ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 31986

Класс 11 **Вариант** 1 **Дата Олимпиады** 03.03.2018

Площадка написания МГТУ им. Н. Э. Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ Цифрой	Σ Прописью	Подпись
Оценка	45	45	35	45	55	0	20	Двадцать баллов	Буго

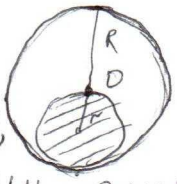
№1. Дано:

R
$r=\frac{R}{2}$
$n=3$
$L=\pi R$

$A-?$

Решение:

Т.к. сказано, что центр O пройдет $L=\pi R$ без проскальзывания, точка O пройдет половину длины окружности, которая лежит в основании ($L_1=2\pi R \Rightarrow L=\frac{L_1}{2}$). Тогда рисунок будет выглядеть так:



(пол. 1)

45

(пол. 2)



А это значит, что $A = m_{сист} \cdot g \cdot l$, где l - смещение центра масс.

Найдем центр масс системы:

m_2 - масса части с плотностью ρ.

В положении 2 система находится в равновесии $\Rightarrow$ Сумма моментов сил равна 0.

Пусть x_1 - расстояние от действия силы $m\vec{g}$ до центра масс

x_2 - расстояние от действия силы $m_2\vec{g}$ до центра масс.

Очевидно, что центр масс находится между точками A (центр части m_2) и O (центр цилиндра). Значит $x_1+x_2=r=\frac{R}{2}$.

Сумма моментов:

$mg x_1 = m_2 g x_2$

Но $m_2 = \rho \cdot l \cdot \frac{\pi R^2}{4}$, где l - длина цилиндра

$m = \rho l \pi R^2 \Rightarrow m_2 = \frac{3}{4} m$. Подставим это выражение в уравнение моментов:

$mg x_1 = \frac{3}{4} mg x_2$ откуда $x_1 = \frac{3}{4} x_2$

Тогда $x_1 + x_2 = \frac{R}{2}$

$x_2 + \frac{3}{4}x_2 = \frac{R}{2}$

$\frac{7}{4}x_2 = \frac{R}{2}$

$x_2 = \frac{2R}{7} \Rightarrow x_1 = \frac{3}{4} \cdot \frac{2R}{7} = \frac{3R}{14}$.

Т.к. цилиндр проедет половину окружности, то центр масс переместится на $l = 2x_1$

$l = \frac{2 \cdot 3R}{14} = \frac{6R}{14}$.

Тогда $A = (m_1 + m_2)g \cdot l = (m + 0{,}75m)g \cdot \frac{6R}{14} = \frac{7}{4}\frac{mg \cdot 6R}{14} = \frac{3}{4}mgR$.

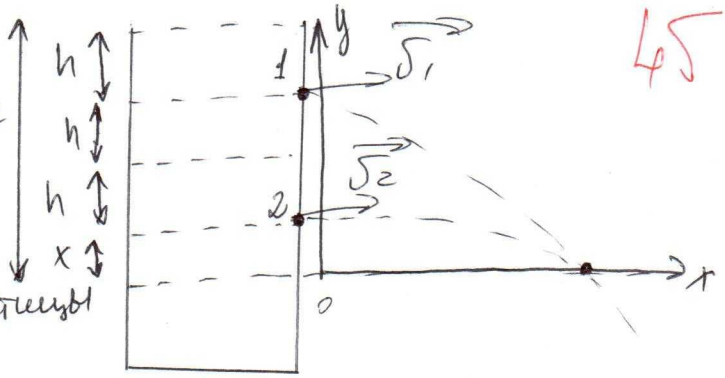
Ответ: $\frac{3}{4}mgR$.

№2. Дано:

h; $3h$

l - ?

Решение:



Рассмотрим движение струи воды как движение отдельных частиц массой Δm.

Для каждой такой частицы будет характерно движение по параболической траектории.

Заметим, что в точке 2 $P = 3\rho gh$, а в точке 1 $P = \rho gh$, а значит нач. скорости будут также отличаться в 3 раза $v_2 = 3v_1$

Рассмотрим движение:

1) В момент встречи $x_1 = x_2$; запишем движение вдоль оси x: $v_{1x} \cdot t_1 = v_{2x} \cdot t_2$, заметим, что $v_{x_1} = v_1$ и $v_{x_2} = v_2$.

2) ~~Аналогично равны~~ ~~$y_1 = y_2$~~ ~~$\frac{gt_1^2}{2} = g$~~

Движение по оси y - равноускоренное (ускорение $\vec{g}$).

Для 1 тела: $(2h + x) = \frac{gt_1^2}{2}$

2 тела: $x = \frac{gt_2^2}{2}$

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 31 986

Запишем систему, т.к. условия должны выполняться одновременно:

$$\begin{cases} S_1 = t_1 = v_2 t_2 \\ v_2 = 3v_1 \\ 2h + x = \frac{g t_1^2}{2} \\ x = \frac{g t_2^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} t_1 = 3t_2 \\ 2h = \frac{g}{2}(t_1^2 - t_2^2) \end{cases} \Rightarrow 2h = 4 g t_2^2$$

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

$$x = \frac{g \cdot t_2^2}{2}$$

$$x = \frac{g \cdot h}{2g} : 2 = \frac{h}{4}$$

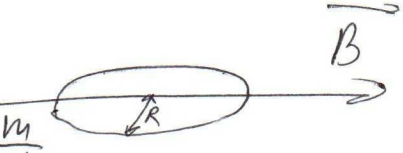
Тогда $l = 3h + x = \frac{13h}{4}$

Ответ: $\frac{13h}{4}$.

№4. Дано: $R; m; I$ | $B - ?$

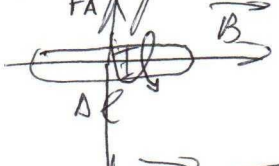
Решение:

Рассмотрим часть кольца массой $\Delta m = \frac{m}{N}$ и длиной $\Delta l = \frac{2\pi R}{N}$



3.5

По правилу правой руки ток направлен:



, тогда по правилу левой руки F_A направлена вверх

Тогда $BI\Delta l \sin\alpha = \Delta m g$

$\sin\alpha = 1$, т.к. $\alpha = 90$.

$$\frac{B \cdot I \cdot 2\pi R}{N} = \frac{mg}{N} \Rightarrow B = \frac{mg}{2\pi R I}.$$

Ответ: $B = \frac{mg}{2\pi R I}$.

ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

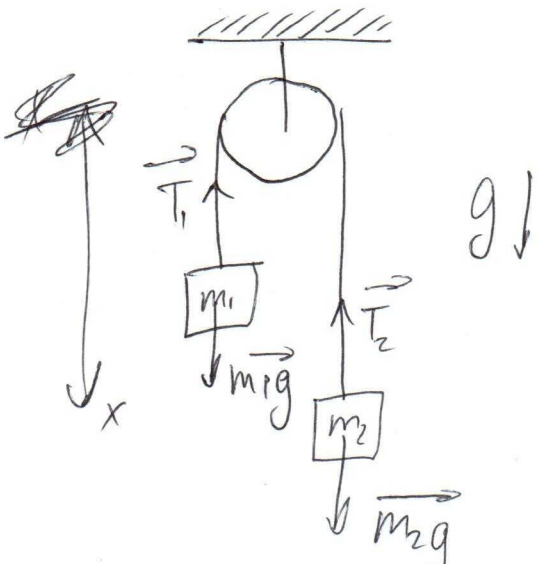
ШИФР 31986

№5. Дано:

$m_1; m_2$.

$a_{у.м}$ – ?

Решение:



Т.к. нить нерастяжима, то $T_1 = T_2$ и ускорения блоков так же равны.

Запишем 2 закон Ньютона для каждого блока (в проекции на ось x)

$m_1 a = -m_1 g + T$

$m_2 a = m_2 g - T$.

$\frac{T - m_1 g}{m_1} = \frac{m_2 g - T}{m_2}$; откуда $T = \frac{2 g m_1 m_2}{m_1 + m_2}$

Теперь запишем второй закон Ньютона для центра масс системы:

55

$(m_1 + m_2) a_{у.м} = (m_1 + m_2) g - 2T$

$a_{у.м} = g - \frac{4 m_1 m_2 g}{(m_2 + m_1)^2} = g\left(1 - \frac{4 m_1 m_2}{(m_2 + m_1)^2}\right)$.

Ответ: $g\left(1 - \frac{4 m_1 m_2}{(m_2 + m_1)^2}\right)$ ✗

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

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

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

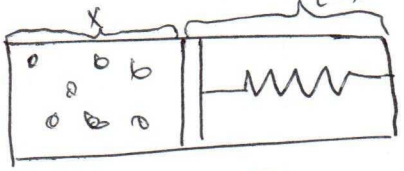
ШИФР 31986

№3. Дано:

$\nu_{Ne} = 2$ моль

$\nu_{Ar} = 3$ моль

$C - ?$



45

$A_{газа} = \Delta E_{п.п.}$

$Q = A + \Delta U.$

$\Delta E_{п.п.} = \frac{k x^2}{2}$

$\Delta U = \frac{3}{2}(\nu_1 + \nu_2) R \Delta T.$

Т.к. равновесие, то $\frac{kx}{S} = p_2.$

$p_2 V = (\nu_1 + \nu_2) R T.$, где $V = x \cdot S.$

$p = \frac{(\nu_1+\nu_2)RT}{xS} = \frac{kx}{S}$

$kx^2 = (\nu_1 + \nu_2) RT.$

$Q = \frac{(\nu_1+\nu_2)R\Delta T}{2} + \frac{3}{2}\nu R \Delta T.$

$C = \frac{Q}{m \cdot \Delta t} = \frac{2\nu R \Delta T}{m \Delta T} = \frac{2\nu R}{m}.$

$m = m_1 + m_2 = \nu_1 \cdot 20 + \nu_2 \cdot 4 = 52 г = 0{,}052 кг$

$C = \frac{2 \cdot (2+3) \cdot 8{,}31}{0{,}052} = 1598 \frac{Дж}{кг \cdot К}$

Ответ: $1598 \frac{Дж}{кг \cdot К}.$