



ШИФР 15388

Класс 11 Вариант 2 Дата Олимпиады 03.03.2018

Площадка написания КНИТУ

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	4	2	5	4	5	5	25	двадцать пять	Май

Лист 1

(N5)

Дано:

m_1

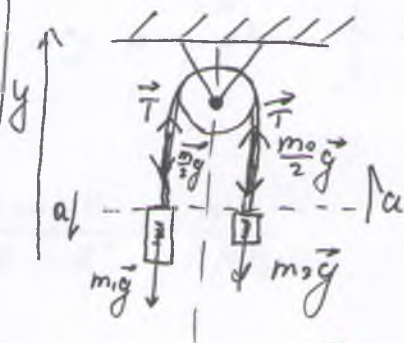
m_2

m_0

$m_1 > m_2$

$\lambda = ?$

Решение:



Запишем 2ой закон Ньютона для правой и левой сторон:
П.к. веревка расположена симметрично, то массы правой и левой частей равны $\frac{m_0}{2}$.

$$\begin{cases} -m_1 a - (m_1 + \frac{m_0}{2}) a = \frac{m_0}{2} g - m_1 g + T \\ (m_2 + \frac{m_0}{2}) a = T - m_2 g - \frac{m_0}{2} g \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} (m_1 + \frac{m_0}{2}) a = \frac{m_0}{2} g + m_1 g - T \\ (m_2 + \frac{m_0}{2}) a = T - m_2 g - \frac{m_0}{2} g \end{cases} \Rightarrow (m_1 + m_2 + 2 \frac{m_0}{2}) a = \frac{m_0}{2} g + m_1 g - m_2 g - \frac{m_0}{2} g \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (m_1 + m_2 + m_0) a = g (m_1 - m_2) \Rightarrow a = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 + m_2 + m_0)} g$$

Ответ: $a = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 + m_2 + m_0)} g$



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



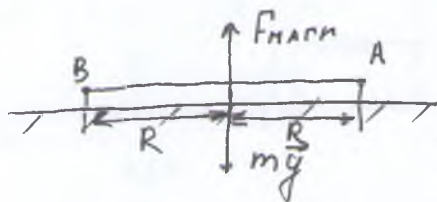
Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

ШИФР

15388

Лист 2

(N4)



Сумма моментов относительно точки
А или В равна нулю.

$$\Rightarrow M_{mg} + M_{магн} = 0$$

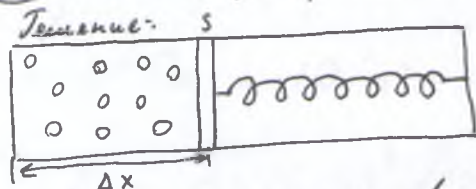
$$\left. \begin{array}{l} M_{сила тяжести} = mg \cdot R \\ M_{магнитн.} = \gamma \cdot B \cdot \pi R^2 \end{array} \right\} \Rightarrow mgR + \gamma B \cdot \pi R^2 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow |\gamma| = \frac{mgR}{B \cdot \pi R^2} = \frac{mg}{\pi R B}$$

$$\gamma = \frac{m \cdot g}{\pi \cdot R \cdot B}$$

Ответ: $\gamma = \frac{m \cdot g}{\pi \cdot R \cdot B}$

(N3) Дано: $p_0 = p = 10^6 \text{ Па}$ $V = V_0 = 4 \text{ л} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$



1) Из того, что

Пусть площадь поршня - S.

1) Из того, что в отсутствие газа поршень располагается вплотную к левому торцу мы понимаем, что поршень в присутствии газа располагается на расстоянии Δx от левой стенки. $\Rightarrow V_{газа} = \Delta x \cdot S$

2) При увеличении объема газа, он увеличивается только в длину, при этом сжимающая пружина, действуя на поршень



ШИФР 15388

$$(ab)c = a(bc)$$

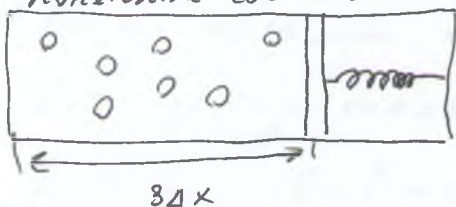
$$E = mc^2$$



Лист 3

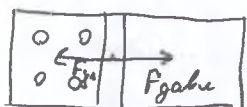
(Продолжение решения задачи №3)

Конечное состояние:



3) Газ совершает работу по перемещению поршня на расстояние $3\Delta x - \Delta x = 2\Delta x$.

4) В ходе расширения ^{сильна} давление газа должно увеличиваться так же, как и сила упругости пружины.



$$F_{\text{давления газа}} = F_{\text{упр}} \Rightarrow p_0 \cdot S = k \cdot \Delta x$$

В ходе расширения газа пружина сжимается в 3 раза $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ Ур-ние 2-го закона Ньютона для конечного состояния

выглядит так: $p_{\text{кон}} S = k \cdot 3\Delta x \Rightarrow p_{\text{кон}} S = 3 \cdot p_0 \cdot S \Rightarrow p_{\text{кон}} = 3p_0$
Давление увеличивается в 3 раза.

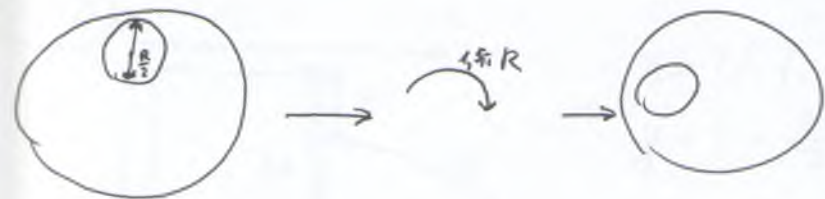
5) Из первого начала термодинамики: $A = \Delta p \cdot \Delta V$

$$A = (p_{\text{кон}} - p_0) (V_{\text{кон}} - V_0) = (3p_0 - p_0) \cdot (3V_0 - V_0) = 2p_0 \cdot 2V_0 = 4pV =$$

$$= 4 \cdot 10^6 \text{ Па} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 16 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

Ответ: $A = 16 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 16 \text{ кДж}$.

№1



1) Масса цилиндра = m.

$$m_0 = \rho \cdot V = \rho \cdot h \cdot \pi R^2$$

Масса вырезанного отверстия:

$$m_{\text{отв}} = \rho \cdot V = \rho \cdot h \cdot \pi \cdot \left(\frac{R}{2}\right)^2 =$$

$$= \rho \cdot h \cdot \pi \cdot \frac{R^2}{4} = \frac{m}{4}$$

ШИФР 15388

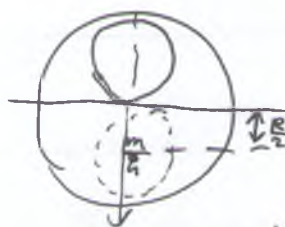
Лист 4

(Продолжение решения N1)

2) После того, как в цилиндре просверлили отверстие,
(масс) его центр тяжести сместился ниже отверстия.

$$A = F \cdot S \quad F = \frac{3}{4} mg \quad S = \Delta x - \text{где } \Delta x - \text{смещение центра масс.}$$

x -координата центра масс.:



x будет находится в противоположной части цилиндра от отверстия.

$$x = \frac{x_0 m_0 + \dots + x_n m_n}{m_0 + \dots + m_n}$$

$$x = \frac{\frac{m}{4} \cdot \frac{R}{2}}{\frac{3}{4} m} = \frac{\frac{mR}{8}}{\frac{3m}{4}} = \frac{4mR}{3 \cdot 8 \cdot m} = \frac{4R}{24} = \frac{R}{6}$$



Для того чтобы совершить минимальную работу, нужно поднять точку x в точку, где первоначально было отверстие

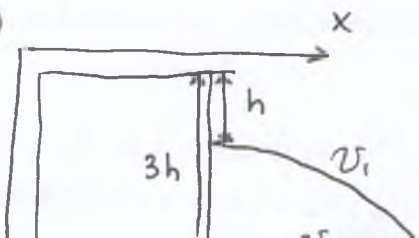


$$\Rightarrow \Delta x = 2x = 2 \cdot \frac{R}{6} = \frac{R}{3}$$

$$A = \frac{3}{4} mg \cdot \frac{R}{3} = \frac{3mgR}{4 \cdot 3} = \frac{mgR}{4}$$

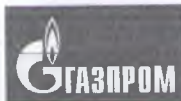
Ответ: $A = \frac{mgR}{4}$

(N2)

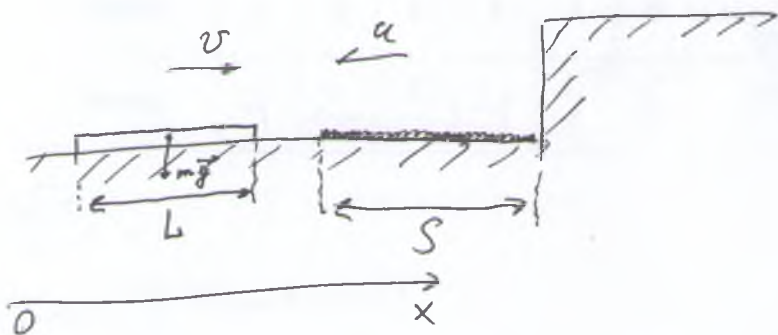


$$x = v_1 t_1 = v_2 t_2$$

$$y = h + \frac{gt_1^2}{2} = 2h + \frac{gt_2^2}{2} \Rightarrow t_2 < t_1$$



N 6



Дано: $L = 1,5 \text{ м}$

$\mu = 0,15$

$S = 0,5 \text{ м}$

$T = 0,74 \text{ с}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$v = ?$

Решение:

1) На брусок. при движении по шероховатой пов-ти начинает действовать $F_{\text{тр}}$, которая увеличивается пропорционально увеличению площади доски на шероховатой пов-ти.

Возьмем k - коэффициент, показывающий какая доля на бруска находится на шероховатой пов-ти. $\Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu \cdot N = \mu \cdot mg \cdot \frac{k}{L}$

2) Согласно 2-ому закону Ньютона: $F_{\text{тр}}$ препятствует движению бруска. Брусок движется без ускорения, следовательно ускорение бруска направлено против его скорости. Запишем 2-ой закон Ньютона в проекции на Ox :

$$-ma = F_{\text{тр}} = \mu \frac{kmg}{L} \Rightarrow ma = -\mu mg \frac{k}{L} \Rightarrow a = -\mu g \frac{k}{L}$$

$a \neq \mu g \cdot \frac{k}{L} = 0$. П.к. k - переменный постоянно возрастающий коэффициент, то движение бруска можно представить ускорением колебательного движения: $\omega = \sqrt{\frac{\mu g}{L}}$ $A = \frac{v}{\omega} = v \cdot \sqrt{\frac{L}{\mu g}} = v \cdot \sqrt{\frac{L}{\mu g}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow x = A \cdot \sin \omega t = v \cdot \sqrt{\frac{L}{\mu g}} \cdot \sin \left(\sqrt{\frac{\mu g}{L}} \cdot t \right) \Rightarrow v = \frac{x}{\sqrt{\frac{L}{\mu g}} \cdot \sin \left(\sqrt{\frac{\mu g}{L}} \cdot t \right)}$$

$$\sin \omega t \in [0; 1] \quad 0,5 \cdot \sqrt{0,15 \cdot 10} \quad 0,5 \quad 0,5$$

$$x = S = 0,5 \quad S \cdot \sqrt{\mu g} = 0,5 \cdot \sqrt{0,15 \cdot 10} = 0,5 \cdot \sqrt{1,5} = 0,5 \cdot 1,2247 = 0,61235$$