \frac{0{,}5mg}{S} \\ \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_0 V_0}{T_0} \end{cases}$$

Решаем систему из трёх уравнений с тремя неизвестными.

$$\boxed{P_1 = \frac{P_0 V_0 T_1}{T_0 V_1}} = \frac{0{,}5mg}{S} \Rightarrow T_1 = \frac{0{,}5mg\ T_0 V_1}{S\ P_0 V_0}$$

$$1{,}5\nu R\left(\frac{0{,}5mgT_0V_1}{SP_0V_0} - T_0\right) = (V_0 - V_1)\left(\frac{mg}{S} - 0{,}5(P_1 - P_0)\right)$$

$$1{,}5\nu R\left(\frac{0{,}5mgT_0V_1}{SP_0V_0} - T_0\right) = (V_0 - V_1)\left(\frac{mg}{S} - 0{,}5\left(\frac{0{,}5mg}{S} - P_0\right)\right)$$ продолж. →

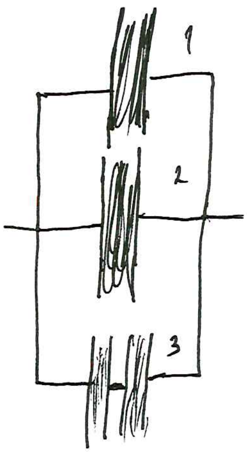
о для
бы

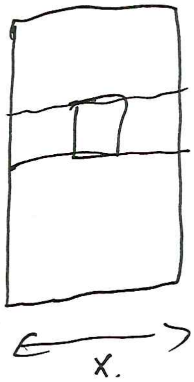
Шифр 020200

Задача № 4

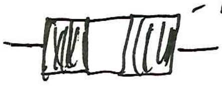
Мы можем разложить конденсатор изначальный на три конденсатора

~~Площадь конденсатора первого равна~~ ~~обкладки~~ ~~Sl~~



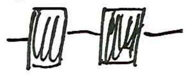


Сумма площадей обкладок первого и 2 конденсаторов равна $S - l(x)$. А площадь обкладки третьего конденсатора равна lx



– третий конденсатор

этот конденсатор эквивалентен



Тогда суммарная емкость первых двух конденсаторов ~~$C = \frac{\varepsilon_0\varepsilon(S - lx)}{d} + \frac{\varepsilon_0\varepsilon(S - lx)}{}$~~

$$C = \frac{\varepsilon_0\varepsilon}{d}\left(S - X\cdot l\right).$$

Суммарная емкость 3-го конденсатора

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2} \qquad C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\left(\frac{\varepsilon_0\varepsilon(lx)}{d}\right)^2}{\frac{2\varepsilon_0\varepsilon lx}{d}} =$$

$$= \frac{\varepsilon_0\varepsilon l X}{2d}$$

Тогда полная емкость конденсаторов будет $C_{общ} = \frac{\varepsilon_0\varepsilon}{d}(S - Xl) + \frac{\varepsilon\varepsilon_0 lX}{2d}$

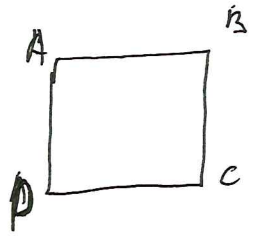
$$= \frac{\varepsilon_0\varepsilon}{d}\left(S - Xl + \frac{Xl}{2}\right) = \frac{\varepsilon_0\varepsilon}{d}\left(S - \frac{Xl}{2}\right).$$

10б.

Шифр 020200

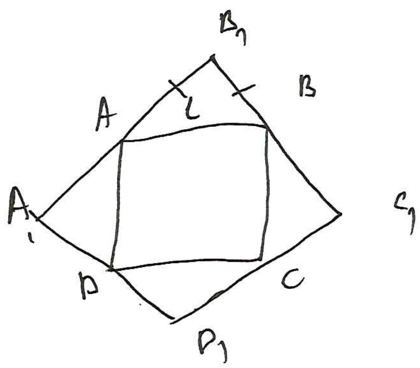
Задача 5.

$$R = \rho \frac{L}{S}.$$



Пусть $AB = L$.

$AB = L$



$l^2 = 2 \cdot AB^2$ $AB^2 = \frac{l^2}{2}$.

$AB = \frac{L}{\sqrt{2}}$

Тогда $A_1B_1 = \frac{2L}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}\, L$

Сопротивление границы A_1B_1 будет $R = \rho \cdot \frac{\sqrt{2} L}{S_1}$

$$\rho \frac{\sqrt{2} L}{S_1} = \rho \frac{L}{S}$$

$$\frac{\sqrt{2}}{S_1} = \frac{1}{S} \Rightarrow$$

$$\frac{S_1}{S} = \sqrt{2}$$

9б.

для
бы

Шифр 020200

Задача 3.

По закону сохранения энергии имеем

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{(m+M)u^2}{2} + c(m+M)\Delta T$$

$$mV = (m+M)u$$

$$u = \frac{mV}{m+M}.$$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{m^2V^2}{2(m+M)} + c(m+M)\Delta T$$

$$\frac{(m+M)mV^2 - m^2V^2}{2(m+M)\cdot c(m+M)} = \Delta T.$$

где m – масса пули
V – её скорость начальная
M – масса шара
u – их общая скорость после столкновения
c – удельная теплоёмкость
ΔT – изменение температуры
ρ – плотность шара и пули

Т.к. пуля и шар выполнены из одного того же материала, то

$m = \rho V'$, где V' – объём пули

$M = \rho V' x$, $x \geq 1$

$$\frac{m}{M} = \frac{1}{x}$$

$$\frac{m^2V^2(1+x) - m^2V^2}{2c(m+mx)^2} = \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{\cancel{m^2}V^2}{2c(1+x)} - \frac{m^2V^2}{2cm^2(1+x)^2} = \frac{V^2}{2c(1+x)} - \frac{V^2}{2c(1+x)^2}$$

Тогда производная по x будет: $\Delta T' = \frac{V^2}{2c}\left(\frac{1}{1+x} - \frac{1}{(1+x)^2}\right)' =$

$$= \frac{V^2}{2c}\left(\frac{-1}{(1+x)^2} + \frac{2}{(1+x)^3}\right)$$

Приравнивая к нулю, получаем: $\frac{2}{(1+x)^3} = \frac{1}{(1+x)^2}$

$$\frac{(1+x)^3}{2} = (1+x)^2 \qquad (1+x)^2\left(\frac{1+x}{2} - 1\right) = 0.$$

Т.к. $x \geq 1$, тогда

$0{,}5 - 1 + 0{,}5x = 0.$

$\boxed{x = 1}$

Ответ: $\boxed{\frac{m}{M} = 1}$

15 б.

Шифр 20200

$$\frac{1,5\nu R\cdot 0,5mg\cdot T_0V_1}{SP_0V_0}+V_1\left(\frac{mg}{S}-0,5\left(\frac{0,5mg}{S}-P_0\right)\right)=V_0\left(\frac{mg}{S}-0,5\left(\frac{0,5mg}{S}-P_0\right)\right)+T_0\cdot 1,5\nu R.$$

$$V_1\left(\frac{1,5\nu R\cdot 0,5mg\cdot T_0\cancel{V_1}}{SP_0V_0}+\frac{mg-0,25mg+0,5SP_0}{S}\right)=$$

$$=V_1\left(\frac{1,5\nu R\cdot 0,5mg\,T_0\cancel{V_1}+0,75mg\cdot P_0V_0+0,5SP_0^2V_0}{SP_0V_0}\right)=$$

$$=V_0\left(\frac{0,75mg+0,5P_0S}{S}\right)+\frac{T_0\cdot 1,5\nu RS}{S}=\frac{V_0\cdot 0,75mg+V_0P_0S^{0,5}+ST_0\cdot 1,5\nu R}{S}$$

$$V_1=\frac{P_0V_0\left(V_0\cdot 0,75mg+V_0\cdot P_0\tfrac{1}{2}S+ST_0\cdot 1,5\nu R\right)}{1,5\nu R\cdot 0,5mg\,T_0\cancel{V_1}+0,75mgP_0V_0+0,5SP_0^2V_0}=$$

0,000020

$$=\frac{10000\cdot 0,002\left(0,002\cdot 0,75\cdot 10\cdot 10+0,00\cdot 10^4\cdot 0,00002+0,00002\cdot 300\cdot 1,5\cdot\nu\cdot 8,31\right)}{1,5\cdot 8,31\cdot\nu\cdot 0,5\cdot 100\cdot 300\cdot\cancel{V_1}+0,75\cdot 100\cdot 10^4\cdot 0,002+0,5\cdot 0,00002\cdot 10^8\cdot 0,002}=$$

$$=\frac{200\left(0,15+0,0002+0,07479\cdot\nu\right)}{186975\nu+1500+2}=\frac{30,04+14,96\nu}{1502+186975\nu}=V_1.$$

Найдём m_{He}. $P_0V_0=\frac{m_{He}}{M}RT_0$

$$\frac{m_{He}}{M}=\frac{P_0V_0}{RT_0}=\frac{\cancel{0,004}\cdot 10^4\cdot 0,002}{8,31\cdot 300}=\frac{20}{2493}=0,008\text{ моль}.$$

Тогда окончательно $V_1=\frac{30,04+0,12}{2998}=0,01\ м^3$. — 8б.

для
бы

Шифр 20200

1 задача.

Решение:

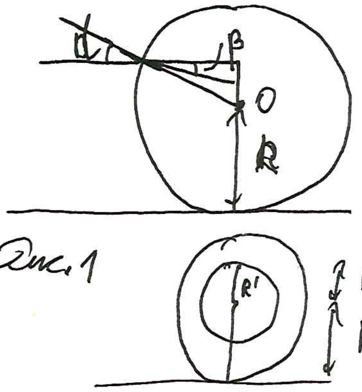
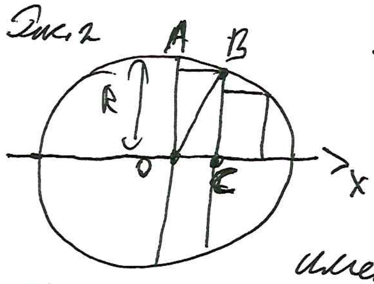


Рис.1

Посмотрим на шар сверху:

Рис.2



Направим ~~ось~~ ось OX как на рисунке 2

△OBC — прямоугольный, значит по теореме Пифагора имеем $BC=\sqrt{OB^2-OC^2}$.

Пусть $OC=x$, а OB по условию $OB=R$.

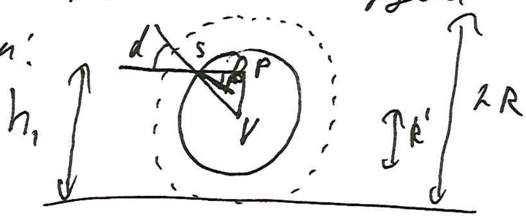
Тогда $BC=\sqrt{R^2-x^2}$

Шар условно на сложенное тело . Теперь разделим весь по направлению нашего светового луча окружностей вертикально и это будет новым радиусом одной из окружностей. Тогда $BC=R'=\sqrt{R^2-x^2}$

ограничение: $\boxed{R+R'\geq h_1}$

Теперь перейдём к рисунку 1. Угол преломления для каждой окружности будет разным, поскольку разными будут радиус

Имеем:



По закону Снеллиуса имеем $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=\frac{n}{1}$.

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

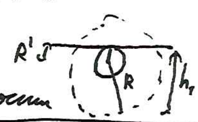
Рассмотрим △SPV. Он прямоугольный. $\sin\angle PSV=\frac{PV}{SV}=\frac{h_1-R}{R'}=\frac{h_1-R}{\sqrt{R^2-x^2}}$, а $\alpha=\angle PSV$ как вертикальные.

Тогда $\sin\beta=\frac{h_1-R}{n\sqrt{R^2-x^2}}$, откуда $\beta=\arcsin\left(\frac{h_1-R}{n\sqrt{R^2-x^2}}\right)$

Найдем ограничение x: $R+R'\geq h_1$ $R+\sqrt{R^2-x^2}\geq h_1$

$R^2-x^2\geq(h_1-R)^2 \Rightarrow \boxed{x^2\leq R^2-(h_1-R)^2}$ ограничение.

Граничный случай решение не входит, луч пройдет по касательной к новой окружности



$x^2\leq 0{,}01-(0{,}04)^2=0{,}01-0{,}0016=0{,}0084$

Ответ: $\beta=\arcsin\left(\frac{h_1-R}{n\sqrt{R^2-x^2}}\right)$, где $x\in(-\sqrt{0{,}0084};\sqrt{0{,}0084})$ м

$\arcsin\left(\frac{0{,}04}{1{,}5\sqrt{\dots}}\right)=$

16