

ШИФР 18320

Класс 11 Вариант 2 Дата Олимпиады 03.03.18

Площадка написания МГТУ им. Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	5	4.5	5.5	4.5	5.5	4.5	25	двадцать пять баллов	Рыжов

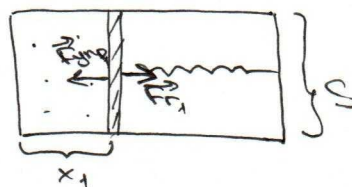
Дано:
 $V_1 = 4 \text{ м}$
 $P_1 = 10^6 \text{ Па}$
 $n = 3$

А.р.?

1) для 1-го случая
по II закону Ньютона:

$$F_{r1} = F_{упр1}$$

$$P_1 \cdot S = k \cdot x_1$$

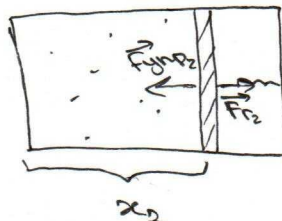


2) так как S в

обоих случаях const $\Rightarrow$

$$V_2 = 3V_1$$

$$x_2 \cdot S = 3x_1 \cdot S$$



3) для 2-го случая по II закону Ньютона:

$$F_{r2} = F_{упр2}$$

$$P_2 \cdot S = k \cdot x_2$$

4) получаем систему:

$$\begin{cases} P_2 \cdot S = kx_2 \\ P_1 \cdot S = kx_1 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{x_2}{x_1} = \frac{3x_1}{x_1} = 3 \Rightarrow P_2 = 3P_1$$

5) так как $V_2 = 3V_1$ по условию,

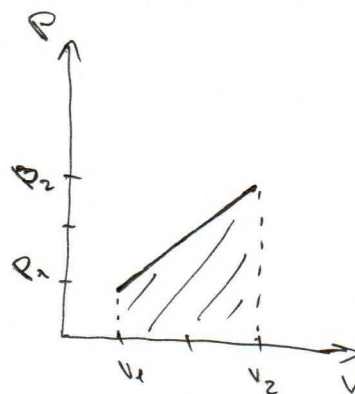
с помощью графика
найдем работу газа:

$$A = \frac{1}{2} (V_2 - V_1) (P_1 + P_2) =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2V_1 \cdot 4P_1 = 4V_1 P_1 = 4 \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot 10^6 =$$

$$= 16 \cdot 10^9 \text{ Дж.}$$

Ответ: 16 Дж.



Р

№5.

55

Дано:

m_0, m_1, m_2

$m_1 > m_2$

$l_1 = l_2$

$a = ?$

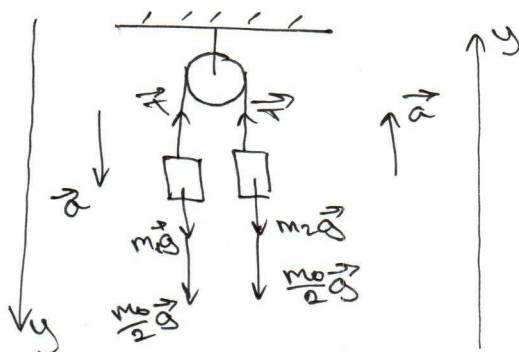
1) по II закону Ньютона

для левой части системы:

$(m_1 + \frac{m_0}{2})a = m_1g + \frac{m_0}{2}g$

2) т.к. нить симметрична, то слева и справа

$m_{\text{нити}} = \frac{m_0}{2}$



2) т.к. нить нерастяжима по условию то слева и справа $a = \text{const}$, но будет иметь разное направление.

3) по II закону Ньютона для левой части системы:

ОУ: $(\frac{m_0}{2} + m_1)a = m_1g + \frac{m_0}{2}g - T$

4) по II закону Ньютона для правой части системы:

ОУ: $(\frac{m_0}{2} + m_2)a = T - m_2g - \frac{m_0}{2}g \Rightarrow T = (\frac{m_0}{2} + m_2)a + m_2g + \frac{m_0}{2}g$

5) подставляем T из пункта в.3:

$(\frac{m_0}{2} + m_1)a = m_1g + \frac{m_0}{2}g - ((\frac{m_0}{2} + m_2)a + m_2g + \frac{m_0}{2}g)$

$(m_1 + m_2 + m_0)a = (m_1 - m_2)g$

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

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

№6.

45

Дано:

$L = 1,5 \text{ м}$

$\mu = 0,15$

$S = 0,5 \text{ м}$

$T = 0,74 \text{ с}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$v_0 = ?$

1) при неупругом соударении по закону сохранения энергии:

$K_0 - K_k - A_{\text{тр}} = 0$

$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv^2}{2} - A_{\text{тр}} = 0$

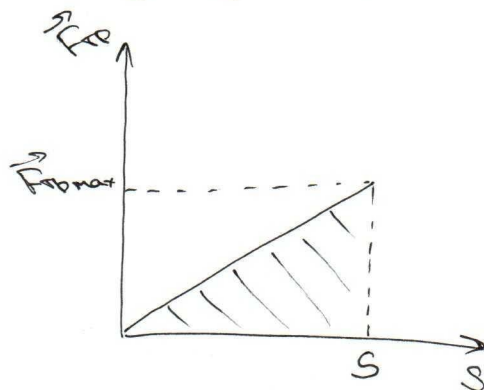
2) $F_{\text{тр}}$ прямо пропорционально

пути, пройденному бруском по шероховатой поверхности. $\Rightarrow A_{\text{тр}}$ равна площади под графиком:

$A_{\text{тр}} = \frac{1}{2} S \cdot F_{\text{тр max}} = \frac{S}{2} \cdot \frac{\mu mg}{S} = \frac{\mu mg S}{2}$

3) при движении части бруса по шероховатой поверхности по II закону Ньютона:

$ma = F_{\text{тр}}$



$m_a = \mu m \cdot g$, где m - масса части бруса, находящаяся на шероховатой поверхности. ~~$m = \frac{M}{L} x$~~

~~$m_a = \mu \frac{x}{L} mg$~~

~~4) $V_k = \int_0^s \frac{\mu g}{L} x dx = \left(\frac{\mu g}{2L} x^2 \right) \Big|_0^s = \frac{\mu g s^2}{2L}$~~

~~5) подставляем все в 1ое уравнение:~~

~~$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{\mu \mu^2 g s^4}{4L \cdot 2} - \frac{\mu mg s}{3} = 0$~~

~~$v_0^2 = \mu g s \left(\frac{1}{3} + \frac{\mu g s^3}{4L} \right)$~~

~~$m_x = \frac{1}{3} \cdot \frac{m}{3} \Rightarrow$~~

~~$m_a = \mu \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{m}{3} g$~~

~~$a = \frac{\mu g}{3\tau} \cdot t$~~

4) $V_k = \int_0^{\tau} a dt = \int_0^{\tau} \frac{\mu g}{3\tau} \cdot t dt = \left(\frac{\mu g t^2}{6\tau} \right) \Big|_0^{\tau} = \frac{\mu g \tau^2}{6\tau} = \frac{\mu g \tau}{6}$

5) подставляем все в 1ое уравнение:

$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{\mu \mu^2 g \tau^2}{2 \cdot 36} - \frac{\mu mg s}{63} = 0$

$v_0^2 = \mu \left(\frac{g s}{3} + \frac{\mu g^2 \tau^2}{36} \right) = 0,15 \left(\frac{10 \cdot 0,45}{3} + \frac{0,15 \cdot 100 \cdot 0,24^2}{36} \right) = \left(0,23 + \frac{1}{6} \right) \cdot 0,15 = 0,283 \text{ м}^2/\text{с}^2 \Rightarrow v_0 = 0,532 \text{ м/с.}$

Отв: ~~0,532 м/с~~ 0,53 м/с.

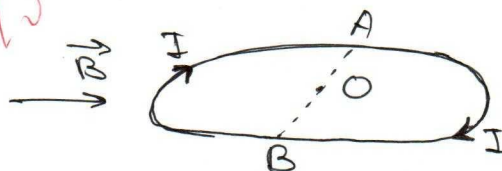
Дано:

R, μ

B, I

$m = ?$

1) обозначим направление тока как на рисунке.



Тогда на левую часть кольца сила ампера будет действовать вниз (по правилу левой руки), а на правую часть вверх.

2) по формуле $F_A = BIL$, L - длина проводника на перпендикуляр $\times B$. $\Rightarrow$ в данном случае $L = 2R$

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

$$E = mc^2$$



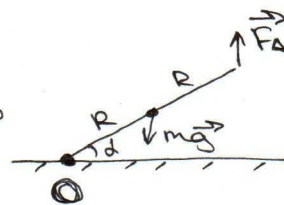
2) используя ~~полученный~~ рисунок
запишем моменты сил относительно
точки O:

$$mg \cdot R \cdot \cos \alpha = F_A \cdot 2R \cdot \cos \alpha$$

$$mg = BI \cdot 2R \cdot 2$$

$$m = \frac{4BIR}{g}$$

Ответ: $\frac{4BIR}{g}$



$A_{\text{min}} = 4R^2 BI \sin \alpha$
пробороб.

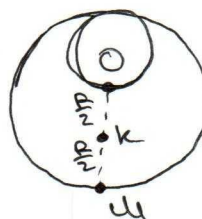
3.1.

Дано:
 $L = 1,5 \pi R$
 R

$\omega_{\text{min}} = ?$

1) центр тяжести тела
находящаяся в точке K.

2) угловая скорость в любой
точке одинакова:



~~$\omega_K = \omega_M$~~
 ~~$\frac{V_K}{R_K} = \frac{V_M}{R_M}$~~

$\omega_K = \omega_M$

$\frac{V_K}{R_K} = \frac{V_M}{R_M}$

$\frac{V_K \cdot 2}{R} = \frac{V_M}{R} \Rightarrow V_M = 2V_K$

3) за одинаковое время пути, пройденные
данными точками:

$\frac{L}{V_M} = \frac{x}{V_K}$

$\frac{L}{2V_K} = \frac{x}{V_K} \Rightarrow x = \frac{L}{2}$ - смещение центра масс $\Rightarrow$

и) $A = mg \cdot x = mg \frac{L}{2} = mg \frac{3}{4} \pi R$

Ответ: $mg \frac{3}{4} \pi R$

3.2.

Дано:
 $h, 3h$

$x = ?$

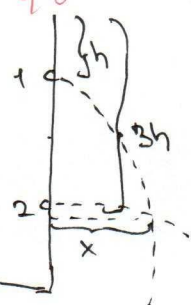
1) $P_1 = \rho g g h$; $P_2 = \rho g g \cdot 3h \Rightarrow P_2 = 3P_1$

2) ~~скорость воды при выходе из отверстия~~
~~на высоте $3h$ от основания $\Rightarrow V_2 = 3V_1$~~

по закону сохранения энергии
для того случая:

$\frac{\rho g h}{2} = \frac{\rho V_1^2}{2} \Rightarrow V_1 = \sqrt{gh}$

для того случая: $\frac{\rho g \cdot 3h}{2} = \frac{\rho V_2^2}{2} \Rightarrow V_2 = \sqrt{3gh} = \sqrt{3} V_1$





3) по оси OY для того тела:

$$y + 2h = v_1 t_1 + \frac{g t_1^2}{2}$$

для того тела:

$$y = \sqrt{3} v_1 t_2 + \frac{g t_2^2}{2}$$

4) по оси OX для того тела:

$$x = v_1 t_1$$

для того:

$$x = \sqrt{3} v_1 t_2 \Rightarrow v_1 t_1 = \sqrt{3} v_1 t_2$$

$$5) \begin{cases} y + 2h = \sqrt{3} v_1 t_2 + \frac{g t_2^2}{2} \\ y = \sqrt{3} v_1 t_2 + \frac{g t_2^2}{2} \end{cases}$$

$$2h = \frac{48 g t_2^2}{2}$$

$$h = 24 g t_2^2 \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{h}{24g}}$$

$$6) x = v_1 t_2 = \sqrt{3} v_1 \sqrt{\frac{h}{24g}} = \sqrt{\frac{3h}{g}} \cdot gh = \sqrt{3h^2}$$

7) По закону сохранения энергии для того

ответа:

ма.з

Отв: $\sqrt{3}h$.

Потери
коэф-5, 2%

