Место для скобы

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА «ОРМО»
ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

06927

Шифр

1.	Предмет	Физика
2.	Вариант	1.
3.	Класс	11
4.	Фамилия	К О З Ы Р Е В А
	Имя	С О Ф Ь Я
	Отчество	А Л Е К С А Н Д Р О В Н А
5.	Дата рождения	Число: 1 8; Месяц: 0 2; Год: 2 0 0 5
6.	Страна	Россия
7.	Регион *(пр: Томская обл., Калининградская область)*	Новосибирская область
8.	Вид муниципального образования *(пр: пгт, деревня, село, город)*	город
9.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Псков)*	Новосибирск
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь в данное время	Специализированный учебно-научный центр Новосибирского государственного университета

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 06927

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

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

№3. Дано:

F, v

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{1,5}$

$d_1 = 7F,\ d_2 = 9F$

$t - ?$

Решение:

Расстояние от 1-го источника до линзы изменяется как: $d_1(t) = 7F - vt$

Формула тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ =>

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2(t)} + \frac{1}{f_2(t)}$ (*); р-е от 2-го источника до линзы изменяется как:

$d_2(t) = 9F - 1,5vt$ (т.к. $v_2 = 1,5 v_1 = 1,5 v$) =>

$\frac{1}{f_2} = \frac{d_2(t) - F}{d_2(t)\cdot F}$ (стоит отметь, что (*) справедливо, пока $d_2(t) > F$ – изображение 2-го источника действительное, т.е. $f_2(t) > 0$)

$\frac{1}{f_2} = \frac{9F - 1,5vt - F}{(9F - 1,5vt)F} = \frac{8F - 1,5vt}{(9F - 1,5vt)F}$

Когда $f_2 = d_1$: $\cancel{\frac{8F - 1,5vt}{(9F - 1,5vt)F} = 7F - vt}$ $\frac{(9F - 1,5vt)F}{8F - 1,5vt} = 7F - vt$

$9F^2 - 1,5Fvt = 56F^2 - 8Fvt - 1,5\cdot 7Fvt + 1,5v^2t^2$

$47F^2 - 17Fvt + 1,5v^2t^2 = 0$

$1,5v^2t^2 - 17Fvt + 47F^2 = 0$

$D = (17Fv)^2 - 4\cdot 1,5\cdot 47F^2v^2 = 7F^2v^2$ => $t_{1,2} = \frac{17Fv \pm Fv\sqrt{7}}{3v^2} = \frac{F}{v}\left(\frac{17+\sqrt{7}}{3}\right)$; $= \frac{F}{v}\left(\frac{17-\sqrt{7}}{3}\right)$

=> $t_1 = 6,55\frac{F}{v}$ – при данном t $d_2(t_1) = -0,825$ => неверно

$t_2 = 4,78\frac{F}{v}$ – время, через кот. 1-ый источник ~~первый раз~~ встретится с изображением 2-го ($d_2(t_2) = 1,83F > F$)

=> $t = 4,78\frac{F}{v}$

Ответ: $t = 4,78\frac{F}{v}$.

15б

№4. Дано: V_0, S, l; $\mu, p_0, p_2 \geq p_a$; T_0; $m(t) = m_0 - \alpha t$; t_k - ?

Решение:

Ур-е Менделеева - Клапейрона $pV = \frac{m}{\mu} RT$, для ~~I~~ начального состояния:

$$p_0 \left(V_0 + \frac{Sl}{2}\right) = \frac{m_0}{\mu} RT_0$$

$m_0 = \frac{\mu p_0 (2V_0 + Sl)}{2 RT_0}$ - масса газа в 1 баллоне и половине трубки

~~пусть $V(t)$ объем выпускаемого газа~~ $\Rightarrow$ При выпускании газа возникает разность давлений между атмосферным ~~$p_1(t)\left(V_0 + \frac{Sl}{2}\right)$~~ и давлением p_2 во правом сосуде, а также между давлением p_1 в левом сосуде и p_2. Капля начинает смещаться вправо, из-за чего объем левой части увеличивается, правой - уменьшается на ту же величину $\Delta V(t)$. $\Rightarrow$

$$p_1(t) \underbrace{\left(V_0 + \frac{Sl}{2} + \Delta V(t)\right)}_{V_1(t)} = \frac{m_0}{\mu} RT_0, \quad p_2(t) \underbrace{\left(V_0 + \frac{Sl}{2} - \Delta V(t)\right)}_{V_2(t)} = \frac{m(t)}{\mu} RT_0$$

Из постоянства общего объема 2х баллонов и трубки: $2V_0 + Sl = V_1(t) + V_2(t)$

выразим $V_1(t)$ и $V_2(t)$: $V_1(t) = \frac{m_0 RT_0}{\mu p_1(t)}$, $V_2(t) = \frac{m(t) RT_0}{\mu p_2(t)} = \frac{m_0 RT_0}{\mu p_2(t)} - \frac{\alpha t RT_0}{\mu p_2(t)}$

$2V_0 + Sl = \frac{2 m_0 RT_0}{\mu p_0}$ $\Rightarrow$

$$\frac{m_0 RT_0}{\mu p_1(t)} + \frac{m_0 RT_0}{\mu p_2(t)} - \frac{\alpha t RT_0}{\mu p_2(t)} = \frac{2 m_0 RT_0}{\mu p_0} \quad \Big| : \left(\frac{m_0 RT_0}{\mu}\right)$$

$$\frac{1}{p_1(t)} + \frac{1}{p_2(t)} - \frac{\alpha t}{m_0 p_2(t)} = \frac{2}{p_0} \quad (*)$$

В момент, когда капля оказалась в правом баллоне: $p_1 (V_0 + Sl) = \frac{m_0}{\mu} RT_0$ $\Rightarrow$

$p_1 (V_0 + Sl) = p_0 \left(V_0 + \frac{Sl}{2}\right)$, $p_1 = \frac{p_0 (2V_0 + Sl)}{2(V_0 + Sl)}$

$p_2 V_0 = \frac{m_0 RT_0}{\mu} - \frac{\alpha t RT_0}{\mu}$, $p_2 = \frac{m_0 RT_0}{\mu V_0} - \frac{\alpha t RT_0}{\mu V_0} = \frac{p_0 (2V_0 + Sl)}{2 V_0} - \frac{\alpha t RT_0}{\mu V_0} =$

$= \frac{\mu p_0 (2V_0 + Sl) - 2\alpha t RT_0}{2 \mu V_0}$ $\Rightarrow$ подставим в $(*)$:

$$\frac{2(V_0 + Sl)}{p_0 (2V_0 + Sl)} + \frac{2 \mu V_0}{\mu p_0 (2V_0 + Sl) - 2\alpha t RT_0} ~~\frac{2}{p_0}~~ - \frac{\alpha t}{m_0} \cdot \frac{2 \mu V_0}{(\mu p_0 (2V_0 + Sl) - 2\alpha t RT_0)} = \frac{2}{p_0}$$

$$\frac{2}{p_0}\left(\frac{V_0+Sl}{2V_0+Sl}\right)+\frac{2\mu V_0}{\mu p_0(2V_0+Sl)-2\alpha t RT_0}\left(\frac{1-\alpha t}{\mu}\right)=\frac{2}{p_0}$$

$$\frac{2\mu V_0(\mu-\alpha t)}{(\mu p_0(2V_0+Sl)-2\alpha t RT_0)\mu}=\frac{2}{p_0}\left(1-\frac{V_0+Sl}{2V_0+Sl}\right)=\frac{2}{p_0}\frac{(2V_0+\cancel{Sl}-V_0-\cancel{Sl})}{2V_0+Sl}=\frac{2V_0}{p_0(2V_0+Sl)}$$

$$\frac{2V_0(\mu-\alpha t)}{\mu p_0(2V_0+Sl)-2\alpha t RT_0}=\frac{2V_0}{p_0(2V_0+Sl)}\Rightarrow\frac{\mu-\alpha t}{\mu p_0(2V_0+Sl)-2\alpha t RT_0}=\frac{1}{p_0(2V_0+Sl)}$$

$$\cancel{2p_0V_0}\ \mu p_0(2V_0+Sl)-\alpha t p_0(2V_0+Sl)=\mu_0 p_0(2V_0+Sl)-2\alpha t RT_0$$

$$\alpha t\, p_0(2V_0+Sl)=2\alpha t RT_0 \Rightarrow \text{т.к. } p_0(2V_0+Sl)=\frac{2m_0}{\mu}RT_0,\ \text{то}\ \frac{2m_0}{\mu}=2,\ m_0=\mu$$

$$\Rightarrow p_2V_0=RT_0\left(\frac{1-\alpha t}{\mu}\right)=\frac{RT_0(\mu-\alpha t)}{\mu}$$

−205

№5.

Дано:

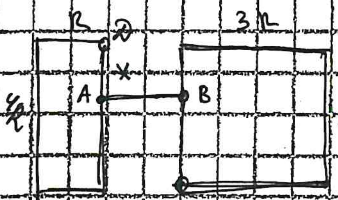
$a=1$м, $R=1$Ом

$l=4$м, $b=3$м

$\Delta I_{min}=0{,}4$ A

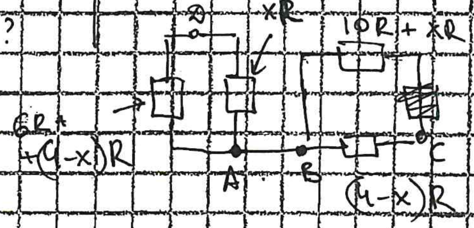
ΔI - ? U - ?

Решение.



Обозначим $AD=x$, тогда $R_{AD}=xR$, а р-е от A до другого конца проволоки и, соотв-но, сопротивление: $l-x$, $(l-x)R=(4-x)R$

$\Rightarrow$ эквивалентная схема:



Пусть сопр-е левой части $R_{1общ}$, правой - $R_{2общ}$:

$$R_{1общ}=\frac{xR^2(10-x)}{10-x+x}=\frac{xR^2(10-x)}{10}$$

$$R_{2общ}=\frac{(4-x)(10+x)R^2}{4-x+10+x}=\frac{(4-x)(10+x)R^2}{14}$$

$\Rightarrow$ Пусть приложенное напряжение U, I_1, I_2 токи через $R_{1общ}$ и $R_{2общ}$ соответственно $\Rightarrow U=I_1R_{1общ}+I_2R_{2общ}$

С друг. стороны $I_1+I=I_2$, где I - ток ч/з перемычку

$$I=\frac{U}{R_{1общ}+R_{2общ}}=\frac{U}{\frac{xR^2(10-x)}{10}+\frac{(4+x)(10+x)R^2}{14}}=\frac{70U}{R^2(7x(10-x)+5(4+x)(10+x))}$$

$$=\frac{70U}{R^2(70x-7x^2+5(40+4x+10x+x^2))}\quad\frac{70U}{R^2(70x-7x^2+200+20x+50x+5x^2)}$$

$$=\frac{70U}{R^2}\left(\frac{1}{-2x^2+140x+200}\right)\ \text{— min при min зн-ии дроби}\Rightarrow$$

скобы

Шифр 6927

$\cancel{-2x^2 + 140x + 200 \ \max \Rightarrow (-2x^2 + 140x + 200)' = -4x + 140 = 0}$

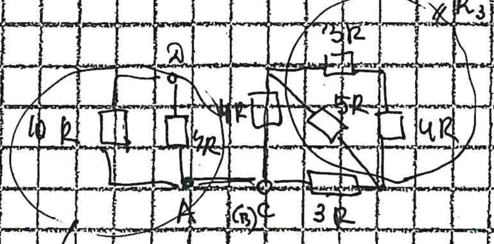
$I = \dfrac{U}{R_{1общ} + R_{2общ}}$ – min при max зн-ле $\Rightarrow$ $\cancel{x = \dfrac{140}{4} = 35}$

$R_{1общ} + R_{2общ} = \dfrac{R^2 x(10-x)}{10} + \dfrac{R^2(4+x)(10+x)}{14} = \dfrac{7R^2(10x - x^2) + 5R^2(40 + 4x - 10x - x^2)}{70}$

$= \dfrac{R^2}{70}(70x - 7x^2 + 5\cdot 40 + 5\cdot 4x - 5\cdot 10x - 5x^2) = (200 - 12x^2)\dfrac{R^2}{70}$ – max при

$(200 - 12x^2)' = 0 - 12\cdot 2x = 0, \ 24x = 0 \Rightarrow x = 0$ –15.5 !

При соединении точек K и M: $R_{KM} = 5R$ (по т. Пифагора). Схема:



$R_3 = \dfrac{(3R + 4R)\cdot 5R}{12R} = \dfrac{35R}{12}$

где ε – ?

так я неи V !

$R_4 = \dfrac{40R^2}{14R} = \dfrac{20}{7}R$

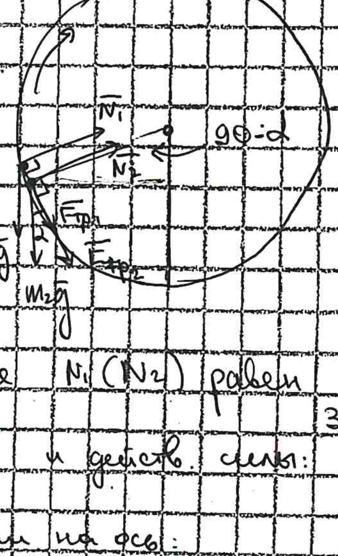
N1 Дано:

$m_1, m_2, \ m_1 < m_2$

$R, \ \mu_1, \mu_2 \ (\mu_1 < \mu_2)$

h_{max} – ?

Решение:



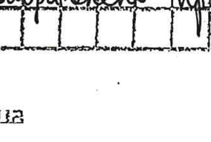
т.к. тела маленькие, считаем что линии действия их сил трения совпадают, линии действ. сил реакций опоры перп. линиям действия сил трения и парал. направлению центростр. ускорения

пусть тела поднялись на max высоту, когда угол м/у m_1g (m_2g) и $F_{тр1}$ ($F_{тр2}$) равен α. Тогда угол м/у вертикально

пусть ω – угл. скор. вращ-я барабана и линией действия N_1 (N_2) равен

$360° - 90° - 90° - 90° - \alpha = 90° - \alpha$

Для I-м каждое тело и действ. силы:



II з. Ньютона в проекции на оси:

$OY: N_1 - m_1 g \sin\alpha = m_1 \omega^2 R$

$OX: m_1 g\cos\alpha + \mu_1 N_1 = m_1 a_{\tau_1}$, a_{τ_1} направлено против скорости скобы

Шифр 6927

$N_1 = m_1(\omega^2 R + g\sin\alpha)$

$m_1 g\cos\alpha + \mu_1 m_1(\omega^2 R + g\sin\alpha) = m_1 a_{\tau_1}$, $a_{\tau_1} = g\cos\alpha + \mu_1\omega^2 R + \mu_1 g\sin\alpha$

$\Rightarrow$ тело 1 пройдет путь $R\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \frac{(\omega^2 R)^2}{2a_{\tau_1}} = \frac{(\omega R)^2}{2(g\cos\alpha + \mu_1\omega^2 R + \mu_1 g\sin\alpha)}$

тогда $h_1 = R - R\cos\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) = R(1 - \sin\alpha)$ - высота, на кот. поднимется 1-ое тело

Аналогично для тела 2:

$N_2 - m_2 g\sin\alpha = m_2\omega^2 R$, $N_2 = m_2(\omega^2 R + g\sin\alpha)$

$m_2 g\cos\alpha + \mu_2 N_2 = m_2 a_{\tau_2}$, ~~$a_{\tau_2}$~~ $m_2 a_{\tau_2} = m_2 g\cos\alpha + \mu_2 m_2(\omega^2 R + g\sin\alpha)$

$a_{\tau_2} = g\cos\alpha + \mu_2\omega^2 R + \mu_2 g\sin\alpha$

$R\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \frac{(\omega R)^2}{2a_{\tau_2}} = \frac{(\omega R)^2}{2(g\cos\alpha + \mu_2\omega^2 R + \mu_2 g\sin\alpha)}$

$\Rightarrow$ ~~$\mu_1\omega^2 R + \mu_1 g\sin\alpha = \mu_2\omega^2 R + \mu_2 g\sin\alpha$~~

~~$(\mu_1 - \mu_2) = \omega^2 R(\mu_2 - \mu_1)$~~