ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

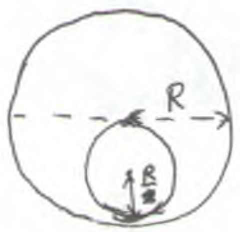
ШИФР 17027

Класс 11 Вариант 1 Дата Олимпиады 03.03.2018

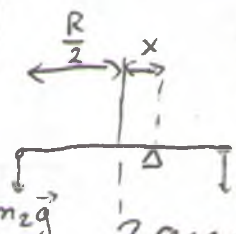
Площадка написания КНИТУ

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

№ 1.



Представим себе цилиндр, который располагается вот так:



в нём пунктиром обведён круг, равный по радиусу сквозному отверстию, заполненному более плотным вещ-вом. т.к.

Попробуем найти его центр масс:

h – толщина (высота) цилиндра

Заштрихованные части уравновесят друг друга, остаётся найти центр масс двух цилиндров, плотностью ρ и 3ρ.

Чтобы наблюдалось равновесие, требуется равенство моментов сил: $m_2 g\left(\frac{R}{2}+x\right) = m_1 g\left(\frac{R}{2}-x\right)$

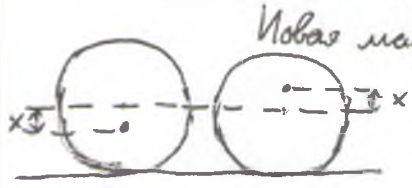
m_1 (масса цилиндра с плотностью 3ρ), $m_1 = \frac{\pi R^2}{4}\cdot 3\rho\cdot h$

m_2 (масса цилиндра с плотностью ρ), $m_2 = \frac{\pi R^2}{4}\cdot \rho h$

$$\cancel{\frac{\pi R^2}{4}}\cdot \cancel{\rho}\cdot\cancel{h}\cdot\cancel{g}\left(\frac{R}{2}+x\right) = \cancel{\frac{\pi R^2}{4}}\cdot 3\cancel{\rho}\cdot\cancel{h}\cdot\cancel{g}\left(\frac{R}{2}-x\right)$$

$$\frac{R}{2}+x = \frac{3R}{2} - 3x \Rightarrow 4x = R \Rightarrow x = \frac{R}{4}$$

$$m_2 = \frac{m}{\pi R^2}\cdot\frac{\pi R^2}{4} = \frac{m}{4}, \text{ т.к. } \frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{\pi R^2}{4}\cdot 3\rho h}{\frac{\pi R^2}{4}\cdot\rho h} = \frac{3}{1} \Rightarrow m_1 = 3m_2 = \frac{3m}{4}$$



Новая масса большого цилиндра равна $(m - m_2 + m_1) = m - \frac{m}{4} + \frac{3m}{4} = \frac{3m}{[illegible]}$

т.к. $\pi R = \frac{1}{2}\cdot 2\pi R$, то необходимо, чтобы цилиндр перевернулся на 180° ⇒ центр масс ...

ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$(ab)c=a(bc)$ $E=mc^2$

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 17027

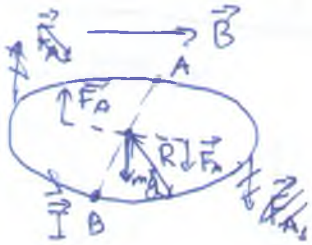
№1 (продолжение).

$$\Rightarrow A = \frac{3mg}{2}(R+x) - \frac{3mg}{2}(R-x) = \frac{3mg}{2}(x+x) = \frac{3mg\cdot 2x}{2} = 3mgx =$$

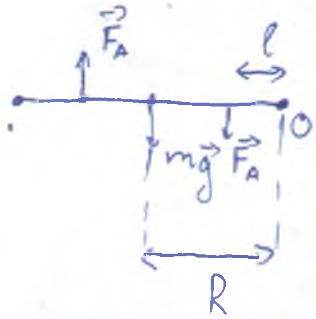
$$= \frac{3mgR}{4}$$

Ответ: $A = \frac{3mgR}{4}$

№4.



Т.к. на ~~все~~ одну половину дуги действует сила ампера, поднимающая вверх, а на вторую половину – сила ампера, опускающая вниз, то воспользуемся правилом моментов сил и ~~рас~~ составим ур-е:



$$F_A l + mgR = F_A(R+l)$$

$$mg\cancel{R} = F_A\cancel{R}$$

$$F_A = mg$$

$F_A = BIl\sin\alpha$, однако на каждую точку дуги AB действует разная сила ампера ⇒ запишем F_A как сумму всех сил ампера:

$$F_A = \sum(\Delta F_A x) = BIR\cdot 2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_A = 2BIR = mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B = \frac{mg}{2IR}$$

$F_A = \cancel{BIR\sin\alpha} \sum BIl(\sin 0° + \Delta\varphi) \Rightarrow$

⇒ ~~F_A~~ т.к. синус проходит ~~...~~ путь от значения 0 до 1, ~~...~~ потом от 1 до 0 ⇒

⇒ общая ~~...~~ сумма всех произведений сил будет давать $F_A = BI\cdot 2R$

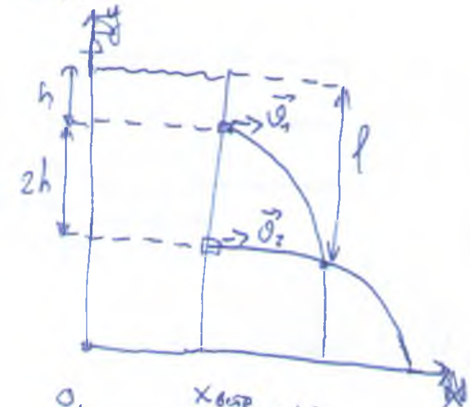
Ответ: $B = \frac{mg}{2IR}$.

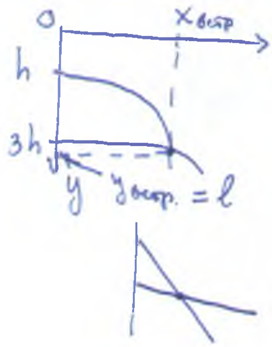
ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

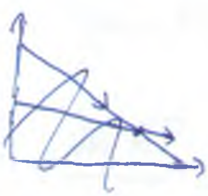
Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 17027

№ 2.







По закону Бернулли: $\rho g 3h = \frac{\rho \vartheta_2^2}{2} \Rightarrow \vartheta_2 = \sqrt{6gh}$

$\rho g h = \frac{\rho \vartheta_1^2}{2} \Rightarrow \vartheta_1 = \sqrt{2gh}$

OX: $\vartheta_{x1} = \vartheta_1$, $x_1 = 0 + \vartheta_{x1} t = \vartheta_1 t$

$\vartheta_{x2} = \vartheta_2$, $x_2 = 0 + \vartheta_{x2} t = \vartheta_2 t$

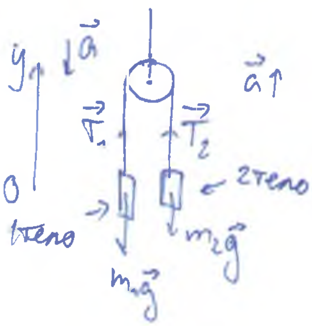
OY: $\vartheta_{y1} = \cancel{-} gt$, $y_1 = h + \frac{gt^2}{2}$

$\vartheta_{y2} = \cancel{-} gt$, $y_2 = 3h + \frac{gt^2}{2}$ – функции изменяются по одному закону, но стартуют в разных местах

$\vartheta_{полн_1} = \sqrt{6gh + g^2t^2} = \cancel{\int}$

$\vartheta_{полн_2} = \sqrt{2gh + g^2t^2}$

№ 5.



т.к. нить нерастяжима, то $T_1 = T_2 = T \Rightarrow$ ускорение системы одинаково по модулю.

Oy: по II з. Ньютона: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

2 тело: $m_2 a = T - m_2 g \Rightarrow T = m_2(a+g)$

$m_1 a = m_1 g - T \Rightarrow T = m_1(g-a)$

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

$m_1 g - m_1 a = m_2 a + m_2 g$

$m_1 g - m_2 g = m_2 a + m_1 a$

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

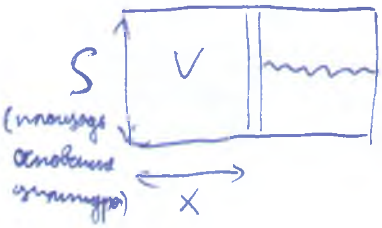
Ответ: $a = \frac{g(m_1 - m_2)}{(m_2 + m_1)}$

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 17027

№ 3.



Ур-е Менделеева – Клапейрона:

$P_1 V = \nu_{Ne} RT$ $\qquad P_1 + P_2 = P_{общ}$

$P_2 V = \nu_{He} RT$

$Q = c\,\nu\,\Delta T$, где c – теплоёмкость 1 моля газа

$F_{упр} = kx$, $F_{давл} = PS$, $F_{давл} = F_{упр} \Rightarrow kx = PS \Rightarrow P = \frac{kx}{S}$

$$\frac{\nu_{Ne} RT}{V} + \frac{\nu_{He} RT}{V} = \frac{kx}{S}$$

$$\frac{\nu_{Ne} RT + \nu_{He} RT}{\cancel{S} \cdot x} = \frac{kx}{\cancel{S}}$$

$$(\nu_{Ne} + \nu_{He}) RT = kx^2$$

$$5RT = kx^2 \Rightarrow E_п = \frac{kx^2}{2} = 2{,}5RT$$

$$Q = E_{пр} \Rightarrow 2{,}5R\cancel{T} = c\,\nu\,\Delta\cancel{T}$$

$$c = \cancel{\Delta}\ \frac{2{,}5R}{\nu} = \frac{2{,}5 \cdot 8{,}31}{5} = 4{,}155\ \frac{Дж}{моль}$$

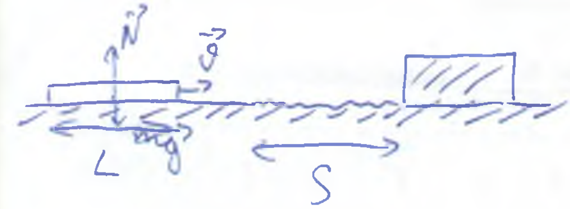
Ответ: $c = 4{,}155\ \frac{Дж}{моль}$

ГАЗПРОМ **ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

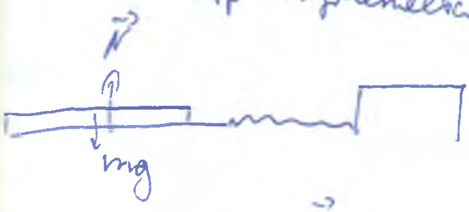
ШИФР 17027

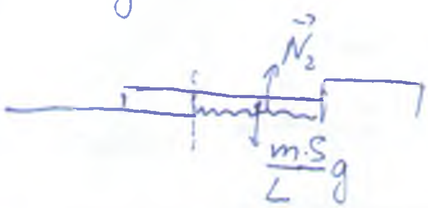
№ 6



Если он ударяется абс. неупруго =>
=> $\vartheta_{отр} = 0$ => максимальная ~~сила~~ $F_{отр} = F_{тр к.}$

$F_{тр}$ - изменяется со временем, ~~$F_{тр\,нач} = 0$, $F_{тр\,кон} = \mu N = \mu mg$ => $F_{тр}$ средн. среднее $= \frac{F_{тр\,кон}}{2} = \frac{\mu mg}{2}$~~





$F_{тр\,max} = \mu N_2 = \frac{\mu m \cdot S}{L} g$

$F_{тр\,средняя} = \frac{\mu m \cdot S \cdot g}{L \cdot 2}$

$A_{F тр} = \frac{\mu m S^2 g}{L \cdot 2}$

$\frac{m \vartheta^2}{2} - A_{F тр} = 0$ $\quad \frac{\cancel{m} \vartheta^2}{\cancel{2}} = \frac{\mu \cancel{m} S^2 g}{L \cdot \cancel{2}}$ =>

=> $\vartheta^2 = \frac{\mu S^2 g}{L}$ $\quad \vartheta = \vartheta_{ср}$ => $\vartheta_x = \vartheta_{ср} - a t$

$\vartheta = S \sqrt{\frac{\mu g}{L}}$ $\quad \vartheta_x = \frac{\mu S^2 g}{L} - \sqrt{\frac{\mu g}{L}} \cdot t$

$\vartheta' = a = \sqrt{\frac{\mu g}{L}}$ $\quad 0 = \frac{\mu S^2 g}{L} - \sqrt{\frac{\mu g}{L}} \cdot t$

$2t = t_{движ} = 2 S^2 \sqrt{\frac{\mu g}{L}} = 2 \cdot 0{,}25 = 0{,}5\,с$ $\quad \frac{\mu S^2 g}{L} = \sqrt{\frac{\mu g}{L}} \cdot t$

$t = \frac{\mu S^2 g}{L \sqrt{\frac{\mu g}{L}}} = \frac{\cancel{\mu} S^2 g \sqrt{\frac{\mu g}{L}} \cdot \cancel{L}}{\cancel{L}\, \mu g} =$