

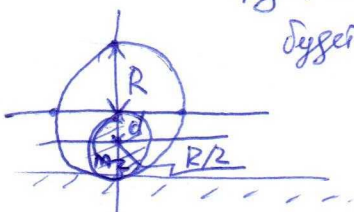
Класс 11 Вариант 1 Дата Олимпиады 03.03.2018

Площадка написания МГТУ им. Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	35	40	35	35	35	35	19	Десятьнацать Самов	Буга

№1
 Дано:
 R - больший радиус
 $\pi = 3,14$
 $r = \frac{R}{2}$ - меньший радиус
 $d = \frac{R}{2}$
 $m_1 = m_1$
 $n = 3$
 $g_2 = 3g_1$
 $L = \pi R$
 $g = 9,87 \text{ м/с}^2$
 $A_{\min} = ?$

Решение:



пусть масса бусинки, лежащей в отверстии ($r = \frac{R}{2}$)
 будет m_2 , тогда

$$\begin{aligned}
 g_2 &= \frac{m_2}{V_2}; V_2 = \left(\frac{R}{2}\right)^3 = \frac{R^3}{8}; \\
 g_2 &= \frac{m_2 \cdot 8}{R^3}; 3g_1 = g_2 = \frac{8 \cdot m_2}{R^3}; m_2 = \frac{3g_1 R^3}{8}; \\
 g_1 &= \frac{m_1}{V_1}; V_1 = R^3; g_1 = \frac{m_1}{R^3}; m_2 = \frac{3m_1 R^3}{R^3 \cdot 8} = \frac{3m_1}{8}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_1 &= m_1 g h_1; h_1 = 2R; A_2 = m_2 g h_2; h_2 = 2 \cdot \frac{R}{2} = R; A_2 = \frac{3m_1}{8} \cdot g \cdot R; \\
 A_1 &= 2m_1 g R; A_3 = F \cdot L; A_3 = F \cdot L; F = (m_1 + m_2) \cdot g = (m_1 + \frac{3}{8}m_1)g = \\
 &= \frac{11}{8}m_1 g; A_3 = \frac{11}{8}m_1 g \cdot \pi R; A_{\min} = A_1 + A_2 + A_3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{\min} &= 2m_1 g R + \frac{3}{8}m_1 g R + \frac{11}{8}m_1 g \pi R = m_1 g R \cdot \left(\frac{16}{8} + \frac{3}{8}\right) + \frac{11}{8}m_1 g \pi R = \\
 &= \frac{19}{8}m_1 g R + \frac{11\pi}{8}m_1 g R = m_1 g R \left(\frac{19}{8} + \frac{11 \cdot 3,14}{8}\right) =
 \end{aligned}$$

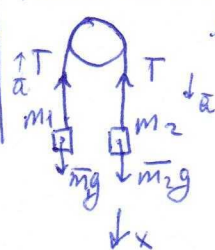
$$\approx 6,6925 m_1 g R \approx 6,6925 m_1 g R. A_{\min} \approx 66,05 m_1 R$$

$$[A_{\min}] = \left[\frac{\text{м} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\text{с}^2} \right] = \left[\frac{\text{м} \cdot \text{м}}{\text{с}^4} \right] = \left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]$$

Ответ: $A_{\min} \approx 66,05 m_1 R$ (Дж)

№5.
 Дано:
 m_1
 m_2
 $a = ?$

Решение:



Пусть $m_2 > m_1$, тогда по оси Ox : $m_2 g - T = m_2 a$, (по 2-ому закону Ньютона);
 $T - m_1 g = m_1 a$

$$\text{откуда } T = m_1 a + m_1 g; m_2 g - m_1 a - m_1 g = m_2 a;$$

$$g(m_2 - m_1) = a(m_2 + m_1); a = \frac{g(m_2 - m_1)}{(m_2 + m_1)}; |a| = \left[\frac{\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\frac{\text{м}}{\text{с}^2} + \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \right] = \left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]$$

$$a = \frac{9,87(m_2 - m_1)}{m_2 + m_1} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

$$\text{Ответ: } a = \frac{9,87(m_2 - m_1)}{m_2 + m_1} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$



ШИФР 15451

№2.

Дано:

$$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$H_1 = h$$

$$H_2 = 3h$$

$$H = ?$$

Решение:



т.к. уровень воды в башне не меняется, а плотность воды и давление на свободной поверхности постоянны, то давление в центре, рассчитываемое по формуле: $p = \rho g H_c$ (H_c - высота столба жидкости), остается, а значит $H = H_1 + H_2$; ($H = [h + 3h] = [4h]$).

$$H = h + 3h = 4h$$

$$\text{Ответ: } H = 4h.$$

№4

Дано:

$$m - \text{масса (кг)}$$

$$R - \text{радиус (м)}$$

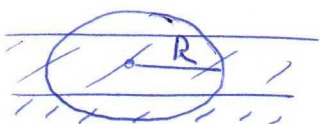
$$\alpha = 90^\circ$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$I - \text{сила тока (А)}$$

$$B = ?$$

Решение:



по формуле ЭДС индукции в движущемся проводнике $\mathcal{E}_i = B v l \sin \alpha$, $\alpha = 90^\circ \Rightarrow \Rightarrow \sin \alpha = 1 \Rightarrow \mathcal{E}_i = B v l$. т.к. проводник в форме кольца, он обладает нормальным ускорением; на него действует

$$\text{сила Лоренца: } F_L = B I l \sin \alpha = B I l, R = \frac{m v}{q B};$$

$$\mathcal{E}_i = I R, \text{ где } R - \text{сопротивление; } I = \frac{q}{t}; q = I \cdot t;$$

$$R = \frac{m v}{I \cdot t B}; B = \frac{m v}{I \cdot t R}; I R = B v l;$$

$$B = \frac{m I R_1}{B l t R l}; B = \sqrt{\frac{m R_1}{l R l}}; l = 2 \pi R; B = \sqrt{\frac{m R_1}{l^2 2 \pi R^2}} \quad \left(v = \frac{I R_1}{B l} \right)$$

№3

Дано:

$$v_1 = 2 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 3 \text{ м/с}$$

$$m_1 = 20 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$m_2 = 4 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$Q = ?$$

см

Решение:

$$v_1 = \frac{m_1}{m_1}; v_2 = \frac{m_2}{m_2}; m_1 = m_1 v_1; m_2 = m_2 v_2. Q = \Delta U + A, \text{ где } A - \text{работа;}$$

$$\Delta U - \text{разность внутренней энергии газа; } A = \frac{k x^2}{2}, \text{ где } x - \text{смещение пружины;}$$

$$\Delta U = p \Delta V, \text{ где } p - \text{давление, } \Delta V - \text{разность объемов газа;}$$

по уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$p \Delta V = \nu R \Delta T; \Rightarrow \Delta U = \nu R \Delta T;$$

№6

Дано:

$$v_1 = 1,0 \text{ м/с}$$

$$L = 1,5 \text{ м}$$

$$\mu = 0,15$$

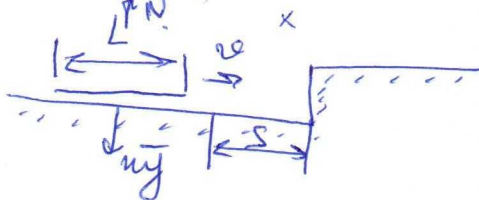
$$S = 0,5 \text{ м}$$

$$v_2 = 0 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$t = ?$$

Решение:



Введем систему координат Oxy . По оси Oy $m\vec{y} = N$, (по закону сохранения импульса);

записав на шероховатую поверхность, тело оказывает воздействие, значит $F_{тр} = -ma$; $F_{тр} = \mu N$; $F_{тр} = \mu mg$;

$$\text{так как } L - S = \frac{v^2 - v_1^2}{2a}; a = \frac{v^2 - v_1^2}{2(L - S)}; \text{ так как } v_2 = 0$$

$$\mu mg = ma, a = \mu g.$$

$$\mu mg = m \left(\frac{v^2 - v_1^2}{2(L - S)} \right); \mu g = \frac{(v^2 - v_1^2)}{2(L - S)}; \text{ так как } v_2 = 0$$

$$\mu g = \frac{v^2 - v_1^2}{2(L - S)}; 2\mu g(L - S) = v^2 - v_1^2; v = \sqrt{v_1^2 + 2\mu g(L - S)};$$

$$t = \frac{2\mu g}{v_2 + \sqrt{v_1^2 + 2\mu g(L - S)}}; S = \frac{v_2 + v}{2} \cdot t; t = \frac{2S}{v_2 + v}$$

$$t = \frac{2S}{v_2 + \sqrt{v_1^2 + 2\mu g(L - S)}}; |t| = \left| \frac{\frac{u}{c} + \sqrt{\frac{u^2}{c^2} - \frac{u}{c^2}(u - u)}}{\frac{u}{c} + \sqrt{\frac{u^2}{c^2} - \frac{u}{c^2}(u - u)}} \right| = \left| \frac{\frac{u}{c}}{\frac{u}{c} + \sqrt{\frac{u^2}{c^2} - \frac{u}{c^2}(u - u)}} \right| = \left| \frac{\frac{u}{c}}{\frac{u}{c} + \frac{u}{c}} \right| = \left| \frac{u}{2c} \right| = \frac{u}{2c}$$

$$t = \frac{2S}{v_2 + \sqrt{v_1^2 + 2\mu g(L - S)}}; |t| = \left| \frac{\frac{u}{c} + \sqrt{\frac{u^2}{c^2} - \frac{u}{c^2}(u - u)}}{\frac{u}{c} + \sqrt{\frac{u^2}{c^2} - \frac{u}{c^2}(u - u)}} \right| = \left| \frac{\frac{u}{c}}{\frac{u}{c} + \sqrt{\frac{u^2}{c^2} - \frac{u}{c^2}(u - u)}} \right| = \left| \frac{\frac{u}{c}}{\frac{u}{c} + \frac{u}{c}} \right| = \left| \frac{u}{2c} \right| = \frac{u}{2c}$$

$$= \left| \frac{u}{c} \right| = [c]; t = \frac{2 \cdot 0,5}{0 + \sqrt{1 + 0,3 \cdot 10 \cdot (1,5 - 0,5)}} = \frac{1}{\sqrt{4}} = \frac{1}{2} = 0,5 (с)$$

Ответ: $t = 0,5 \text{ с}$.

