ГАЗПРОМ
ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
$(ab)c=a(bc)$ $E=mc^2$

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 32438

Класс 11 **Вариант** 1 **Дата Олимпиады** 03.03.18

Площадка написания МГТУ им. БАУМАНА

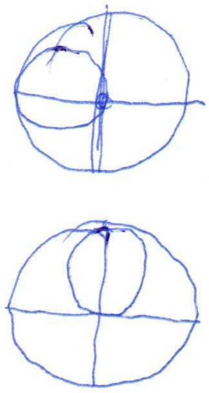
Задача	1	2	3	4	5	6	Σ Цифрой	Σ Прописью	Подпись
Оценка	5б	4б	5б	4б	5б	4б	27	Двадцать семь баллов	

№ 1.

5б

Дано:
R
m
n = 3
$r = \frac{R}{2}$

$A_{мин}$ - ?

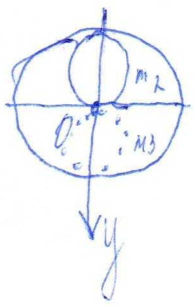


Решение: 0: совершить работу для $L = \pi R$

Масса цилиндра с отверстием равна $m_1 = \frac{3}{4} m$

Для перекатывания цилиндра на расстояние $L = \frac{3\pi}{4} \cdot R$ необходимо совершить минимальную работу: $A = \frac{3}{4} m \cdot g \cdot \Delta y_c$, где Δy_c – перемещение центра масс цилиндра вдоль вертикаль оси y.

Представляя цилиндр с отверстием, как сумму двух симметричных тел с массами $m_2 = \frac{m}{2}$ и $m_3 = \frac{m}{4}$ и взяв начало координат в центре цилиндра (точке O) получим $y_c = \frac{m_3 \cdot \frac{R}{2}}{m_2 + m_3}$, т.е. $y_c = \frac{\frac{m}{4} \cdot \frac{R}{2}}{\frac{3}{4} m} = \frac{R}{6}$



следовательно $\Delta y_c = 2 y_c = \frac{R}{3} \Rightarrow A = \frac{3}{4} \cdot m \cdot g \cdot \frac{R}{3} = \frac{m \cdot g \cdot R}{4}$

Ответ: $A_{мин} = \frac{m \cdot g \cdot R}{4}$ ⊕

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 32438

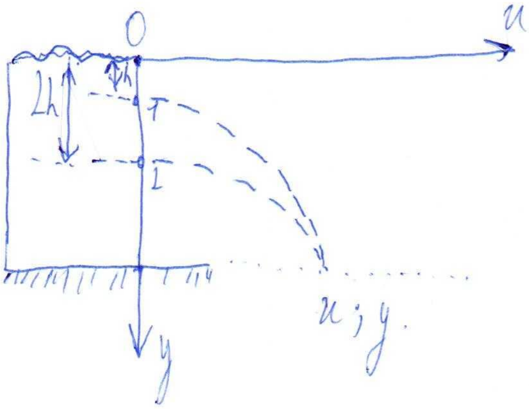
№2.

Дано:
g
h

x – ?

Решение:

4б



Струи воды вытекающие из отверстий 1 и 2 расположены в плоскостях x и y. Координаты точки пересечения струй определяются кинематическими соотношениями:

$x = v_1 t_1 = v_2 t_2$

$y = h + \frac{g t_1^2}{2} = 3h + \frac{g t_2^2}{2}$, где скорости $v_1 = \sqrt{2gh}$; $v_2 = \sqrt{3g3h} = 3\sqrt{gh}$ находим используя уравнение Бернулли.

Из этих соотношений находим $x = 3h\sqrt{2}$

(−)

Ответ: $x = 3h\sqrt{2}$.

№4.

Дано:
R
m
I

B – ?

Решение:

Из условия равновесия кольца $I \cdot \pi \cdot R^2 B = m \cdot g R$ находим B.

4б

$B = \frac{m \cdot g \cdot R}{I \cdot \pi \cdot R^2} = \frac{m \cdot g}{I \cdot \pi}$ Ответ: $B = \frac{m \cdot g}{I \cdot \pi}$

(−)

ШИФР 32438

№ 3.

6б

Дано: $R = 8{,}31\ \frac{Дж}{моль\cdot К}$

$\nu_{неон} = 2$ моль

$\nu_{гелий} = 3$ моль

$c - ?$

Решение:

1) Подводимая к газу теплота Q идет на изменение внутреней энергии газа и изменение потенциальной энергии сжатой пружины.:

$$\Delta Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \frac{k}{2}(x_2^2 - x_1^2) \quad (1)$$, где

x - величина деформации пружины; ν - число молей газовой смеси

k - коэф. жесткости.

2) Состояние идеального газа описывается уравнением $pV = \nu \cdot RT$, из условия равновесия поршня следует, что

$p = \frac{F}{S} = \frac{kx}{S}$, где F - сила упругости, S - пл. поршня

кроме того $V = x \cdot S$. Получим: $\frac{kx}{S} \cdot xS = \nu \cdot R \cdot T \Rightarrow$

$\Rightarrow kx^2 = \nu RT$

Для двух положений поршня имеем: $kx_2^2 - kx_1^2 = \nu \cdot R \cdot \Delta T$

Подставим всё: $\Delta Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \frac{1}{2}\nu R\Delta T = 2\nu R \cdot \Delta T$

теплоемкость системы $c = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = 2\nu R$, по условию задачи в левой час

2 моля неона и 3 моля гелия, то $\nu_\Sigma = 5$, тогда $c = 2 \cdot 5 \cdot R = 10R$

$c = 2 \cdot 5 \cdot 8{,}31 = 83{,}1\ \frac{Дж}{К}$

Ответ: $c = 2\nu R = 10R$, $c = 83{,}1\ \frac{Дж}{К}$.

+

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 32438

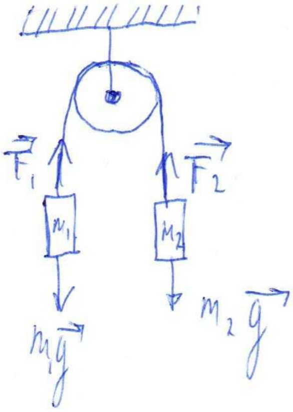
6б

№5.

Дано:
$m_1; m_2$

W_c - ?

Решение:



Центр инерции движется, как материальная точка с массой (m_1+m_2) под действием результирующих всех сил, приложеных к телам

$$(1)\ \vec W_c = \frac{\vec F}{m_1+m_2}$$

Из условия нерастяжимости нити, что тела движутся с одним и тем же ускорением $\vec a$, В проекциях:

$$\begin{cases} m_1 a = T - m_1 g \\ m_2 a = m_2 g - T \end{cases} \Longleftrightarrow T = \frac{2m_1 m_2}{m_1+m_2}\cdot g \ (2)$$

$$(3)\ \vec F = (m_1+m_2)\vec g + 2\vec T = (m_1+m_2)\vec g - \frac{4m_1m_2}{m_1+m_2} = \frac{(m_1-m_2)^2}{(m_1+m_2)}\cdot\vec g$$

подставим (3) в (1):

$$\vec W_c = \left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right)^2\cdot\vec g$$

⊕

Ответ: $\vec W_c = \left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right)^2\cdot\vec g$

ШИФР 32438

45

№6

Дано:

$v_0 = 1$ м/с

$L = 1{,}5$ м

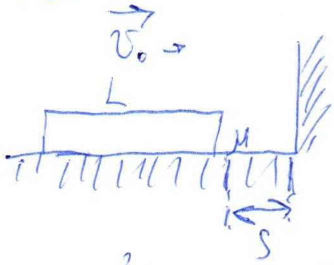
$\mu = 0{,}15$

$S = 0{,}5$ м

$g = 10$ м/с^2

t - ?

Решение:



$$\frac{m\cdot v^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = \frac{\mu\cdot m\cdot S^2\cdot g}{2L};$$

$$v = \sqrt{\frac{L\cdot v_0^2 - \mu\cdot S^2\cdot g}{L}} \quad (1)$$

$v_0 = W\cdot A$; $\quad v = v_0\cdot\cos(wt)$

$v = A\cdot w\cdot\cos(w\cdot t)$' $\quad \arccos\left(\frac{v}{v_0}\right) = wt$

$$(2)\quad t = \frac{\arccos\left(\frac{v}{v_0}\right)}{w}$$

из (1) v во (2)

$$-m\cdot w^2\cdot x = \frac{\mu\cdot m\cdot x g}{L}; \quad x = S$$

$$w^2 = \frac{(\mu\cdot g)}{L} \Rightarrow w = \sqrt{\frac{\mu\cdot g}{L}}$$

подставим w в (2), найдем t.

$$t = \frac{\arccos\left(\frac{v}{v_0}\right)}{\sqrt{\frac{\mu\cdot g}{L}}}$$

(–)