ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 31828

Класс 11 **Вариант** 2 **Дата Олимпиады** 03.03.2018

Площадка написания МГТУ им. Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ Цифрой	Σ Прописью	Подпись
Оценка	45	0	55	0	55	45	18	Восемнадцать баллов	

№ 3

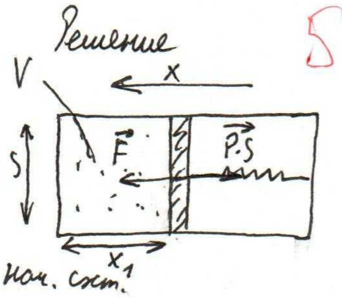
55

Дано:
$V = 4$ л
$P = 10^6$ Па
$n = 3$

$A - ?$

СИ
$4 \cdot 10^{-3}$ м^3

Решение



нач. сост.

F - сила ~~пр~~ упругости
S - площадь цилиндра

Поршень находится в сост. равновесия
По II закону Ньютона:

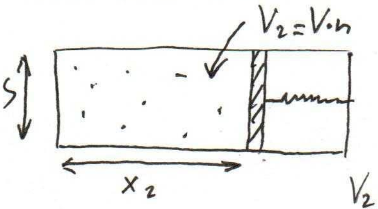
$$F - P\cdot S = 0$$

$$k \cdot x_1 = P \cdot S \qquad \left(V = S \cdot x_1 \Rightarrow x_1 = \frac{V}{S}\right)$$

$$\frac{k \cdot V}{S} = P \cdot S \Rightarrow \boxed{\frac{k}{S^2} = \frac{P}{V} \quad (*)}$$

В данный момент $E_{\text{пружины}_0} = \frac{k x_1^2}{2}$

конечн. сост.



$$E_{\text{пружины}_1} = \frac{k \cdot x_2^2}{2}$$

$$V_2 = V \cdot n = S \cdot x_2 \Rightarrow x_2 = \frac{V \cdot n}{S}$$

Работа газа идёт на сжатие пружины: $A = E_{\text{пр}_1} - E_{\text{пр}_0} = \frac{k}{2}(x_2^2 - x_1^2) =$

$$= \frac{k}{2}\left(\frac{V^2 \cdot n^2}{S^2} - \frac{V^2}{S^2}\right) = \frac{k \cdot V^2(n^2-1)}{2 S^2}$$

Далее из $(*)$ $A = \frac{k}{S^2} \cdot \frac{V^2(n^2-1)}{2} = \frac{P}{V} \cdot \frac{V^2(n^2-1)}{2} = \frac{PV(n^2-1)}{2}$

$\frac{P}{V}$

$$A = \frac{10^6 \cdot \overset{2}{\cancel{4}} \cdot 10^{-3} \cdot 8}{\cancel{2}} = 16 \cdot 10^3 \text{ (Дж)}$$

Ответ: $A = \frac{PV(n^2-1)}{2} = 16$ кДж +

ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 31828

№5

Дано:

m_0

m_1

m_2 $(m_1 > m_2)$

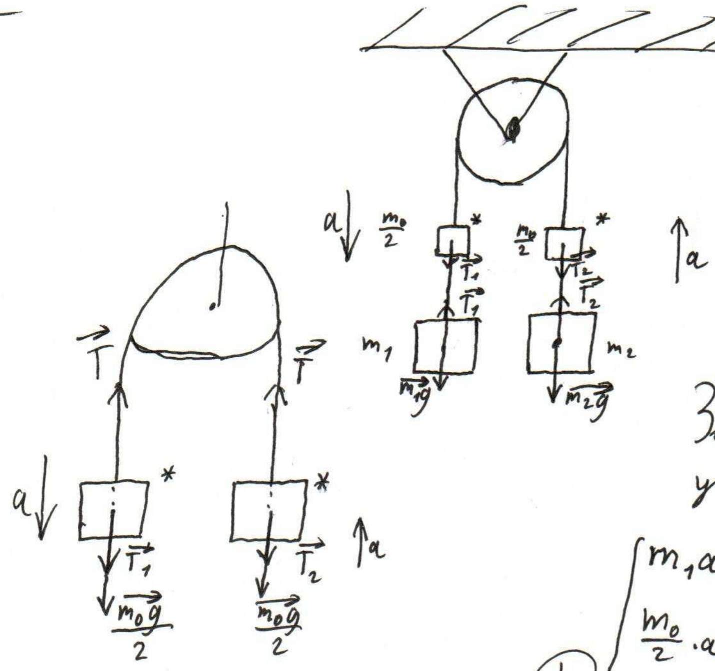
---

a - ?

Решение:

55

~~Верёвка~~ Нить нерастяжима => V грузов одинаковы => a грузов одинаковы



$\square^*$ - центр масс половины нити

$(m_1 > m_2)$ => ускорение ~~направлено~~ сонаправлено с силой тяжести груза m_1

Запишем 2-ой закон Ньютона в пр. на ускорение.

$$\oplus \begin{cases} m_1 a = m_1 g - T_1 \\ \frac{m_0}{2} \cdot a = T_1 + \frac{m_0 g}{2} - T \\ m_2 a = T_2 - m_2 g \\ \frac{m_0}{2} a = T - T_2 - \frac{m_0 g}{2} \end{cases}$$

$$(m_1+m_2+m_0)a = m_1 g - \cancel{T_1} + \cancel{T_1} + \cancel{\frac{m_0 g}{2}} - \cancel{T} + \cancel{T_2} - m_2 g + \cancel{T} - \cancel{T_2} - \cancel{\frac{m_0 g}{2}}$$

$$(m_1+m_2+m_0)a = (m_1-m_2)g$$

$$a = \frac{(m_1-m_2)g}{m_1+m_2+m_0}$$

Ответ: $a = \frac{m_1-m_2}{m_1+m_2+m_{\textcircled{3}}} \cdot g$ ⊕

ШИФР 31828

№6

4

Дано:

$L = 1,5$ м

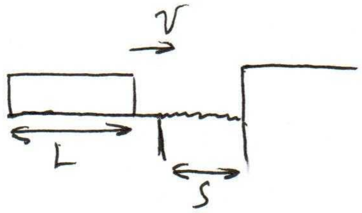
$\mu = 0,15$

$S = 0,5$ м

$\tau = 0,74$ с

$g = 10$ м/с²

V - ?



S' - ~~плотность~~ площадь поперечного сечения

ρ - плотность бруска

Рассмотрим процесс скольжения на шероховатой плоскости

$$F_{тр} = \mu N$$

где N - сила реакции опоры шероховатой поверхности

Пусть l - длина бруска, которая уже находится на шероховатой пов.

Тогда: $F_{MAX} = \mu \cdot l_{MAX} \cdot S' \cdot \rho \cdot g$ плотность

площадь поперечного сечения

$F_{min} = 0$

$l_{MAX} = S$

$F \sim l$

$\boxed{l \text{ растёт линейно}}$

~~Пусть m - масса бруска тогда: $\frac{S}{L} m \cdot a = \frac{F_{MAX} - F_{min}}{2}$~~

$3\cancel{S} = L$

~~значит $F_{тр\,MAX} = \frac{S}{L} \cdot m a$~~

~~$m \cdot a = \frac{L(F_{MAX} - F_{min})}{2S}$~~

~~$m \cdot a = \frac{L \cdot \mu \cdot S \cdot S' \cdot \rho \cdot g}{2S} = \frac{m \mu g}{2}$~~

т.к. F изменяется линейно

$$m \cdot a = \frac{F_{MAX} - F_{min}}{2}$$

$$m \cdot a = \frac{\mu \cdot S \cdot S' \rho \cdot g}{2}$$

$$\boxed{m = \underbrace{L \cdot S'}_{V} \cdot \rho}$$

$$\cancel{L} \cdot \cancel{S'} \cdot \cancel{\rho} \cdot a = \frac{\mu S \cdot \cancel{S'} \cancel{\rho} g}{2}$$

$$a = \frac{\mu S g}{2L}$$

среднее ускорение

~~Так как тело двигалось~~

Из ур-ий кинематики:

$$S = V \cdot \tau - \frac{a \tau^2}{2}$$

$$V \cdot \tau = S + \frac{\mu S g \cdot \tau^2}{4L}$$

$$V = \frac{S}{\tau} + \frac{\mu S \cdot g \cdot \tau}{4L}$$

$$V = \frac{0,5}{0,74} + \frac{0,15 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 0,74}{4 \cdot 1,5} = 0,0925 + 0,6757 = 0,77 \text{ (м/с)}$$

Ответ: $V = S\left(\frac{1}{\tau} + \frac{\mu g \tau}{4L}\right) = 0,77$ м/с

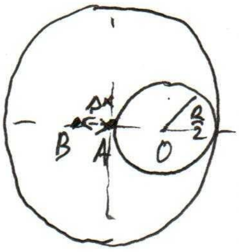
№1

Дано:
R
m
$\frac{R}{2}$
$r=\frac{R}{2}$
$L=1{,}5\pi R$

$A-?$

Решение

4б



Δx – смещение центра масс

$m = S\cdot\ell = 4\pi R^2\cdot\ell$

$m_{отв.} = S_{отв.}\cdot\ell = r^2\cdot 4\pi\cdot\ell = R^2\pi\ell$ $\Big| = \frac{m}{m_{отв}} = 4$

↑ отверстия

Запишем сумму моментов сил относительно точки A

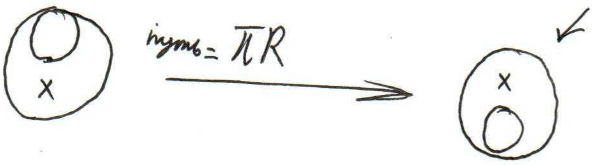
$\Delta x\cdot(m-m_{отв})\cdot g = r\cdot m_{отв}$

$\Delta x\cdot 3\cancel{\pi}\cancel{R^2}\cdot\cancel{g} = \frac{R}{2}\cdot\cancel{\pi}\cancel{R^2}\cancel{g}$

$\Delta x = \frac{R}{6}$

$L=1{,}5\pi R$ – $\frac{3}{4}$ длины окружности

нач. полож.



состояние неустойчивого равновесия

центр масс поднялся на $\Delta x\cdot 2$
$=\frac{R}{3}$

x – центр масс

Изменение ~~[illegible]~~ $E_{пот} = (m-m_{отв})\cdot g\cdot 2\cdot\Delta x =$
$= \frac{\cancel{3}}{\cancel{4}_2}\cdot m\cdot g\cdot\cancel{2}\cdot\frac{R}{\cancel{3}} = \frac{mgR}{2}$; ~~Дал~~ Дальше сила тяжести будет „прокатывать“ цилиндр. ~~Зн~~ (Из-за того, что цилиндр находится в состоянии неуст. равновесия) Тогда сила тяжести „прокатит“ цилиндр (Работа сил тяжести не зависит от траектории, а зависит от нач. и кон. полож.)

Ответ: $A=\frac{mgR}{2}$