



ШИФР 17485

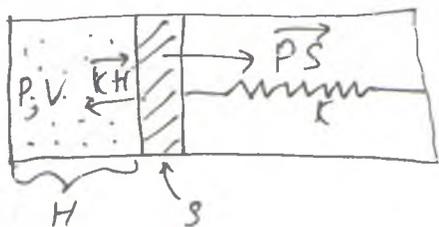
Класс 11 Вариант 2 Дата Олимпиады 03.03.2018

Площадка написания КНИТУ

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	4	4	5	4	4	5	26	двадцать шесть	<i>Мерз</i>

Задача 3.

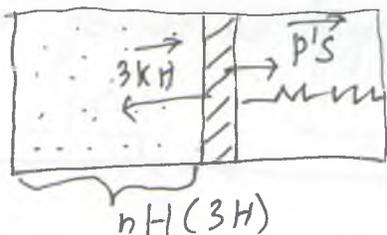
1) Рассмотрим цилиндр в начальный момент времени:



Пусть H - расстояние от левой стороны цилиндра до поршня,
 S - площадь поршня. В этот момент пружинка сжата на H .
По II закону Ньютона для поршня:

$$KH = PS \Rightarrow P = \frac{KH}{S}$$

2) Рассмотрим цилиндр в конечный момент времени:



P' - давление газа в конечный момент времени

По II закону Ньютона для поршня:

$$3KH = P'S \Rightarrow P' = \frac{3KH}{S} = 3P = nP.$$



$$(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$$

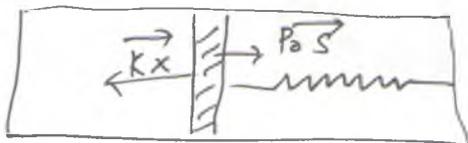
$$E = mc^2$$



Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

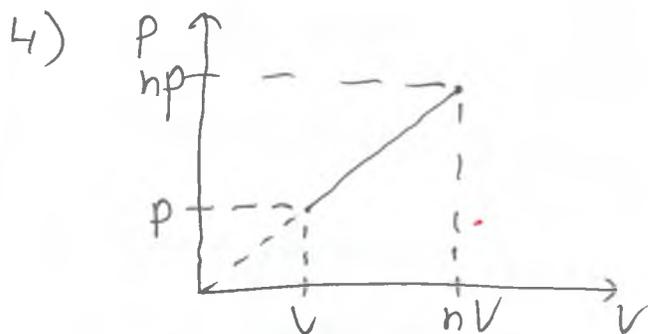
ШИФР 17495

3) Рассмотрим цилиндр в произвольный момент времени:



По II закону Ньютона: $Kx = P_0 S \Rightarrow P_0 = \frac{Kx}{S}$

Получается, что в ходе процесса давление будет расти (увеличиваться) линейно.



$$A = \frac{1}{2} (nP + P) \cdot (nV - V) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = \frac{1}{2} PV(n^2 - 1)$$

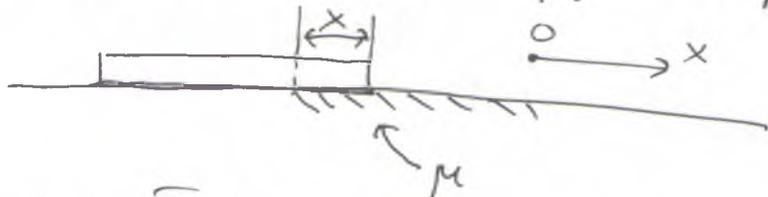
$$A = \frac{1}{2} \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot P = 16000 \text{ Дж}$$

$$A = 16 \text{ кДж}$$

Ответ: $A = 16 \text{ кДж}$.

Задача 6

1) Рассмотрим движение бруска в произвольный момент времени:



Запишем II закон Ньютона в проекции на ось x:



$$m a_x = - \frac{\mu m g x}{L} \Rightarrow a_x + \frac{\mu g}{L} x = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{\mu g}{L} x = 0 - \text{уравнение колебаний.}$$

Из ур-ния кол-ний $\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{\mu g}{L}}$

2) Запишем уравнение движения бруска в момент τ :

$$S = A \sin(\omega \tau), \text{ где } A - \text{амплитуда колебаний.}$$

$$A = \frac{S}{\sin \omega \tau}$$

$$3) v_{\max} = A \omega = \frac{S \omega}{\sin(\omega \tau)}$$

Во время движения бруска по наклонному участку поверхности скорость бруска будет максимальной $\Rightarrow v = v_{\max}$

$$v = \frac{S \omega}{\sin(\omega \tau)} = \frac{S \cdot \sqrt{\frac{\mu g}{L}}}{\sin\left(\sqrt{\frac{\mu g}{L}} \tau\right)}$$

$$v = \frac{0,5 \cdot \sqrt{\frac{0,15 \cdot 10}{1,5}}}{\sin\left(\frac{0,15 \cdot 10}{1,5} \cdot 0,74\right)} = \frac{0,5}{\sin 0,74} = 0,742 \text{ м/с}$$

Ответ: $v = 0,742 \text{ м/с}$



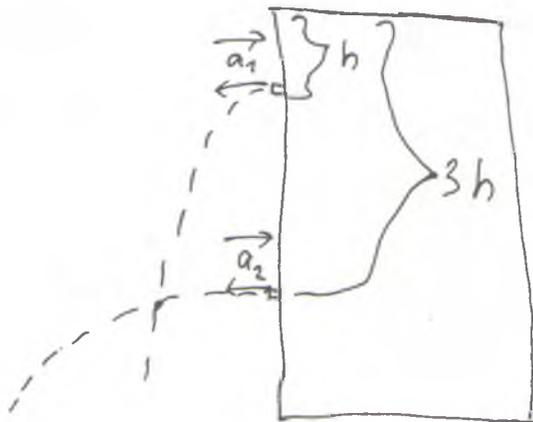
$$(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$$

$$E = mc^2$$



ШИФР 174PS

Задача 2



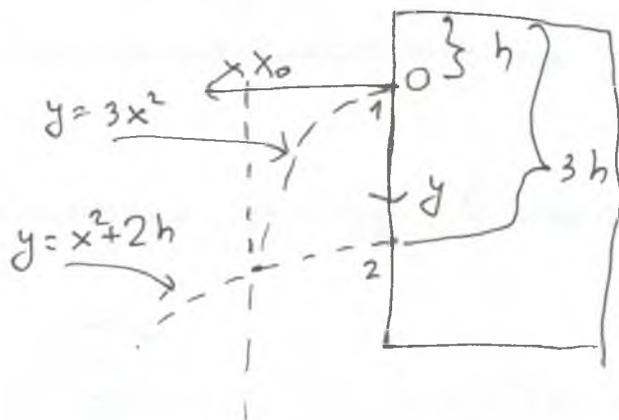
1) Запишем II закон Ньютона для частей воды Δm :

$$\Delta m a_1 = \rho g h S \Rightarrow a_1 = \frac{\rho g h S}{\Delta m}$$

$$\Delta m a_2 = 3 \rho g h S \Rightarrow a_2 = \frac{3 \rho g h S}{\Delta m} = 3 a_1$$

Струи воды будут двигаться по параболам, при этом коэффициенты перед x^2 будут отличаться в $\frac{a_2}{a_1} = 3$ раза.

2) Введём координатную плоскость x, y :





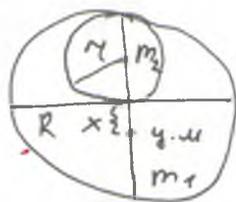
ШИФР 17485

Пусть уравнение траектории движения струи из отверстия 1 - $3x^2$, тогда $y = x^2 + 2h$ - уравнение траект. движ. струи из отв. 2. :
 $3x_0^2 = x_0^2 + 2h \Rightarrow x_0^2 = h \Rightarrow x_0 = \sqrt{h}$, x_0 - расстояние от стенки до точки пересечения

Ответ: $x_0 = \sqrt{h}$

Задача 1.

1) Найдем местоположение центра масс цилиндра с отверстием:

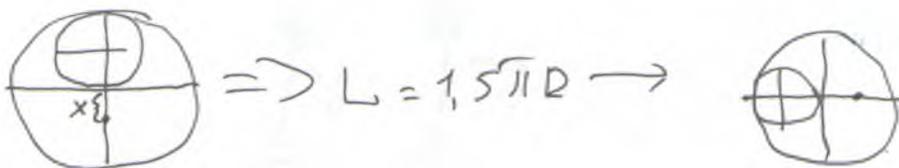


Пусть масса полного цилиндра m_1 , масса цилиндра с радиусом r - m_2 , тогда: $m_1 = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$

$$m_2 = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho = \frac{4}{3} \frac{\pi R^3 \rho}{\rho} = \frac{m_1}{\rho}$$

Т.к. массы цилиндров относятся как $\frac{1}{\rho}$, то центр масс относительно старого положения сместится на $\frac{1}{\rho} R \Rightarrow \boxed{x = \frac{1}{\rho} R}$

2) Рассмотрим цилиндр в координатной системе:





ШИФР 17485

По закону об изменении мех. энергии:

$$A = E_{\text{кон}} - E_{\text{нач}}$$

$$A_{\text{min}} = m_0 g R - m_0 g (R - x) = m_0 g x = \frac{m_0 g R}{9}, \text{ } m_0 - \text{масса цилиндра с ст-} \\ \text{вертисем}$$

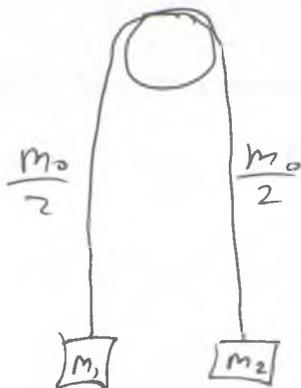
$$3) m_0 = m_1 - m_2 = \frac{7}{8} m_1 = \frac{7}{8} m$$

$$A_{\text{min}} = \frac{7}{8} \cdot \frac{m g R}{9} = \frac{7}{72} m g R$$

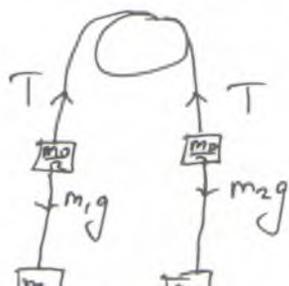
Ответ: $A_{\text{min}} = \frac{7}{72} m g R$

Задача 5.

1)



Заменим нить с массой m_0 на идеальную нить и грузы m_0 :





$$(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$$

$$E = mc^2$$



Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

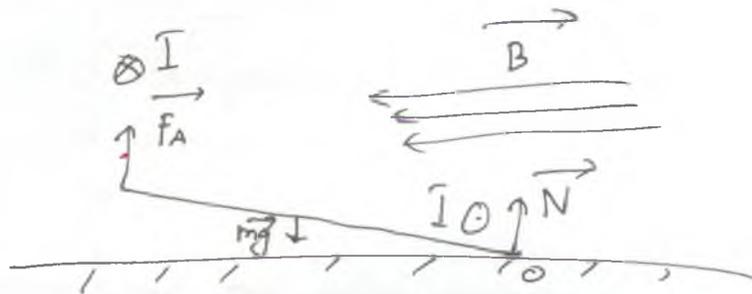
ШИФР 17485

Запишем II закон Ньютона для грузиков массы $\frac{m_0}{2}$:

$$\begin{cases} \frac{m_0 a}{2} = T - m_2 g \\ \frac{m_0 a}{2} = m_1 g - T \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_0 a = (m_1 - m_2) g \\ a = \frac{(m_1 - m_2) g}{m_0} \end{cases}$$

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

Задача 4



Запишем момент сил относительно точки O :

$$mg l = 2 F_A l \Rightarrow mg = 2 F_A \Rightarrow$$

$$F_A = IB \cdot 2\pi R = 2\pi R IB \Rightarrow$$

$$mg = 4\pi R IB \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{m = \frac{4\pi R IB}{g}}$$

Ответ: $m = \frac{4\pi R IB}{g}$