Место для скобы

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА «ОРМО»
ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

06908

Шифр

1.	Предмет	Физика
2.	Вариант	1
3.	Класс	11
4.	Фамилия	ЧИЛДЕБАЕВ
	Имя	АРСТАН
	Отчество	АЗАМАТОВИЧ
5.	Дата рождения	Число: 06; Месяц: 08; Год: 2005
6.	Страна	КЫРГЫЗСТАН
7.	Регион *(пр: Томская обл., Калининградская область)*	Чуйская область
8.	Вид муниципального образования *(пр: пгт, деревня, село, город)*	город
9.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Псков)*	Бишкек
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь в данное время	Школа - гимназия N 13

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

Шифр 06908

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
50			[signature]

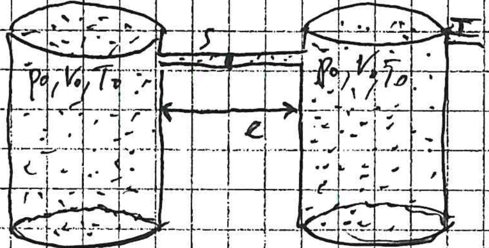
4) Дано:

$p_0 > p_a, V_0, T_0$

S, l, μ

$m(t) = m_0 - \alpha t$

$\tau - ?$



Обозначим искомое время τ.

Пусть m_1 – масса газа в герметичном сосуде, а m_2 – масса газа в негерметичном сосуде при $t=0$.

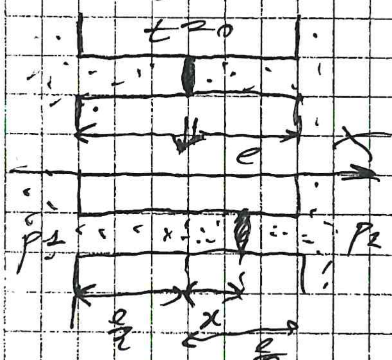
Запишем уравнение Менделеева–Клапейрона для обоих сосудов:

(1) $p_0(V_0 + \frac{l}{2}S) = \frac{m_1}{\mu}RT_0$ (2) $p_0(V_0+\frac{l}{2}S) = \frac{m_2}{\mu}RT_0$

$\Downarrow$

$m_1 = \frac{p_0(V_0+\frac{l}{2}S)\mu}{RT_0}$ $m_2 = \frac{p_0(V_0+\frac{l}{2})\mu}{RT_0}$

Видно, что $m_1 = m_2$. Обозначим $m_1 = m_2 = m_0$.



Запишем Второй Закон Ньютона для капли в произвольный момент времени t, когда она отклонилась на расстояние x.

p_1 и p_2 – давления герметичного и негерметичного сосудов соответственно.

Допустим, что капля будет двигаться с постоянной скоростью, т.е. $\vec{a} = \vec{0}$.

$OX: p_1S - p_2S = 0 \Rightarrow p_1 = p_2$

$p_1 = \frac{m_0RT_0}{(V_0'+xS)\mu}$; $p_2 = \frac{m(t)RT_0}{(V_0'-xS)\mu}$ – из уравнения Менделеева–Клапейрона

Масса герметичного сосуда постоянна, а масса негерметичного зависит от времени. Объемы так же будут меняться.

$(V_0' = V_0 + \frac{l}{2}S)$

1) $\cancel{\frac{m_0 RT_0 S}{}}$ $\frac{m_0 RT_0}{(V_0'+xS)\mu} = \frac{(m_0-\alpha t)RT_0}{(V_0'-xS)\mu} \Rightarrow \frac{m_0}{(V_0'+xS)} = \frac{m_0-\alpha t}{V_0'-xS}$

$m_0(V_0'-xS) = (m_0-\alpha t)(V_0'+xS)$

$m_0V_0' - m_0xS = m_0V_0' + m_0xS - \alpha tV_0' - \alpha t xS$

$\alpha t(V_0'+xS) = 2m_0xS \Rightarrow t = \frac{2m_0xS}{\alpha(V_0'+xS)}$

Функциональная зависимость $t(x) = \frac{2m_0xS}{\alpha(V_0'+xS)}$

Когда капля окажется в негерметичном сосуде $x = \frac{l}{2}$

$t(\frac{l}{2}) = \tau$

$\tau = \frac{2m_0\frac{l}{2}S}{\alpha(V_0'+\frac{l}{2}S)} \Rightarrow \boxed{\tau = \frac{m_0lS}{\alpha(V_0'+\frac{l}{2}S)}}$

~~Ответ:~~ $\cancel{\tau = \frac{m_0lS}{\alpha(V_0'+\frac{l}{2}S)}}$. ~~Найдем m_0 из уравнение~~

Найдем m_0 из уравнения Клапейрона-Менделеева.

$p_0(V_0+\frac{l}{2}S) = \frac{m_0}{\mu}RT_0 \Rightarrow m_0 = \frac{p_0(V_0+\frac{l}{2}S)\mu}{RT_0}$,

С учетом $V_0' = V_0 + \frac{l}{2}S$. Получим окончательное выражение для τ.

$\tau = \frac{\frac{p_0(V_0+\frac{l}{2}S)\mu}{RT_0}\cdot lS}{\alpha(V_0'+\frac{l}{2}S)} = \frac{p_0(V_0+\frac{l}{2}S)\mu lS}{\alpha(V_0+lS)RT_0}$

$$\boxed{\tau = \frac{p_0(V_0+\frac{l}{2}S)\mu lS}{\alpha(V_0+lS)RT_0}}$$

Ответ: $\tau = \frac{p_0(V_0+\frac{l}{2}S)\mu lS}{\alpha(V_0+lS)RT_0}$ 2Т

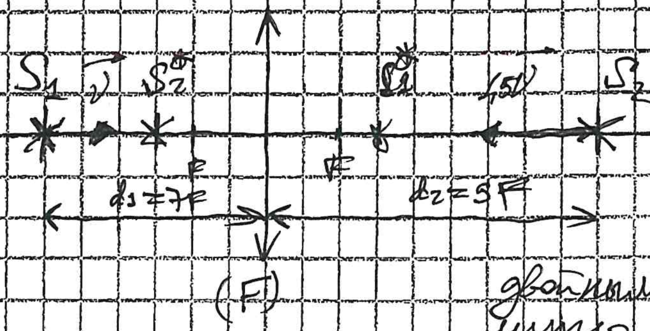
3) Дано:

$F, v, 1{,}5v$

$d_1 = 7F$

$d_2 = 9F$

$t - ?$

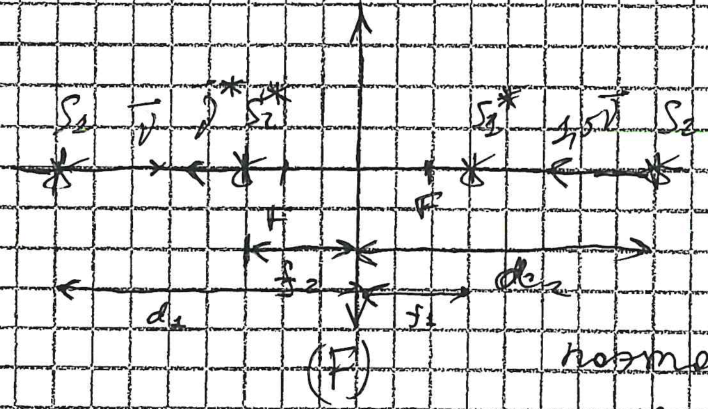


Изображения обоих источников будут действительными, перевернутыми, уменьшенными, т.к. оба источника действительные и оба находятся за двойным фокусом собирающей линзы.

Запишем формулу тонкой линзы

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$. Выразим f: $f = \frac{Fd}{d-F}$

$f_1 = \frac{Fd_1}{d_1 - F}$; $f_2 = \frac{Fd_2}{d_2 - F}$ $\Rightarrow$ $f_1 = \frac{F\cdot 7F}{7F - F} = \frac{7}{6}F$, $f_2 = \frac{F\cdot 5F}{5F-F} = \frac{5}{8}F$



Обозначим скорость второго изображения S_2^* v^*. Она будет сонаправлена с $1{,}5v$ со скоростью S_2.

f, d — расстояния до линзы, поэтому:

$$\frac{df}{dt} = v^*; \quad \frac{dd}{dt} = 1{,}5v$$

$Г$ — поперечное увеличение; $Г = const$

$Г = \frac{f}{d}$. Продифференцируем выражение для $Г$ по времени

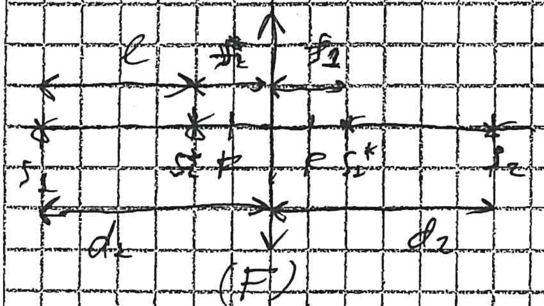
$$Г'_t = \left(\frac{f}{d}\right)'_t \Rightarrow 0 = \frac{f'_t d - d'_t f}{d^2} \Rightarrow \frac{f'_t d}{d^2} = \frac{d'_t f}{d^2} \Rightarrow$$

$$\cancel{\frac{f'_t}{d}} = \cancel{\frac{d'_t f}{d^2}} \Rightarrow f'_t d = d'_t f \Rightarrow \frac{f'_t}{d'_t} = \frac{f}{d} \Rightarrow \frac{v^*}{v} = \frac{f}{d}$$

$v^* = v\frac{f}{d}$ — связь скоростей источника и изображения.

Для S_2^*: $v^* = 1{,}5v \cdot \frac{f_2}{d_2} \Rightarrow v^* = \frac{3}{2}v \cdot \frac{\frac{5}{8}F}{5F} = \frac{3}{2}v \cdot \frac{1}{8} = \frac{3}{16}v$

3) $v^* = \frac{3}{16} v$. Обозначим l — расстояние между S_1 и S_2^*



$$l = d_1 - f_2$$

$$t = \frac{l}{v + v^*}$$

$$t = \frac{d_1 - f_2}{v + \frac{3}{16}v} = \frac{7F - \frac{9}{8}F}{v + \frac{3}{16}v} = \frac{\frac{56-9}{8}F}{\frac{16+3}{16}v} =$$

$$= \frac{47\cdot 16}{8\cdot 19}\frac{F}{v} = \frac{47\cdot 2}{19}\frac{F}{v} = \frac{94}{19}\frac{F}{v}$$

Ответ: $t = \frac{94}{19}\frac{F}{v}$ 12,5

2) Дано:

$C = 9$ мкФ

$C_1 = 1$ мкФ

$U_0 = 100$ В

U_3 - ?

Запишем закон сохранения энергии для первого включения C_1. Т.к. конденсаторы подключаются параллельно, то установившееся напряжение на них одинаково, обозначим его U_1.

$$\frac{CU_0^2}{2} = \frac{C_1U_1^2}{2} + \frac{CU_1^2}{2} \Rightarrow CU_0^2 = C_1U_1^2 + U_1^2C \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U_1 = U_0\sqrt{\frac{C}{2(C_1+C)}} \quad (1)$$

Для второго включения

$$\frac{CU_1^2}{2} = \frac{C_1U_2^2}{2} + \frac{CU_2^2}{2} \Rightarrow U_2 = U_1\sqrt{\frac{C}{2(C_1+C)}} \xRightarrow{(1)} U_2 = U_0\left(\sqrt{\frac{C}{2(C_1+C)}}\right)^2$$

Для третьего включения

$$\frac{CU_2^2}{2} = \frac{C_1U_3^2}{2} + \frac{CU_3^2}{2} \Rightarrow U_3 = U_2\sqrt{\frac{C}{2(C_1+C)}} = U_0\left(\sqrt{\frac{C}{2(C_1+C)}}\right)^3$$

скобы

Шифр 6908

2) Для четвертого:

$$\frac{CU_3^2}{2} = \frac{C_1U_4^2}{2} + \frac{CU_4^2}{2} \Rightarrow U_4 = U_3\sqrt{\frac{C}{2(C_1+C)}} = U_0\left(\sqrt{\frac{C}{2(C_1+C)}}\right)^4$$

Для пятого:

$$\frac{CU_4^2}{2} = \frac{C_1U_5^2}{2} + \frac{CU_5^2}{2} \Rightarrow U_5 = U_4\sqrt{\frac{C}{2(C_1+C)}} = U_0\left(\sqrt{\frac{C}{2(C_1+C)}}\right)^5$$

$$U_5 = U_0\left(\sqrt{\frac{C}{2(C_1+C)}}\right)^5$$

$$U_5 = 100\,В\left(\sqrt{\frac{1\,мкФ}{2(1\,мкФ+2\,мкФ)}}\right)^5 \approx 14\,В.$$

Ответ: 14 В

5б

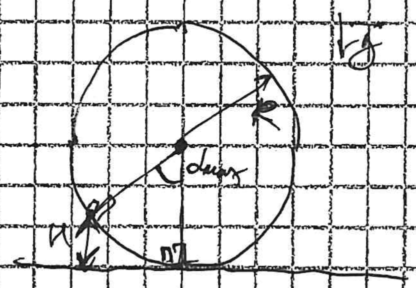
1) Дано:

$m_1 < m_2$

$\mu_1 < \mu_2$

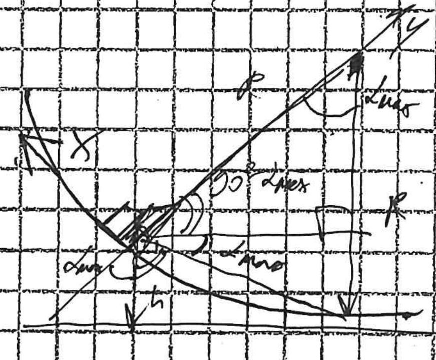
R

h - ?



Пусть угол, соответствующий максимальной высоте равен α_{max}.

В момент когда достигает максимальной высоты,



Запишем второй закон Ньютона для кубиков.

(1) Ox: $N_1 - m_1 g\cos\alpha_{max} = m_1 a_{1x}$ (α)

(2) Ox: $N_2 - m_2 g\cos\alpha_{max} = m_2 a_{2x}$ (β)

(1) Oy: $F_{тр1} - m_1 g\sin\alpha = m_1 a_{1y}$ (γ)

(2) Oy: $F_{тр2} - m_2 g\sin\alpha = m_2 a_{2y}$ (δ)

a_{1y} и a_{2y} — тангенциальные ускорения кубиков, a_{1x} и a_{2x} — центростремительные ускорения кубиков.

Т.к. (ω — угловая скорость) $\omega = const$, то $a_{1y} = a_{2y} = 0$.

3) Центростремительное ускорение обеспечивает движение кубиков по окружности. Поэтому, когда достигается максимальная высота (т.е. кубики больше не движутся вверх по цилиндру) центростремительное ускорение становится равным нулю.

Таким образом $a_{1x} = a_{2x} = 0$.

Сложим уравнения (α) и (β)

$$N_1 + N_2 - (m_1+m_2) g\cos\alpha_{max} = 0 \quad (\Theta)$$

По закону Кулона – Амонтона: $F_{тр} = \mu N$

Из (1) и (5): $\cancel{N_1 = \frac{F_{тр}}{}}$

$$F_{тр1} = m_1 g\sin\alpha_{max}; \quad F_{тр2} = m_2 g\sin\alpha_{max}$$

$$\mu_1 N_1 = m_1 g\sin\alpha_{max}; \quad \mu_2 N_2 = m_2 g\sin\alpha_{max}$$

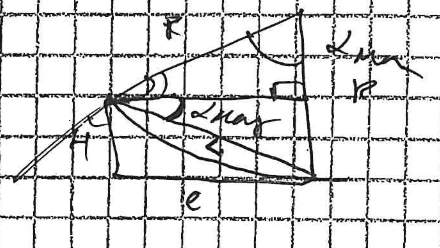
$$N_1 = \frac{m_1 g\sin\alpha_{max}}{\mu_1}; \quad N_2 = \frac{m_2 g\sin\alpha_{max}}{\mu_2}$$

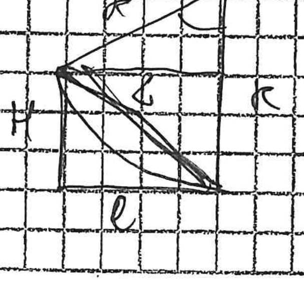
Подставим выражение для N_1 и N_2 в Θ:

$$\frac{m_1 g\sin\alpha_{max}}{\mu_1} + \frac{m_2 g\sin\alpha_{max}}{\mu_2} - (m_1+m_2) g\cos\alpha_{max} = 0$$

$$\left(\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2}\right)\sin\alpha_{max} = (m_1+m_2)\cos\alpha_{max}$$

$$tg\,\alpha_{max} = \frac{m_1+m_2}{\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2}}$$





По теореме косинусов:

$$L = R\sqrt{2(1-\cos\alpha)};$$

место для скобы

Шифр 6908

1) По теореме Пифагора:

$$L^2 = H^2 + l^2$$

$$l = R - R\sin\alpha \Rightarrow l = R(1-\sin\alpha_{max})$$

$$L = \sqrt{H^2 + R^2(1-\sin\alpha_{max})^2}$$

$$R\sqrt{2(1-\cos\alpha_{max})} = \sqrt{H^2 + R^2(1-\sin\alpha_{max})^2}$$

$$R^2\, 2(1-\cos\alpha_{max}) = H^2 + R^2(1-\sin\alpha_{max})^2$$

$$H = \sqrt{2(1-\cos\alpha_{max}) - (1-\sin\alpha_{max})^2}\; R$$

$$\cancel{H = \sqrt{2 - 2\cos\alpha_{max} + 1 + \sin\alpha_{max}}\; R}$$

$$\cancel{H = \sqrt{\sin\alpha_{max} - 2\cos\alpha_{max} + 1}\; R}$$

$$\cancel{\text{где } \alpha_{max} = \operatorname{arctg}\left(\frac{m_1+m_2}{\frac{m_1}{\mu_1}+\frac{m_2}{\mu_2}}\right)}$$

Ответ: $H = R\sqrt{2(1-\cos\alpha_{max}) - (1-\sin\alpha_{max})^2}$,

где $\alpha_{max} = \operatorname{arctg}\left(\frac{m_1+m_2}{\frac{m_1}{\mu_1}+\frac{m_2}{\mu_2}}\right)$.