

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА
ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

ОРМО-44

Шифр

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	ФИЗИКА																					
2.	Вариант																						
3.	Класс	11																					
4.	Фамилия	В	Е	Л	И	Ч	К	О															
	Имя	А	Л	И	С	А																	
	Отчество	П	А	В	Л	О	В	Н	А														
5.	Дата рождения	0	5						1	0					2	0	0	2					
		Число				Месяц				Год													
6.	Регион (пр: Томская обл., Алтайский край)	Свердловская область.																					
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 гимназия № 35																					

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 _____ *AV*

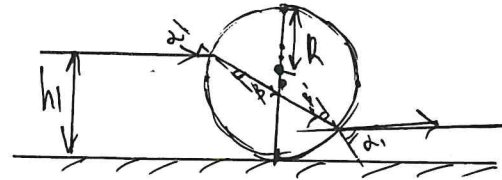
Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
45		Воронцов А.А.	А. Воронцов

$h_1 = 0,14 \text{ м} = 14 \text{ см}$
 $R = 0,1 \text{ м} = 10 \text{ см}$
 $n = 1,5$

$\angle \beta = ?$

(н1)



1) Пусть $\angle \alpha$ - угол падения луча на стеклянкой шаре $\Rightarrow \angle \beta$ - угол преломления луча в шаре по закону преломления: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_{ст}}{n_{воз}}$ т.к. луч идет из воздуха $n_{воз} = 1 \Rightarrow \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_{ст}}{1}$

$\Rightarrow \sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n_{ст}}$, $\angle \beta = \arcsin\left(\frac{\sin \alpha}{n_{ст}}\right)$

2) Сделаем вспомогательную чертёж: $\angle \beta$ преломленный угол β попадает ближе центра.

1) Рассмотрим ΔABC , это Δ , вписанное в ок-ть радиуса R .

$BK = h_1 = 14 \text{ см}$. т.к. $AC \parallel \ell \Rightarrow BK \perp AC$
 $\Rightarrow BK$ - высота Δ ; AC - хорда, ON - диаметр

\Rightarrow по свойству хорд $\Rightarrow AK = KC \Rightarrow BK$ - медиана
 $\Rightarrow BK$ - высота и медиана $\Rightarrow \Delta ABC$ - р.т.

2) в ΔAKD : $KD = KB - OB = h_1 - R = 14 \text{ см} - 10 \text{ см} = 4 \text{ см}$.
 $AD = R = 10 \text{ см}$

$AC = 2 \cdot AK = 2 \sqrt{10^2 - 4^2} = 4\sqrt{21}$

3) в $\Delta AKB \Rightarrow AB = \sqrt{AK^2 + KB^2}$
 (по Th Пифагора) $\Rightarrow AB = \sqrt{84 + 196} = \sqrt{280} = 2\sqrt{70}$

4) $\Rightarrow \angle BAK$: $\sin \angle BAK = \frac{BK}{AB} = \frac{14}{2\sqrt{70}} = \frac{7}{\sqrt{70}}$

$\angle ABK$: $\sin \angle ABK = \frac{AK}{AB} = \frac{2\sqrt{21}}{2\sqrt{70}} = \sqrt{\frac{21}{70}}$

$\Rightarrow BK$ - бис-са $\Rightarrow \angle ABC = 2 \angle ABK$.

5) $\angle AKC$ - вписанный; $\angle AOC$ - центральный $\Rightarrow \angle AOC = 2 \angle ABC = 4 \angle ABK$.

находим $\angle OAK \rightarrow$ в $\triangle AOK$: $\sin \angle OAK = \frac{OK}{AO} = \frac{4}{10} = \frac{2}{5}$

$\Rightarrow \angle \alpha = \angle NAK$ как вертикальные

$\angle BAN = \angle BAK - \alpha$

$\Rightarrow \alpha = \angle BAK - \angle BAN$

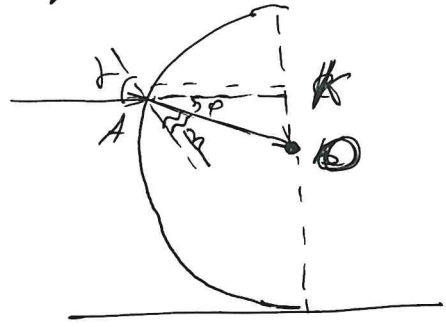
~~$\angle MAB = 180 - 2\alpha$ и $\angle KAM = 90 - \alpha$~~

$\Rightarrow \angle NAO$ - преобразование величин (м.н. сферы, масса)

$\angle KAM$
и т. N и O совпадают \rightarrow

\rightarrow луч β падает в центр сферы

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



$\angle \alpha = \angle \beta + \angle OAK$; $\angle OAK$ в $\triangle OAK$

$\Rightarrow \begin{cases} \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 1,5 \\ \angle \alpha = \angle \beta + \arcsin \frac{2}{5} \end{cases}$

$\Rightarrow \sin \angle OAK = \frac{OK}{AO} = \frac{2}{5}$

$\cos \angle OAK = \cos \varphi = \sqrt{1 - \frac{4}{25}} = \frac{\sqrt{21}}{5} \varphi$

$\Rightarrow \frac{\sin(\beta + \arcsin \frac{2}{5})}{\sin \beta} = \frac{3}{2} \rightarrow 3 \sin \beta = 2 \sin(\beta + \arcsin \frac{2}{5})$

$3 \sin \beta = 2 \sin(\beta + \varphi)$
 $3 \sin \beta = 2 \cdot (\sin \beta \cos \varphi + \cos \beta \cdot \sin \varphi)$

$3 \sin \beta = 2 \sin \beta \cos \varphi + \sqrt{1 - \sin^2 \beta} \cdot \sin \varphi$
 $\Rightarrow \sin \beta (3 - 2 \cos \varphi) = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} \cdot \sin \varphi$

$\sin^2 \beta (3 - 2 \cos \varphi)^2 = (1 - \sin^2 \beta) \sin^2 \varphi$

$\sin^2 \beta (3 - 2 \cos \varphi)^2 = \sin^2 \varphi - \sin^2 \beta \sin^2 \varphi$

$\Rightarrow \sin^2 \beta ((3 - 2 \cos \varphi)^2 + \sin^2 \varphi) = \sin^2 \varphi$

$\Rightarrow \sin \beta = \sqrt{\frac{\sin^2 \varphi}{(3 - 2 \cos \varphi)^2 + \sin^2 \varphi}} = \sqrt{\frac{\frac{4}{25}}{(3 - 2 \cdot \frac{\sqrt{21}}{5})^2 + \frac{4}{25}}} =$

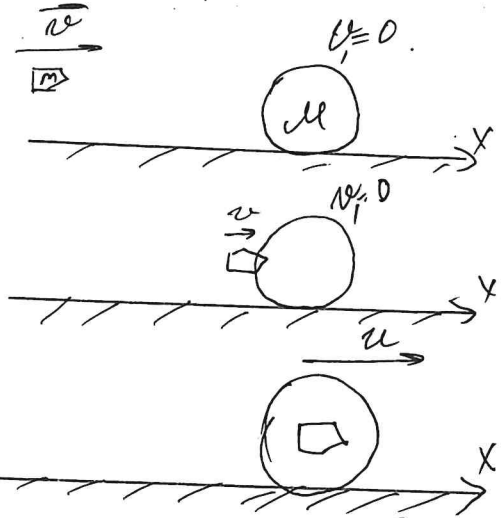
$= \sqrt{\frac{\frac{4}{25}}{1,360 + 0,16}} = \sqrt{\frac{4}{25}} = \sqrt{0,105} = 0,324$

$\Rightarrow \angle \beta = \arcsin(0,324)$

Ответ: $\angle \beta = \arcsin(0,324)$
48

для бы
 масса шаров
 m
 v
 u
~~Работа~~
 внутренняя
 $T \neq \text{max}$
 $\frac{m}{u}$ - ?

(N3)



Шифр ОРМО2-44

1) по закону сохранения энергии
 масса шаров
 пули \rightarrow шар:

$$mv + Mv_1 = (m+M)u$$

$$v_1 = 0$$

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

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

скорость, с которой движутся пуля и шар после того, как пуля застряла в центре.

а) все термы внутреннего трения и работа пули перешла в тепловую во внутреннюю.

$$\Delta E_k = Q$$

- по теореме о кинетической термине.

$$\Rightarrow \Delta E_k = -\frac{mv^2}{2} + \frac{(m+M)u^2}{2} = -mv^2 + (m+M) \cdot \frac{(mv)^2}{(m+M)^2}$$

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

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

все внутреннее имеет термы перешло во внутреннюю терму системы. "микрос" взаимодейств. о том, что термы взаимодейств.

$Q_1 = c_1 M \Delta t$ - кон-во термоты, полученное пулей при ударе.

$Q_2 = c_2 m \Delta t$ - кон-во термоты, полученное шаром при ударе

$$\Rightarrow Q_E = Q_1 + Q_2 = c(M+m)\Delta t$$

т.к. считаем, что материал пули = материалу шара m .

$$c_1 = c_2 = c$$

$$\Delta E_k = Q$$

$$-\frac{mMv^2}{2(m+M)} = c(M+m)\Delta t$$

внутреннее температурн тем т.к. нем. метрич для джелева

лучше говорить о том, что термы выделяется. \Rightarrow можно быть по закону \Rightarrow

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{mMv^2}{2(m+M)^2 \cdot c}$$

- внутреннее температурн пули и шара

$$\Delta t = \frac{mM}{(m+M)^2} \cdot \frac{v^2}{2c}$$

max $\frac{mM}{(m+M)^2}$ \rightarrow const

$$\Delta t = \frac{m}{u} \cdot \frac{v^2}{2c}$$

$$\frac{m^2}{u^2} + \frac{2mM}{u^2} + \frac{M^2}{u^2}$$

\rightarrow добулим $\frac{m}{u} = x$ и найдем производную \rightarrow

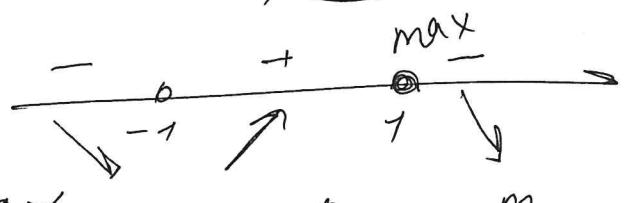
$$f(\Delta t) = \frac{v^2}{2c_{const}} \cdot \left(\frac{y}{x^2 + 2x + 1} \right)^2 = \left(\frac{y}{(x+1)^2} \right)^2 = \frac{y^2 (x+1)^2 - x \cdot (x+1)^2}{(x+1)^4} = \frac{(x+1)^2 - y \cdot 2 \cdot (x+1) \cdot 1}{(x+1)^4}$$

$$= \frac{(x+1)^2 - 2x(x+1)}{(x+1)^4} = \frac{(x+1)(x+1-2x)}{(x+1)^4} = \frac{(x+1)(1-x)}{(x+1)^4} = \frac{1-x^2}{(x+1)^4}$$

$f'(\Delta t) = 0 \rightarrow x+1=0, \quad \boxed{x=-1}$
 $x+1-2x=0 \rightarrow -x+1=0, \quad \boxed{x=1}$

$\rightarrow f(1)$ макс функции

м.е. $\frac{m}{\mu} = 1$ будет меньше Δt

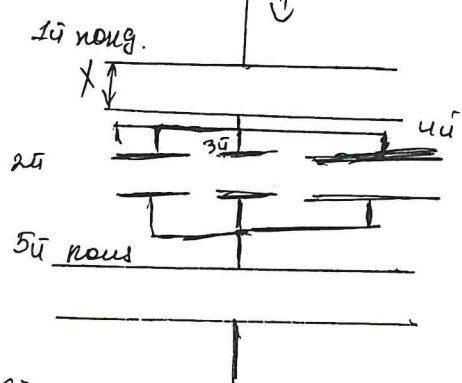
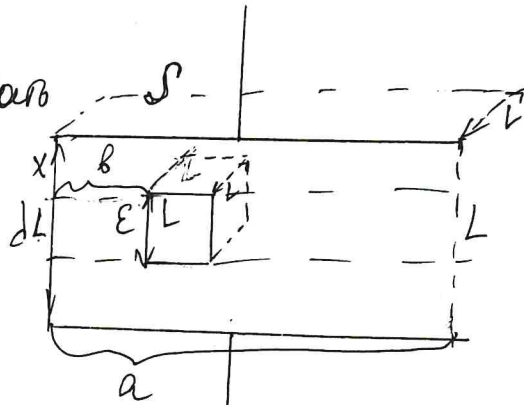


Ответ: $\frac{m}{\mu} = 1$ ✓
 158.

(14)

d -!
 S -!
 E -!
 $L (L < d)$
 C - ?

данный конденсатор можно переделать в несколько конденсаторов, соединив их параллельно:



- 1) пусть длина стороны пластины второго конденсатора равна $a \Rightarrow m \cdot n$ площадь проводящей поверхности $\Rightarrow S = a \cdot L$ ($m \cdot n$ площадь конденсатора - пластины - n).
- 2) 1й конденсатор: длина пластины a , ширина $x \Rightarrow C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$ - площадь пластины $\Rightarrow C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 \cdot a \cdot x}{d} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x}$ - площадь 1го конденсатора

3) 2й конденсатор: длина пластины - b , ширина $L \Rightarrow C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 \cdot b \cdot L}{d} = \epsilon \epsilon_0 b$ - площадь 2го конденсатора.

4) 3й конденсатор (воздушный!) $\epsilon_1 = 1 \Rightarrow C_3 = \frac{\epsilon \epsilon_0 L^2}{L} = \epsilon_0 L$ ✓

(прозрачные и ч)

Шифр

OPMO2-44

5) 4й координатой (абсолютной)

→ ширина - L

глубина пазов a - (b + L)

$$\Rightarrow C_4 = \frac{\epsilon \epsilon_0 \cdot (a - (b + L)) L}{L} = \epsilon \epsilon_0 (a - (b + L))$$

есть 4-ю координатой

6) 5й координатой ширина пазов - a

ширина = d - (L + x)

$$\Rightarrow C_5 = \frac{\epsilon \epsilon_0 \cdot (a \cdot L)}{d - (L + x)}$$

есть 5-ю координатой

1) 2й, 3й и 4й координаты параллельно → при паралл. соединении емкостей эквивалентно

$$\begin{aligned} \Rightarrow C_{234} &= C_2 + C_3 + C_4 = \epsilon \epsilon_0 b + \epsilon_0 L + \epsilon \epsilon_0 (a - (b + L)) = \\ &= \epsilon \epsilon_0 b + \epsilon_0 L + \epsilon \epsilon_0 a - \epsilon \epsilon_0 b - \epsilon \epsilon_0 L = \epsilon \epsilon_0 a + \epsilon_0 L(1 - \epsilon) \end{aligned}$$

есть 2-ю координатой

2) 1й и 5й и (234)й координаты параллельно → образ емкостей - емкостей обратных емкостей

$$\begin{aligned} 1й \text{ и } 5й: \frac{1}{C_{15}} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_5} \rightarrow \frac{1}{C_{15}} = \frac{C_5 + C_1}{C_5 \cdot C_1} \\ C_{15} &= \frac{C_5 \cdot C_1}{C_5 + C_1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{15} &= \frac{\frac{\epsilon \epsilon_0 a L}{d - (L + x)} \cdot \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x}}{\frac{\epsilon \epsilon_0 a L}{d - (L + x)} + \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x}} = \frac{(\epsilon \epsilon_0 S)^2}{(\epsilon \epsilon_0 S x + \epsilon \epsilon_0 S d - \epsilon \epsilon_0 S \cdot L - \epsilon \epsilon_0 S x)} = \\ &= \frac{(\epsilon \epsilon_0 S)^2}{(d - (L + x)) x} \cdot \frac{x(d - (L + x))}{\epsilon \epsilon_0 S d - \epsilon \epsilon_0 S L} = \frac{(\epsilon \epsilon_0 S)^2}{\epsilon \epsilon_0 S (d - L)} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d - L} \end{aligned}$$

C₁₅ = εε₀S / (d - L) - емкостей 1-ю и 5-ю коор. вместе.

3) C₁₅₂₃₄ = C₁₅ * C₂₃₄ / (C₁₅ + C₂₃₄) - емкостей 15 и 234 соединены параллельно → емкостей - обратные величины

$$\begin{aligned} C_{15234} &= \frac{\frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d - L} \cdot (\epsilon \epsilon_0 a + \epsilon_0 L(1 - \epsilon))}{\frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d - L} + \epsilon \epsilon_0 a + \epsilon_0 L(1 - \epsilon)} = \epsilon_0 L - \epsilon \epsilon_0 L \end{aligned}$$

в итоге

проходимые ну

Шифр

0PMO2-44

$C_{15234} =$

$$\frac{\epsilon \epsilon_0 S (\epsilon \epsilon_0 a + \epsilon_0 L - \epsilon \epsilon_0 L)}{d - L}$$

$$\frac{\epsilon \epsilon_0 S + \epsilon \epsilon_0 a d - \epsilon \epsilon_0 a L + \epsilon_0 L d - \epsilon_0 L^2}{d - L} \rightarrow \epsilon \epsilon_0 L d + \epsilon \epsilon_0 L^2$$

$$= \frac{\epsilon \epsilon_0 S (\epsilon \epsilon_0 a + \epsilon_0 L - \epsilon \epsilon_0 L)}{d - L}$$

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

$$= \frac{\epsilon \epsilon_0 S (\epsilon \epsilon_0 a + \epsilon_0 L - \epsilon \epsilon_0 L)}{d - L}$$

$$d (\epsilon \epsilon_0 a + \epsilon_0 L - \epsilon \epsilon_0 L) - \epsilon_0 L^2 (1 - \epsilon)$$

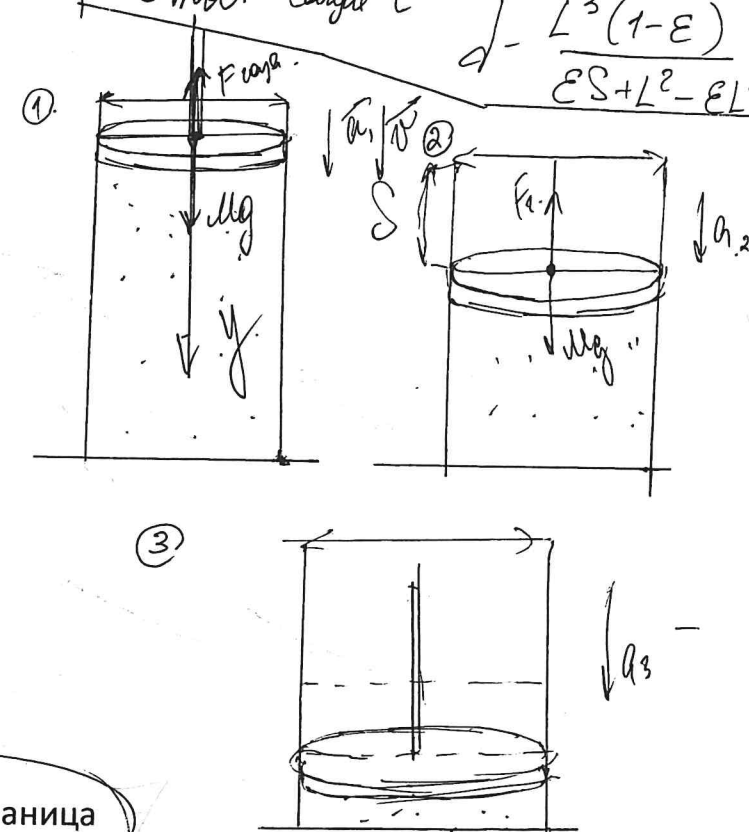
$$= \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d - \frac{\epsilon_0 L^2 (1 - \epsilon)}{\epsilon \epsilon_0 a + \epsilon_0 L - \epsilon \epsilon_0 L}}$$

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

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

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

Ответ: $C_{общ} = C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d - \frac{\epsilon_0 L^2 (1 - \epsilon)}{\epsilon \epsilon_0 a + \epsilon_0 L - \epsilon \epsilon_0 L}}$



$V = 2 \mu$
 $\mu = 10 \text{ кг}$
 $S = 20 \text{ см}^2$
 $\rho_1 = 10 \text{ кг/м}^3$
 $T_0 = 300 \text{ К}$
 нет наружного атмосферного

N_2
 $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$
 $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$
 10000 Па

$V - ?$ $T - ?$ (когда поршень будет двигаться свое движение с ускорением $a_2 = \frac{a_1}{n}$, где $n = 2$.)

прошлые
задачи №2

Шифр

ОРМО2-44

что будет происходить с
поршневым?

сначала поршень ускорится за счет силы тяжести (а в
и ускорится до тех пор, пока не пройдет положение

~~равновесия~~, там после этого поршень начнет замедлять
ся.

→ когда поршень (а1) какое максимальное ускорение будет у поршня
по всей траектории? $Mg + F_{упр} = Ma_1$

от: $Mg - F_{упр} = Ma_1$ $F_{упр} = |kx| \cdot S = p \cdot S$

→ $a_1 = \frac{Mg - F_{упр}}{M} = g - \frac{F_{упр}}{M}$ ⇒ ускорение поршня в
нач. состоянии

$a_1 = 10 \text{ м/с}^2 - \frac{10 \cdot 10^3 \cdot 0,002 \text{ м}^2}{10 \text{ кг}} = 10 \text{ м/с}^2 - 2 \text{ м/с}^2 = 8 \text{ м/с}^2$ макс.

2) покажите, что ускорение достигло
своего максимума. Значение, а поршень начал
→ когда будет ускорение макс.?

$a = \frac{Mg - p \cdot S}{M} = g - \frac{p \cdot S}{M}$

→ производная функции от ускорения по отношению к
произведению $f(a) = \frac{1}{M}(Mg - p \cdot S)$ 25

Но как же найти в задаче путь в точности и
исход макс ускорения ⇒ ищем просто когда
значения, когда $a_2 = \frac{a_1}{2} = \frac{8}{2} = 4 \text{ м/с}^2$ 25

⇒ 3). $Mg - p \cdot x_2 - S = Ma_2 \rightarrow p \cdot x_2 = \frac{Mg + Ma_2}{S} = \frac{M(g + a_2)}{S}$
 $p \cdot x_2 = \frac{10 \text{ кг} (10 \text{ м/с}^2 + 4 \text{ м/с}^2)}{2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2} = \frac{140}{2 \cdot 10^{-3}} = 70 \cdot 10^3 = 70 \text{ кПа}$

- давим, при первом ускорении будет в два раза меньше
первоначальное

4) Какой путь пройдет поршень? ⇒ $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$
 $S = v_k^2 - v_0^2 = 0 = \frac{v_k^2}{2a} = \frac{(at)^2}{2a} = \frac{a^2 t^2}{2a} = \frac{at^2}{2}$ 25

$H - h_0 = \frac{at^2}{2} \Rightarrow$ найдем $H \rightarrow V = S \cdot H$ - количество
объемов

h_0 - объем газа, который
сиф вывел
ноя поршень (2 атмосфера) $\rightarrow M = \frac{V}{S} = \frac{0,002 \text{ м}^3}{0,002 \text{ м}^2} = 1 \text{ м}$

проходимые
задачи 12

Шифр

ОРМ02-44

по уравнению Менделеева-Клапейера при T_0
повышении \Rightarrow

$$pV = \nu RT$$

$$\nu = \frac{pV}{RT} - \text{кол-во эл-ов.}$$

$$\nu = \frac{10000 \text{ Па} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 300} = \frac{20}{2493} = 0,008 \text{ моль} - \text{первонач. кол-во вещества}$$

$\Rightarrow V_0 = S \cdot h_0$ - объем, который соотв. давлению пара $p_0 = 70 \text{ кПа}$

$$S = \frac{at^2}{2}$$

$$M - h_0 = \frac{at^2}{2} \Rightarrow h_0 = M - \frac{at^2}{2}$$

$$\Rightarrow h_0 = M - \frac{at^2}{2}$$

$$c = \frac{g}{\text{см}^2} \quad a = 4 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = \frac{1}{2} \cdot a_1 = \frac{1}{2} \cdot 4 = 2$$

$$a=0 \rightarrow \text{пара } S = \nu a$$

$$\text{пара } \nu = \frac{\nu a g}{S} = \frac{400}{0,002} = 50000 \text{ Па}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow a_1 &= 8 \text{ м/с}^2 \rightarrow p = 100000 \text{ Па} \\ a_2 &= 0 \text{ м/с}^2 \rightarrow p = 50000 \text{ Па} \\ a_3 &= 4 \text{ м/с}^2 \rightarrow p = 70000 \text{ Па} \end{aligned}$$

\rightarrow перемещение воды по (из формулы кинем.)
поэтому соотв. $V_0 \rightarrow$ из уравнения

$$(V_0 = S \cdot h_0)$$

Менделеева-Клапейера найти T