

ШИФР 30091

Класс 11 Вариант 1 Дата Олимпиады 03.03.2018

Площадка написания МГТУ имени Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	50	0	40	40	55	55	22	Двадцать два	Бусы

У5. $m_1, m_2 \mid a_{\text{цм}} = ?$ 1. Это т-но о движении центра масс, $\vec{a}_{\text{цм}} = \frac{\vec{R}_{\text{вн}}}{m_{\text{цм}}}$, где $m_{\text{цм}}$ - масса системы, $\vec{R}_{\text{вн}}$ - равноц. внешних сил.

2. Равн. $[m_1]$ 23И: $m_1 \vec{a}_1 = m_1 \vec{g} + \vec{T}$. y: $m_1 a_1 = m_1 g - T$. (обозн. $a_1 = a$)

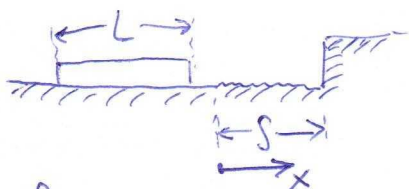
3. Равн. $[m_2]$ 23И: $m_2 \vec{a}_2 = m_2 \vec{g} + \vec{T}$ (в силу нерастяжимости нити центр масс ускорен будет равноц.) y: $m_2 a_2 = T - m_2 g$.

4. Из п.п. 2-3 имеем: $\begin{cases} m_1 a = m_1 g - T \\ m_2 a = T - m_2 g \end{cases} \rightarrow (m_1 + m_2) a = (m_1 - m_2) g$

откуда $a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g$.

2. Из 23И, $\vec{R}_{\text{вн}} = m_1 \vec{a}_1 + m_2 \vec{a}_2$, где y: $R_{\text{вн}} = m_1 a - m_2 a$, тогда $a_{\text{цм}} = \frac{m_1 a - m_2 a}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} a = \frac{(m_1 - m_2)^2}{(m_1 + m_2)^2} g$. Ответ: $a_{\text{цм}} = \frac{(m_1 - m_2)^2}{(m_1 + m_2)^2} g$ (+)

У6. $V_0 = 1,0 \text{ м/с}, L = 1,5 \text{ м}, \mu = 0,15, S = 0,5 \text{ м} \mid T = ?$ 1. 23И (x): $m \ddot{x} = -F_{\text{тр}}(t)$ где $F_{\text{тр}}(t) = \mu m(t)g$, где $m(t) = \frac{x(t)}{L} m$, тогда $m \ddot{x} = -\mu m \frac{x(t)}{L} g$, откуда $\ddot{x} + \mu \frac{x(t)}{L} g = 0$. (1) (в произв. мом-т времени движения)



2. Решением ур-я (1) являются $x = x(t) = x_0 + A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t)$, где $x_0 = 0, \omega = \sqrt{\frac{\mu g}{L}}, A, B$ - некоторые постоянные.

3. $x'(t) = A \omega \cos(\omega t) - B \omega \sin(\omega t)$. По условию $x'(0) = V$, т.е. $V = A \omega \cdot 1 - B \omega \cdot 0$ (нач. мом-т времени), откуда $A \omega = V, A = \frac{V}{\omega} = \frac{V \sqrt{L}}{\sqrt{\mu g}}$.

4. $x(0) = 0$, т.е. $0 = A \cdot 0 + B \cdot 1$, откуда $B = 0$.

5. Итак, $x(t) = \frac{V \sqrt{L}}{\sqrt{\mu g}} \sin(\omega t)$

6. В момент остановки $x(T) = S$, т.е. $S = \frac{V \sqrt{L}}{\sqrt{\mu g}} \sin(\sqrt{\frac{\mu g}{L}} T)$, откуда

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

$$E = mc^2$$



$$\sin\left(\frac{\sqrt{\mu g}}{\sqrt{L}} \tau\right) = \frac{\sqrt{\mu g}}{\sqrt{L}} \tau$$

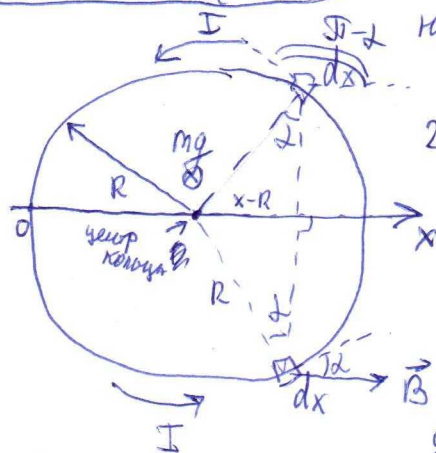
$$\tau = \sqrt{\frac{L}{\mu g}} \arcsin\left(\frac{\sqrt{\mu g}}{\sqrt{L}} \tau\right) = \sqrt{\frac{1,5 \text{ м}}{0,15 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{м}}}} \arcsin\left(\frac{0,5 \text{ м}}{1,4 \text{ м}} \sqrt{\frac{0,15 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{м}}}{1,5 \text{ м}}}\right) =$$

$$= 1 \text{ с} \cdot \arcsin\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{1,4}\right) = 1 \text{ с} \cdot \arcsin\left(\frac{1}{2}\right) = 1 \text{ с} \cdot \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{6} \text{ с} = \frac{3,14}{6} \text{ с} \approx 0,52 \text{ с}.$$

Ответ: $\tau = \sqrt{\frac{L}{\mu g}} \arcsin\left(\frac{\sqrt{\mu g}}{\sqrt{L}} \tau\right) = \frac{\pi}{6} \text{ с} \approx 0,52 \text{ с}$ (+)

У4. R, m, I (B=?)

1. Рассм. два малых эл-ка длиной dx , расположенных симметрично относительно оси x, находящихся на оси x на расстоянии x от центра координат.



2. Сила Лоренца, действующая на них, равна соответственно $F_A(x) = B I dx \sin L(x)$ и $F_B(x) = B I dx \sin(\pi - L) = B I dx \sin L(x) = F_A(x)$. Откуда, $F_A(x) = B I dx \sin L(x)$.

3. Из геометрии $\sin L(x) = \frac{x-R}{R}$

Видно, что при $x < R$ сила Лоренца отрицательна и отрицается той же формулой: $F_A(x) = B I dx \frac{x-R}{R}$

4. Запишем пр-во моментов для т.О в момент, когда кольцо начинает вращаться: $mgR = \int_0^{2R} B I dx \frac{x-R}{R} x$, т.к. было рассмотрено два участка кольца.

$$\text{Откуда, } mgR = 2 \int_0^{2R} B I \frac{x-R}{R} x dx = 2 \int_0^{2R} B I \left(\frac{x^2}{R} - x \right) dx = 2 \int_0^{2R} B I \frac{x^2}{R} dx -$$

$$- 2 \int_0^{2R} B I x dx = 2 B I \frac{x^3}{3R} \Big|_0^{2R} - 2 B I \frac{x^2}{2} \Big|_0^{2R} = 2 B I \left(\frac{(2R)^3}{3R} - \frac{(2R)^2}{2} \right) = 2 B I \left(\frac{8R^2}{3} - \frac{4R^2}{2} \right) =$$

$$= 2 B I \left(\frac{8R^2}{3} - 2R^2 \right) = 2 B I R^2 \left(\frac{8}{3} - 2 \right) = 2 B I R^2 \left(\frac{8}{3} - \frac{6}{3} \right) = \frac{4}{3} B I R^2.$$

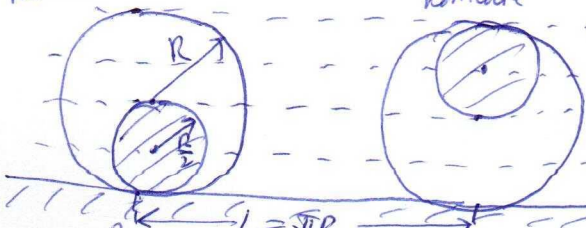
$$mgR = \frac{4}{3} B I R^2, \text{ отсюда } B = \frac{3mg}{4I}$$

Ответ: $B = \frac{3mg}{4I}$ (-)

У1. R, m, $\frac{1}{2}R = z$, $n=3$, где $n = \frac{R}{\frac{1}{2}R}$, $L = \pi R$, $A_{\min} = ?$

кар. сог-е

ком. сог-е



на $L = \pi R$, весового будет находиться ровно над своим старым положением (относительно цилиндра).

2. Масса цилиндра $m = \rho_4 h \pi R^2$, где h - высота цилиндра, масса весового $m_0 = \rho_5 h \pi z^2 =$

$$= \rho_5 h \pi \left(\frac{R}{2} \right)^2 = \frac{1}{4} \rho_5 h \pi R^2 = \frac{1}{4} n m = \frac{n-1}{4} m$$

3. Масса цилиндра $m = \rho_4 h \pi R^2 = \frac{1}{4} m$.

4. "Добавочная масса" относительно целого цилиндра равна $\frac{n-1}{4} m - \frac{1}{4} m = \frac{n-1}{4} m$. $m_0 = \frac{n-1}{4} m$

5. Тогда из закона сохранения энергии: $A = K_2 + \Pi_2 - K_1 - \Pi_1$, где $K_1 = 0$, а изменение потенциальной энергии системы равно работе сил тяжести по перемещению "добавочной" массы mg на расстояние $\frac{1}{2}R - (-\frac{1}{2}R) = R$, т.е.

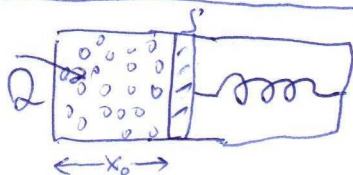
$$U_2 - U_1 = m_g g R = \frac{n-1}{4} m_g R.$$

Умме, $A = K_2 + \frac{n-1}{4} mg R$. Визначимо $A = A_{\min}$ при $K_2 = 0, T, 0$

$$A_{\text{min}} = \frac{n-1}{4} g R m = \frac{1}{2} m g R.$$

Ober: $A_{\text{min}} = \frac{n-1}{4} mgR = \frac{1}{2} mgR$ ~~()~~

УЗ. $\tau_n = 2 \text{ мкс}$, $\tau_r = 3 \text{ мкс}$. ($C = ?$) 1. В нач. мом-т времени



из ЗМ для поршня следует $p_0 S = k x_0$, k - жесткость пружины, x_0 - нач. ~~размещение~~
~~сжатие~~, p_0 - нач. давление, S - площадь поршня.

2. Заменим, что $x_0 S = V_0$, где V_0 - кин. объем, тогда $S = \frac{V_0}{x_0}$ и $p_0 S = k x_0 \Leftrightarrow p_0 V_0 = k x_0^2$.

3. Из упр-я Менг.-Клатенроу $pV_0 = \sigma_H RT_0 + \sigma_T RT_0$. Обозначим $\sigma_H = 2 \text{ мав} = 20$,
и з-на Дальтона $pV_0 = \sigma_H RT_0 + \sigma_T RT_0$. (То-мат. тем-ра)
где $\sigma_T = 30$ и $pV_0 = \sigma_T RT_0$

2) Пусть в разрезе нагрева поршень приподнялся на Δx , а температура увеличилась на ΔT и стала равной $T = T_0 + \Delta T$. Сжатие произошло стало равно Δx , где $x = x_0 + \Delta x$.

5. Установить н.н. 1-3, $\boxed{SQR = kx^2}$ (2)

6. ЗСГ для системы за всё время перех, пр-сст $\frac{3}{2} \cdot 50RT + \frac{1}{2} R x^2 - (\frac{3}{2} \cdot 50RT_0 + \frac{1}{2} R x_0^2) = Q$.
 Подставляя упр (1-2), имеем $\frac{15}{2} 50RT + \frac{1}{2} \cdot 50RT - (\frac{3}{2} \cdot 50RT_0 + \frac{1}{2} \cdot 50RT_0) = Q$,
 т.е. $Q = 100RT - 100RT_0 = 100RT - 100RT_0$

7. Термодинамическая $C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{100K\Delta T}{\Delta T} = 100K$ (—)

Ответ: $C = 100 \text{ pF}$, где $I = 1 \text{ мА}$, R — универсальная газовая постоянная.
тогда $C \approx 83,1 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ ($R \approx 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$).

№2. $h, 3h, [5h, 2]$ 1. Верхняя ступа возн. сг.