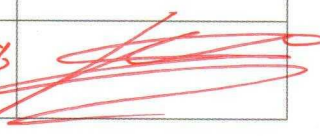


ШИФР 29733

Класс 11 Вариант 2 Дата Олимпиады 03.03.2018

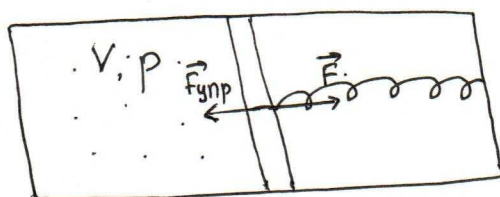
Площадка написания МГТУ им. Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ <u>19</u>		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	<u>0</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>1</u>	<u>19</u>	<u>девятнадцать</u>	

Дано:

$V_1 = 4 \text{ м}$
 $P_1 = 10^6 \text{ Па}$
 $n = 3$
 $F_{\text{тр}} = 0$

Решение.



1) по III-ему закону Ньютона

$$\vec{F}_{\text{гипр}} = -\vec{F}$$

(1) $F_{\text{гипр}} = k \Delta l$, где k - коэффициент упругости пружины, Δl - деформирование пружины.

$$\begin{cases} F = P \cdot S \\ S = \frac{V}{\Delta l} \end{cases}$$

(2) $F = P \cdot \frac{V}{\Delta l}$
из (1) и (2)

$$k \Delta l = P \frac{V}{\Delta l}$$

$$k \Delta l^2 = P V \quad (3)$$

2) A' направлена на преодоление $F_{\text{гипр}}$.
 $A' = + F_{\text{гипр}} \cdot \Delta l$ (т.к. $\vec{S}$ и $\vec{F}$ противоположно направлены)
 $A' = k \Delta l \cdot \Delta l$, а из (3).
 $A' = P V$.

3) Из уравнения Клапейрона - Менделеева
 $PV = \nu RT$

$$\begin{cases} P_1 V_1 = \nu RT \\ P_2 V_2 = \nu RT \end{cases} \quad \text{т.к. } T = \text{const} \quad m = \text{const} \quad \text{то по 3-му Боуэ-Мариотто}$$

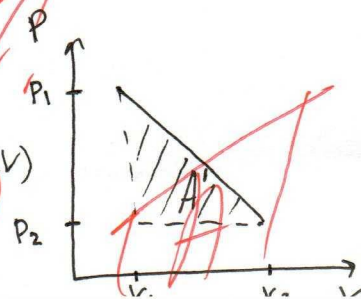
$$\begin{cases} P_1 V_1 = P_2 V_2 \\ V_2 = n \cdot V_1 \quad (\text{по условию}) \end{cases}$$

$$P_1 V_1 = n \cdot V_1 \cdot P_2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1}{n}$$

Построим график зависимости $P(V)$

Тогда $A' = S_{\text{гипр}} = \frac{1}{2} (P_2 - P_1) \cdot (V_2 - V_1)$

т.к. $\Delta V > 0 \Rightarrow A' > 0 \Rightarrow A' = \frac{1}{2} (P_1 - P_2) (V_2 - V_1)$



№5 (продолжение)

Рассмотрим систему БЭО груз + шкив.

тогда для 1-го груза и шкива:
по II-ому закону Ньютона

$$(m_1 + \frac{m_0}{2}) \vec{g} + \vec{T}_1 = m_1 \vec{a}_1 + \frac{m_0}{2} \vec{a}_1$$

$$\text{Ох: } (m_1 + \frac{m_0}{2}) g_x - T_{1x} = m_1 a_{1x} + \frac{m_0}{2} a_{1x}$$

для 2-го груза и шкива:

по II-ому закону Ньютона

$$(m_2 + \frac{m_0}{2}) \vec{g} + \vec{T}_2 = m_2 \vec{a}_2 + \frac{m_0}{2} \vec{a}_2$$

$$\text{Ох: } (m_2 + \frac{m_0}{2}) g_x - T_{2x} = m_2 a_{2x} + \frac{m_0}{2} a_{2x}$$

по III-ему закону Ньютона

$$\vec{T}_1 = -\vec{T}_2, \quad \vec{a}_1 = -\vec{a}_2, \text{ тогда.}$$

$$\begin{cases} T_x = (m_1 + \frac{m_0}{2}) g_x - (m_1 + \frac{m_0}{2}) a_x \\ T_x = (m_2 + \frac{m_0}{2}) g_x + (m_2 + \frac{m_0}{2}) a_x \end{cases}$$

$$(m_1 + \frac{m_0}{2}) g_x - (m_1 + \frac{m_0}{2}) a_x = (m_2 + \frac{m_0}{2}) g_x + (m_2 + \frac{m_0}{2}) a_x$$

$$m_1 g_x + \frac{m_0}{2} g_x - m_1 a_x - \frac{m_0}{2} a_x - m_2 g_x - \frac{m_0}{2} g_x - m_2 a_x - \frac{m_0}{2} a_x = 0$$

$$g_x (m_1 - m_2) = (m_1 + m_2 + m_0) a_x$$

$$a_x = \frac{g_x (m_1 - m_2)}{m_1 + m_2 + m_0}.$$

Ответ: $a_x = \frac{g_x (m_1 - m_2)}{m_1 + m_2 + m_0}.$

Дано:

№6.

$$L = 1,5 \text{ м}$$

$$M = 0,15$$

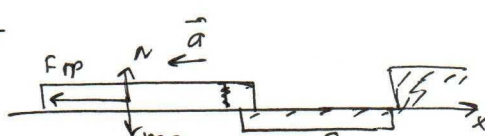
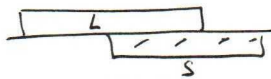
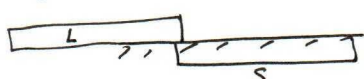
$$S = 0,5 \text{ м}$$

$$t = 0,74 \text{ с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$v_0 = ?$

1) Рассмотрим перемещение груза, когда брусок достигнет поверхности.



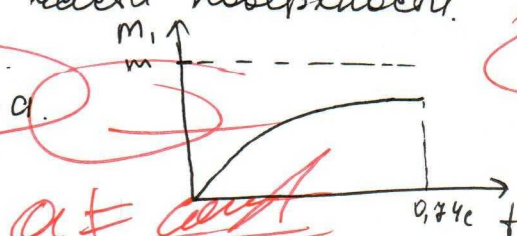
по II-ому закону Ньютона

$\vec{F}_{\text{тр}} + \vec{m}g + \vec{N} = m_1 \vec{a}$, где m_1 - масса бруска, находящегося на шероховатой части поверхности.

$$x: -\mu mg = -m_1 a.$$

$$\mu \cdot p \cdot S \cdot L = p \cdot S \cdot l \cdot a.$$

$$L = v_0 t - \frac{at^2}{2}.$$



$a \neq \text{const}$

~3 (продолжение)

$$A = \frac{1}{2} \left(p_1 - \frac{p_1}{n} \right) (n \cdot v_1 - v_1)$$

$$A = \frac{1}{2} \left(10^6 \text{ Па} - \frac{10^6 \text{ Па}}{3} \right) (3 \cdot 4 \text{ л} - 4 \text{ л}) = \frac{2}{3} \cdot 10^6 \text{ Па} \cdot 2 \cdot 4 \text{ л} = \frac{4}{3} \cdot 10^6 \text{ Па} \cdot 4 \text{ л} = 5,33 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

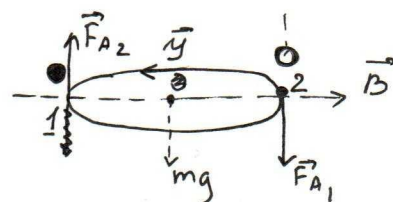
Ответ: $A = 5,33 \cdot 10^6 \text{ Дж}$

~4.

Дано:

R
 γ
 B
 $m = ?$

Решение:



1) Предположим, что

γ направлена против часовой стрелки

B вправо, тогда по правилу левой руки найдем направление $\vec{F}_A$ в точках 1 и 2.

2) Т.к. кольцо однородное, то mg приложена к середине кольца.

3) в $t=0$ ~~мало~~ кольцо не деформировалось, тогда

$$M_1 + M_2 + M_3 = 0$$

Относительно точки O: $-M_{FA2} + M_{mg} = 0$

$$mg \cdot R = F_{A2} \cdot 2R$$

$$mg = F_{A2} \cdot 2$$

$$m = \frac{2 F_{A2}}{g} \quad (1)$$

$$4) \begin{cases} F_A = \gamma B l \sin \alpha & (\sin \alpha = 1) \\ l = 2\pi R. & \text{в точках } 1 \text{ и } 2 \end{cases}$$

из уравнение 1

$$m = \frac{2 \gamma \cdot 2\pi R}{g} = \frac{4 \gamma \cdot \pi R}{g}$$

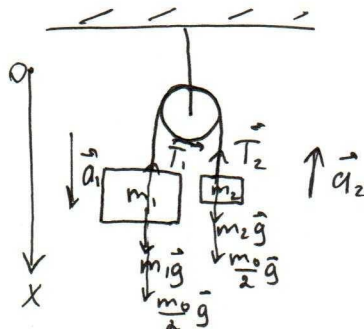
Ответ: $m = \frac{4 \gamma \pi R}{g}$

~5

Дано:

m_0
 m_1
 m_2
 $m_1 > m_2$

$a = ?$



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

$$E = mc^2$$



ШИФР

29 733

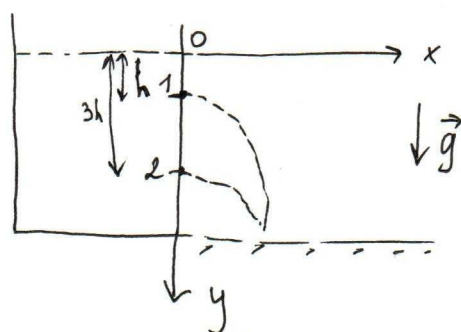
~6 (проверили)

$$ML = lq$$

$$ML = v_0 t - \frac{at^2}{2} \cdot q$$

$$v_2 = v_0 - at$$

~2.



Дано:

3h

h

g

g = ?

$$1) \begin{cases} y_1 = y_0 + \frac{gt_1^2}{2} \\ y_2 = y_0 + \frac{gt_2^2}{2} \end{cases}$$

$$y_2 - y_1 = \frac{g}{2} (t_2^2 - t_1^2)$$

$$-2h = \frac{g}{2} (t_2^2 - t_1^2) \quad (2)$$

$$2) \begin{cases} x_1 = v_1 t_1 \\ x_2 = v_2 t_2 \end{cases} \quad \left. \begin{matrix} v_1 t_1 = v_2 t_2 \quad (1) \\ \text{т.к. скорости перпендикулярны} \end{matrix} \right\}$$

$$3) h_1 = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2g}; \text{ т.к. } v_{0x} = 0, v_0$$

$$h_2 = \frac{v_2^2 - v_0^2}{2g} \Rightarrow v_2 = \sqrt{6gh} \quad \text{т.к. } h_2 = 3h$$

4) из равенства (1)

$$t_1 \cdot \sqrt{2gh} = t_2 \cdot \sqrt{6gh}$$

$$t_1 = \sqrt{3} t_2 \quad \text{умножив равенство (2)}$$

$$-2h = \frac{g}{2} (t_2^2 - 3t_2^2)$$

$$h = \frac{g}{4} \cdot 2t_2^2$$

$$h = \frac{g}{2} t_2^2 \Rightarrow t_2^2 = \frac{2h}{g}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$5) x_2 = v_2 \cdot t_2 = \sqrt{6 \cdot g \cdot h} \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{12h} = 2\sqrt{3}h$$

$$\text{Ответ: } S_x = 2\sqrt{3}h$$