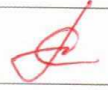


ШИФР 31854

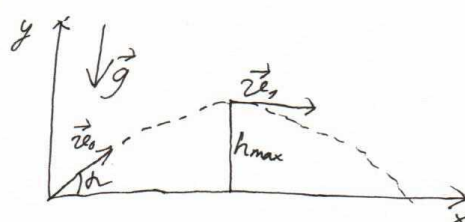
Класс 10 Вариант 2 Дата Олимпиады 03.03.2018

Площадка написания МГТУ им. Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ <u>23</u>		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	<u>5</u>	<u>0</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>5</u>	<u>23</u>	<u>двадцать три</u>	

$\sqrt{4}$

Дано: $m = 1 \text{ кг}$
 $\alpha = 60^\circ$
 $\vec{P}_1 = 5 \text{ Н} \cdot \text{с}$
 Найти: $v_0 = ?$



$1) a_x = 0 \Rightarrow \text{движение по } OX \text{ равномерное } v_x = \text{const}$
 $a_y = -g$

$2) v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$
 $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$

$3) \text{В максимальной точке траектории}$
 $v_1 \text{ направлено параллельно } OX \Rightarrow v_{1x} = v_1$
 $v_{1y} = 0$
 $P_{1x} = P_1$
 $P_{1y} = 0$

$\downarrow$

$P_1 = m \cdot v_{1x} = m \cdot v_0 \cdot \cos \alpha$ т.к. $v_x = \text{const}$
 $v_0 = \frac{P_1}{m \cdot \cos \alpha} \quad v_0 = 2 \cdot \frac{5 \text{ Н} \cdot \text{с}}{1 \text{ кг}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ: $v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

5

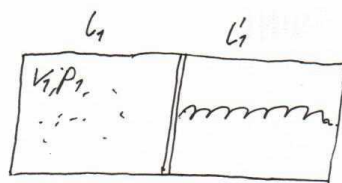


№3

Дано:
 $i=3$
 $V_1 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$
 $P_1 = 10^6 \text{ Па}$
 $V_2 = n V_1$
 $n=3$

Найти:
 $A_2 = ?$

см. рис.



Пусть $S_{п.с.}$ — площадь основания цилиндра и площадь поршня соответственно.

Газ давит на поршень пружиной силой $F_1 = P_1 \cdot S_{п.с.}$.
по 3 закону Ньютона, эта сила равна силе упругости пружины. $F_{упр} = k \Delta L_1 = k \cdot L_1$. м.к. пружина

не деформирована, если поршень находится у левой стенки.

$\Delta L_1 = L_1$, после расширения газа:

$$V_2 = 3V_1 \quad V = S_{п.с.} \cdot L$$

||

$$L_2 = 3L_1 \Rightarrow F_{упр2} = 3kL_1, F_2 = P_2 \cdot S_{п.с.}$$

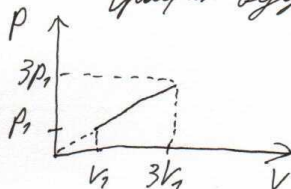
Имеем систему уравнений. $F_1 = F_{упр1}, F_2 = F_{упр2}$

$$\begin{cases} P_1 \cdot S_{п.с.} = kL_1 \\ P_2 \cdot S_{п.с.} = kL_2 \cdot 3 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{3} \quad P_2 = 3P_1 \quad \text{м.к. } m = \text{const, используем уравнение Штайпермана.}$$

$$\frac{PV}{T} = \text{const} \Rightarrow T_2 = 9 \cdot T_1$$

м.к. $\frac{P_2}{P_1} = \frac{3P_1}{P_1} = \frac{P_1}{P_1}$, мы имеем линейную зависимость $P(V) \Rightarrow$

график будет выглядеть так:



Найдем площадь под графиком, равную работе газа. $A_2 = \frac{(3P_1 + P_1)}{2} (3V_1 - V_1) = 2P_1 \cdot 2V_1 = 4P_1 V_1$

$$A_2 = 4 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 10^6 \text{ Па} = 16 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

Ответ: $A_2 = 16 \cdot 10^3 \text{ Дж}$

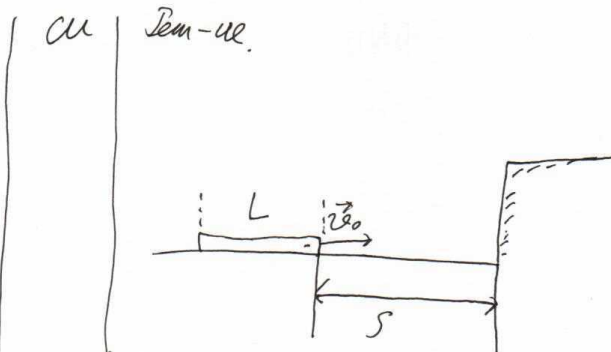
+

5

№6

Дано:
 $L = 7,5 \text{ м}$
 $m = 1 \text{ кг}$
 $\mu = 0,15$
 $S = 0,5 \text{ м}$
 $Q = 0,875 \text{ Дж}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Найти:
 $v_0 = ?$



ЗСЗ

$$E_0 = A_{\text{упр}} + E_k \quad Q = \Delta E = E_k - 0 = E_k$$

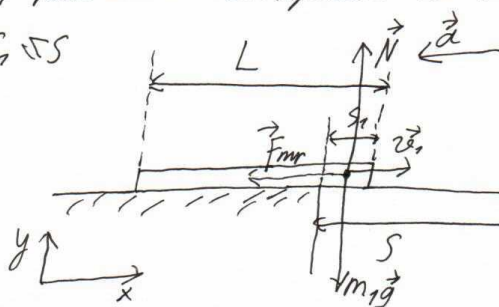
$$E_0 = A_{\text{упр}} + Q$$

При прохождении пружиной шероховатой п-ти, от
будет давить на неё не всей массой, а лишь её частью.

т.к. пружина сжмётся. Эта масса вычисляется по ф-ле $m_1 = m \frac{S_1}{L}$, где

S_1 - расстояние от правого конца пружины, до начала шерохов. п-ти. $\Rightarrow$

$S_1 \leq S$



ускорение пружины будет
направлено по $\vec{F}_{\text{тр}}$, т.к.

она не скомпенсирована.

Второй закон Ньютона: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{N} + m_1 \vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a} \quad \text{по } y: N = m_1 g$$

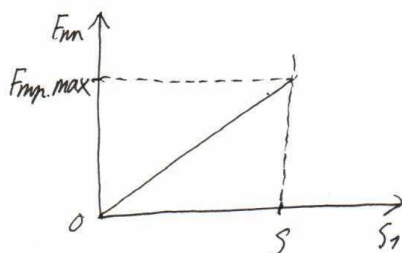
$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu m_1 g = \frac{\mu g m \cdot S_1}{L}$$

ОХ: 1

нб (предположение)

$$F_{\text{тр}} = \frac{\mu mg \cdot S_1}{L}, \text{ т.к. } S_1 \leq S, \frac{\mu mg}{L} = \text{const}, \text{ то } F_{\text{тр max}} = \frac{\mu mg \cdot S}{L}$$

т.к. $\frac{\mu mg}{L} = \text{const}$, мы имеем линейную зависимость $F_{\text{тр}}$ от S_1 ,
изобразим её на графике.



т.к. $A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$; $\alpha = 0$

$A = FS$, то найдем площадь
под графиком, которая
будет равна работе силы трения.

$$A_{\text{тр}} = \frac{F_{\text{тр max}} \cdot S}{2} = \frac{\mu \cdot m \cdot g \cdot S^2}{2L} \quad A_{\text{тр}} = \frac{0,15 \cdot 70 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,5 \cdot 0,5 \text{ м}^2}{2 \cdot 1,5 \text{ м}} =$$

$$= 0,725 \text{ Дж.}$$

↓

$$E_0 = 0,725 \text{ Дж} + 0,875 \text{ Дж} = 1 \text{ Дж} \Rightarrow \frac{m \cdot v_0^2}{2} = 1 \text{ Дж} \quad v_0 = \sqrt{2 \frac{\text{Дж}}{m}} \approx 7,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $v_0 \approx 7,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

+ (5)



№ 1

Дано:

m

R

$$r = \frac{R}{2}$$

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

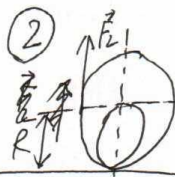
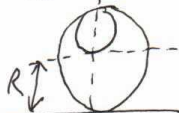
Найти:

$A_{\min}$

см

Дан цилиндр

①



③



L_1 - периметр, основания цилиндра.

$$L_1 = 2\pi R \quad \frac{L}{L_1} = \frac{\frac{3}{2}\pi R}{2\pi R} = \frac{3}{4} \Rightarrow \text{цилиндр сделает } \frac{3}{4} \text{ оборота.}$$

Если приложить бесконечно малую силу $F_1 \neq 0$, направленную не перпендикулярно горизонту, то этого будет достаточно, чтобы сдвинуть цилиндр из положения ① в положение ②

Для оставшихся $\frac{1}{4}$ оборота надо поднять левую часть цилиндра на высоту $h = R \Rightarrow A_{\min} = m_1 g h = m_1 g R \quad m_1 = \frac{m}{2} \text{ мотс}$

мотс - так и открыто, если бы оно было заполнено таким же материалом, что и цилиндр.

$$m.f. V = L \cdot S_{n.c.}$$

$$\Delta m_{\text{мотс}} = \rho \cdot V_{\text{мотс}} = \rho \cdot L \cdot S_{n.c.}$$

L - длина цилиндра,

$S_{n.c.}$ - площадь основания цилиндра.

ρ - плотность материала из которого изготовлен цилиндр.

$$S_{n.c.} = \pi R^2$$

$$m = \rho \cdot L \cdot \pi R^2$$

$$\Delta m_{\text{мотс}} = \rho L \pi R^2 = \frac{\rho L \pi R^2}{4} = \frac{m}{4} \Rightarrow m_1 = \frac{m}{2} - \frac{m}{4} = \frac{m}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A_{\min} = \frac{m g R}{4}$$

$$\text{Ответ: } A_{\min} = \frac{m g R}{4}$$

5



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$



Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

ШИФР 31854

н 5

Дано:

m_0

m_1

m_2

$m_1 > m_2$

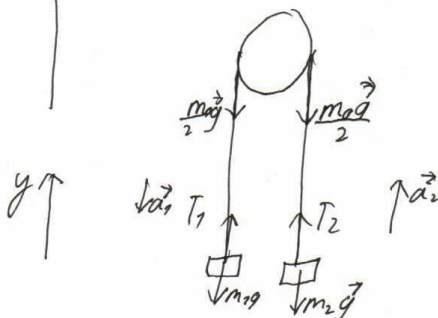
Найти:

$a = ?$

аи Дем-се.

$a = |a_1| = |a_2|$ м.с. нить нерастяжима.

$$T_1 = T_2 = T$$



м.с. нить симметрична,
ра, то её масса
по обе стороны
буква будет равна.
левый груз будет
двигаться вниз м.с. со
масса больше.

Второй закон Ньютона: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

Первый груз (левый)

$$m_1 + \frac{m_0}{2}$$

$$\vec{T}_1 + m_1 \vec{g} = +m_1 \vec{a} \quad \text{оу: } a = \frac{T - m_1 g}{m_1} = \frac{m_1 g - T}{m_1}$$

Второй груз (правый)

$$m_2 + \frac{m_0}{2}$$

$$\vec{T}_2 + m_2 \vec{g} = -m_2 \vec{a} \quad \text{оу: } T_2 - m_2 g = m_2 a$$

$$a = \frac{T_2 - m_2 g}{m_2} \Rightarrow \frac{m_1 g - T}{m_1} = \frac{T_2 - m_2 g}{m_2}$$

$$m_1 m_2 g - T m_2 = T m_1 - m_1 m_2 g$$

$$2 m_1 m_2 g = T (m_1 + m_2) \quad T = \frac{2 m_1 m_2 g}{m_1 + m_2} - \text{сила натяжения}$$

масса м.с. с которой нить д-ет на груз. По III закону Ньютона, груз будет д-ть на нее с такой же силой, направленной противоположно ей $\Rightarrow$ II закон Ньютона для нити.



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$



Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

ШИФР 37854

нб (продолжение)

$$\vec{T}' + \frac{m_0 \vec{g}}{2} = m_0 \vec{a}_0$$

$$a_0 = \frac{T + m_0 g}{2 \cdot m_0} = \frac{\frac{2m_1 m_2 g}{m_1 + m_2} + m_0 g}{m_1 + 2m_0} = g \left(\frac{\frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} + m_0}{2m_0} \right)$$

Ответ: $a = g \left(\frac{\frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} + m_0}{2m_0} \right)$

