


ОКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА «ОРМО»  
 ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ  
 заключительного этапа

08017

Шифр

ет	Физика																			
нт	2																			
	10																			
ия	Ш	е	Ф	е	р															
	К	и	р	а																
тво	А	л	е	к	с	е	е	в	н	а										
ождения	0	7				0	4				2	0	0	6						
	Число								Месяц		Год									
т	Россия																			
т (пр: Томская обл., инградская область)	Красноярский край																			
иципального образования (деревня, село, город)	город																			
нный пункт (пр: Томск, во, Псков)	г. Красноярск																			
е наименование вительного учреждения, ом Вы обучаетесь в время	ФГАОУ ВО Физико-математическая школа-интернат СФУ																			

сие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e-mail  
 ультатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись 

1/2/3/4/5 Σ  
 15/15/1-18/15/54

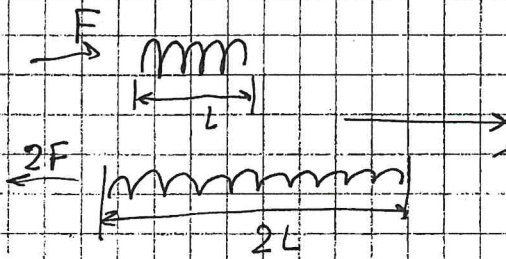
Шифр

08017

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
54	1.09	Ю. Брашнев В. В.	С. В. В.

№ 2



При сжатии пружины будет возникнуть сила упругости, по 3-му Гука равная  $F_{упр} = k \Delta L$ , где  $k$  - коэффициент жесткости,  $\Delta L$  - растяжение пружины (сила напр. против приложенной)

Система будет находиться в равновесии и в первом, и во втором случае, значит по 2-му закону Ньютона:

$$\text{ОУ: } 1) \quad mg - F_{упр} = 0; \quad (mg = F; \quad F_{упр} = k \Delta L; \quad \Delta L = l_0 - L)$$

$$mg = k \Delta L \quad l_0 > L; \quad l_0 < 2L$$

$$mg = k(l_0 - L)$$

$$2) \quad -2mg + k(2L - l_0) = 0$$

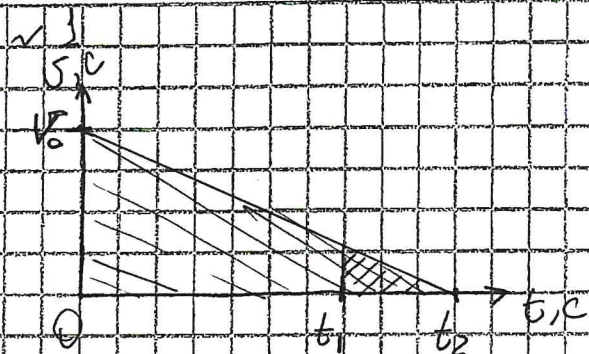
$$\begin{cases} mg = k(l_0 - L) \\ 2mg = k(2L - l_0) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} mg = kl_0 - kL \\ 2mg = 2kL - kl_0 \end{cases} \quad (+) \quad \text{— сложим из 2-ух и с 2-м уравн.}$$

$$\text{①} + \text{②}: \quad 3mg = kL \Rightarrow k = \frac{3mg}{L}, \quad \text{тогда, подставив в любое из уравн.}; \quad mg = \frac{3mg}{L} \cdot l_0 - \frac{3mg}{L} \cdot L$$

$$\frac{3mg}{L} \cdot l_0 = mg + \frac{3mg}{L} \cdot L = 4mg$$

$$l_0 = \frac{L \cdot 4mg}{3mg} = \frac{4}{3}L \quad \text{— длина в неуст. соeq}$$

$$\text{Ответ: } k = \frac{3mg}{L}; \quad l_0 = \frac{4}{3}L$$



Для решения построим график зависимости от времени скорости боньга, где \$t\_2\$ - общее время, \$t\_1 = t\_2 - t\$, т.е. время, после которого начался отсчет, время, за которое боньга проехала \$1 - \frac{1}{16} = \frac{15}{16}\$ тормозного пути. Скорость уменьшилась с \$v\_0\$ до 0.

$$t_2 - t_1 = t = 0,8 \text{ с}$$

На графиках зав-си \$v(t)\$ площадь под графиком - путь тела, значит площадь треугольника большого (с катетами \$t\_2\$ и \$v\_0\$) = весь путь боньга, а площадь меньшего (с катетом \$t\_2 - t\_1 = t\$) = \$\frac{1}{16}\$ пути (условие).

Эти треугольники подобны (одинак. угол, 2 парал. стороны), а значит их площади относ. как квадраты подобия в квадрате:

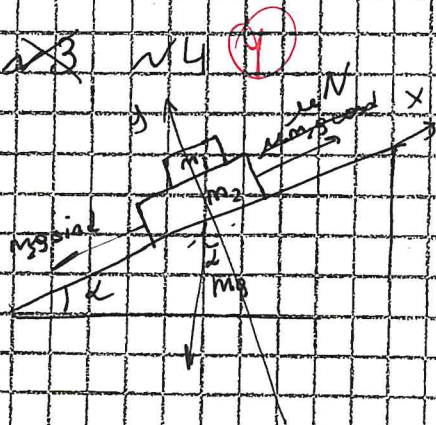
$$\frac{S_{\text{мал}}}{S_{\text{б}}}} = k^2 \Rightarrow \frac{\frac{1}{16} S}{S} = k^2 \Rightarrow k = \sqrt{\frac{1}{16}} = \frac{1}{4}, \text{ значит и}$$

катеты \$(t\_2 - t\_1)\$ и \$t\_2\$ относ. как коэфф. подобия:

$$\frac{t_2 - t_1}{t_2} = \frac{1}{4} \Rightarrow t_2 = 4 \cdot (t_2 - t_1) = 4 \cdot t = 4 \cdot 0,8 \text{ с} =$$

3,2 с - искомое время

Ответ: - полное время торможения - 3,2 с



Верхний брусок будет скользить, если предположить его центр тяжести на оси \$Ox\$ (длина тела равна длине тени (окреп. коэф. в разном направлении) (Если \$\sum F = 0\$, то брусок не движется)).

II - 3-й закон Ньютона: \$v = 0\$ или \$a = \text{const}\$,

т.е. \$Ox\$: \$m\_1 g \sin \alpha - \mu N = 0\$

$$N = m_1 g \cos \alpha$$

$$\begin{aligned} m_1 g \sin \alpha &= \mu m_1 g \cos \alpha \\ \Rightarrow \mu &= \frac{m_1 g \sin \alpha}{m_1 g \cos \alpha} \\ \mu &= \tan \alpha \end{aligned}$$

4 (продолженное)

Плоский брусок должен оставаться в покое, т.е. его сила трения должна быть больше прорыва силы тяжести.

3-й закон Ньютона:

$$m_2 g \sin \alpha < \mu_2 N \quad \& \text{У: } N - m_2 g \cos \alpha - m_1 g \cos \alpha = 0$$

$$N = g(m_1 + m_2) \cos \alpha$$

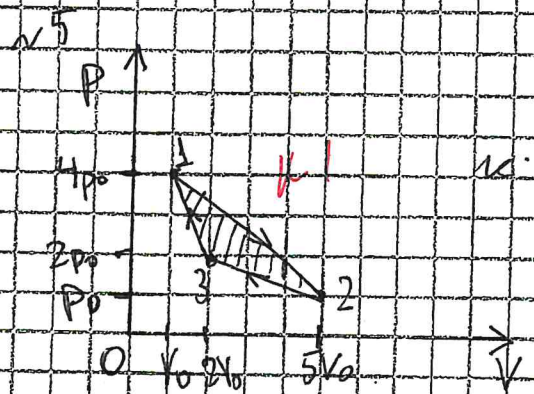
$$m_2 g \sin \alpha < \mu_2 g \cos \alpha (m_1 + m_2)$$

$$\mu_2 > \frac{m_2 \sin \alpha}{g \cos \alpha (m_1 + m_2)} = \frac{m_2 \tan \alpha}{(m_1 + m_2)}$$

без-за то, что  
вершины скользят,  $\tan \alpha = \mu_1$

$$\Rightarrow \mu_2 > \frac{m_2 \mu_1}{m_1 + m_2}$$

Ответ:  $\mu_2 > \frac{m_2 \mu_1}{m_1 + m_2}$



Т.к. зад считаем извольным, то нам применимо уравнение Менделеева-Клапейрона, из которого следует, что:

$$pV = \nu RT \Rightarrow \nu = \frac{pV}{RT}$$

Таким образом, тем-ра в точках 1, 2, 3 равна:

$$T_1 = \frac{4PaV_0}{\nu R} \quad T_3 = \frac{2PaV_0}{\nu R} = \frac{4PaV_0}{\nu R}$$

$$T_2 = \frac{5PaV_0}{\nu R} \quad \text{отсюда } T_{min} = T_1 = T_3 = \frac{4PaV_0}{\nu R}$$

$$\text{и } T_{max} = T_2 = \frac{5PaV_0}{\nu R}$$

КПД цикла Карно, сес. из ариводат и изотерм, явл. максимальным возможным КПД данной тепловой машины и этот КПД равен:

$$\eta = \frac{T_{min}}{T_{max}} = 1 - \frac{4PaV_0 \cdot \nu R}{\nu R \cdot 5PaV_0} = 0,2 = 20\%$$

это вам не Карно

№5 (продолжение)

$A_{обм} = A_{1-2} + A_{2-3} + A_{3-1}$ , работа всегда - площадь под графиком

$A_{1-2} = \left(\frac{p_0 + 4p_0}{2}\right) \cdot (5V_0 - V_0) = \frac{5}{2} p_0 \cdot 4V_0$  - площадь трапеции  
 $S_{трап} = \left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right) \cdot h$   
 $\Rightarrow \frac{5}{2} p_0 V_0$

Так как на  $u_2-3$  и  $3-1$  объем уменьшается, работа на них отрицательная

$A_{2-3} = \left(\frac{p_0 + 2p_0}{2}\right) \cdot (5V_0 - 2V_0) = \frac{3}{2} p_0 \cdot 3V_0 = \frac{9}{2} p_0 V_0 \Rightarrow A_{2-3} = -\frac{9}{2} p_0 V_0$

$A_{3-1} = \left(\frac{2p_0 + 4p_0}{2}\right) \cdot (2V_0 - V_0) = 3p_0 V_0 \Rightarrow A_{3-1} = -3p_0 V_0$

$A_{обм} = 10p_0 V_0 - 9p_0 V_0 - 3p_0 V_0 = 2,5p_0 V_0 = \frac{5}{2} p_0 V_0$  что экв. площади треугольника на графике

КПД ( $\eta$ ) цикла =  $\frac{A_{обм}}{Q_{нагр}}$  или  $1 - \frac{|Q_{охл}|}{Q_{нагр}}$  чтобы

цикл совершался без потерь, чтобы в  $Q_{охл}$  был меньше в КПД цикла Карно

Абсолютно известно, знаешь, можно найти  $Q_{нагр}$

$\Delta Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} + A_{1-2}$  ( $i=3$ , т.к. раз одно атом)

$\Delta U_{1-2} = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{5p_0 V_0 - 4p_0 V_0}{p_0}\right) + \frac{5}{2} p_0 V_0$

$\Delta Q_{1-2} = \frac{3}{2} p_0 V_0 + 10p_0 V_0 = 11,5p_0 V_0 = \frac{23}{2} p_0 V_0$  тепло подводится

$\Delta Q_{2-3} = \Delta U_{2-3} + A_{2-3}$

$\Delta U_{2-3} = \frac{i}{2} \nu R (T_3 - T_2) = -\frac{3}{2} p_0 V_0$ ;  $\Delta A_{2-3} < 0 \Rightarrow$  тепло отводится

$\Delta Q_{3-1} = \Delta U_{3-1} + A_{3-1}$

$\Delta U_{3-1} = \frac{i}{2} \nu R (T_1 - T_3) = 0$  - так как не меняется температура  
 $A_{3-1} < 0 \Rightarrow$  здесь тепло тоже отвод.

$\Delta Q_{1-2} = Q_{нагр} \Rightarrow \eta = \frac{A_{обм}}{Q_{нагр}} = \frac{5 p_0 V_0}{23 p_0 V_0} = \frac{5}{23}$   
 $\frac{5}{23} > 0,2 \Rightarrow$  КПД этого цикла больше КПД Карно, что невозможно

Ответ: такой цикл невозможен!  
 но написано же!