ГАЗПРОМ **ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

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

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 32283

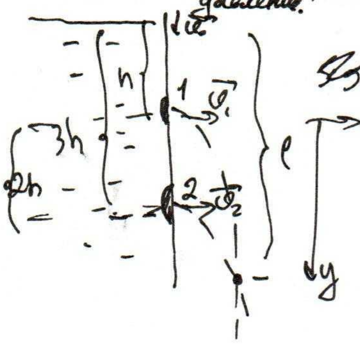
Класс 11 **Вариант** 1 **Дата Олимпиады** 3.03.2018

Площадка написания МГТУ им. Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ Цифрой	Σ Прописью	Подпись
Оценка	4б	5б	5б	4б	4б	3б	25	Двадцать пять баллов	Бубб

Решение:

№2) P_0 – атмосф. давление. 1) Рассмотрим точку один: $P_1 = P_0 + \rho g h$ 5б



$P_0 + \rho g h + \frac{\rho \upsilon_0^2}{2} \overset{\approx 0}{} = \frac{\rho \upsilon_1^2}{2} + P_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \upsilon_1 = \sqrt{2gh}$; $\upsilon_{1y} = \upsilon_1 - gt$; $y = 2h - \frac{gt_1^2}{2}$; $x = \upsilon_1 t_1$

2) рассмотрим точку 2: $P_2 = P_0 + \rho g 3h$

$P_0 + \rho g 3h + \frac{\rho \upsilon_0^2}{2} \overset{\approx 0}{} = \frac{\rho \upsilon_2^2}{2} + P_0 \Rightarrow \upsilon_2 = \sqrt{6gh}$; $\upsilon_{2y} = \upsilon_2 - gt$

$\upsilon_1 t_1 = \upsilon_2 t_2 \Rightarrow t_1 = t_2 \frac{\upsilon_2}{\upsilon_1}$ $y = -\frac{gt_2^2}{2}$

$x = \upsilon_2 t_2$

$\frac{gt_1^2}{2} - 2h = \frac{gt_2^2}{2}$

$t_1^2 - t_2^2 = \frac{4h}{g} = t_2^2\left(\frac{\upsilon_2^2}{\upsilon_1^2} - 1\right) = \frac{4h}{g} \Rightarrow t_2^2 = \frac{4h}{g\left(\frac{6gh}{2gh} - 1\right)} = \frac{4h}{g \cdot 2} = \frac{2h}{g} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

$y = -\frac{g \cdot 2h}{2g} = -h \Rightarrow \ell = |y| + 3h = \underline{4h}$

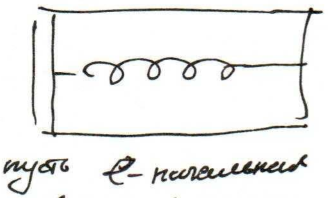
+

Ответ: 4h

№3) Решение: 5б

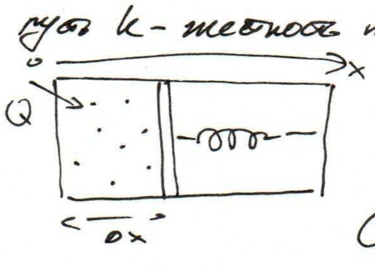
Дано:
$\nu_{Ne} = 2$
$\nu_{He} = 3$

C – ?



пусть ℓ – начальная длина пружины

пусть k – жесткость пружины



пусть поршень сместился на Δx

$A_n = \Delta E_n = \frac{k\Delta x^2}{2} = \frac{P \cdot S\Delta x}{2} = \frac{R\Delta T(\nu_{He} + \nu_{Ne})}{2}$

$C = \frac{Q}{\Delta T}$

пусть S – площадь поршня

$P = P_{Ne} + P_{He}$ – закон Дальтона

$\left.\begin{matrix} P_{Ne}\Delta x S = \nu_{Ne} RT \\ P_{He}\Delta x S = \nu_{He} RT \end{matrix}\right\} \Rightarrow P = \frac{RT}{\Delta x S}(\nu_{He} + \nu_{Ne})$;

по I закону термодинамики

$Q = \Delta U + A$; $Q = \Delta U_{Ne} + \Delta U_{He} + A =$

$= \frac{3}{2} R\Delta T(\nu_{He} + \nu_{Ne}) + A = \frac{3}{2} R\Delta T(\nu_{Ne} + \nu_{He}) + \frac{R\Delta T(\nu_{He} + \nu_{Ne})}{2}$

$C = 2R(\nu_{Ne} + \nu_{He}) = 10R$

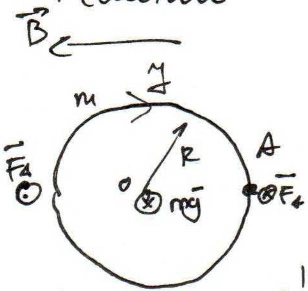
+

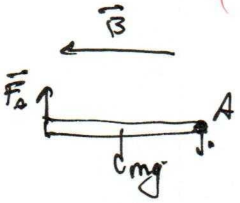
Ответ: $C = 2R(\nu_{Ne} + \nu_{He}) = 10R$.

№4) Решение

4б

Дано:
R, m, J
B-?



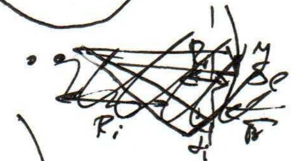


разобьем на маленькие участки dl

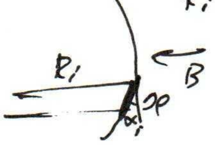
$F_{A_i} = dl\,J\,B\cos\alpha_i$

Моменты этих участков относ. точки A:

$M_i = F_{A_i} R_i$



$M_J = \sum_i M_i = \sum_i F_{A_i} R_i = JB\pi R^2$



т.к. кольцо приподнимается, то сумма моментов относительно точки A=0, центр масс кольца находится в центре кольца.

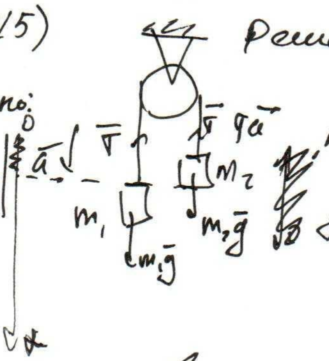
$\sum M_A = JB\pi R^2 - mgR = 0 \Rightarrow JB\pi R^2 = mgR \Rightarrow \underbrace{B = \frac{mg}{JR}}$!

Ответ: $B = \frac{mg}{JR}$ —

№5) Решение:

4б

Дано:
m_1, m_2
a_c-?



нить невесома и нерастяжима, тогда силы натяжения ~~[illegible]~~ одинаковы в ∀ точках нити; (1)
пусть $m_1 > m_2$ для определенности.
ускорения грузов одинаковое (из 1)

Запишем II з. Ньютона для m_1 и m_2

$m_1\vec a = m_1\vec g + \vec T$; $m_2\vec a = m_2\vec g + \vec T$

в проекции на ось Ox:

(2) $m_1 a = m_1 g - T$; $m_2 a = -m_2 g + T$; (3)

ц.м O - расположена ~~в [illegible]~~ ровно между ними.

$(x_{цм})'' = \frac{m_1 x_1'' - m_2 x_2''}{m_1+m_2} \Rightarrow a_c = \frac{m_1 a - m_2 a}{m_1+m_2} = \frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}a = \underline{\left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right)^2}$!

приняли грузы за т. $|x_1|=|x_2|$ из (1)

$x_1'' = a_1$
$x_2'' = a_2$
$x_{цм}'' = a_c$

из (2) и (3)

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

т.к. $m_1 > m_2$ я выбрал произвольно, то можно на разность $m_1 - m_2$ поставить модуль, но она в квадрате => знак будет положительным

Ответ: $a_c = \left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right)^2$

?

$a_{ц.м}$ - не безразмерная же!

№6)

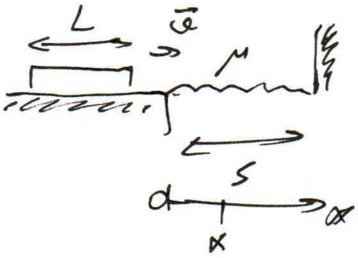
Дано:
$\upsilon = 1$ м/с;
$L = 1{,}5$ м;
$\mu = 0{,}15$
$S = 0{,}5$
$g = 10$ м/с²

t – ?

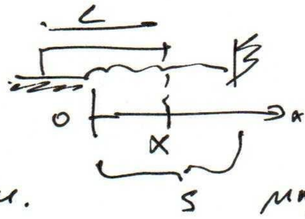
Решение:

35

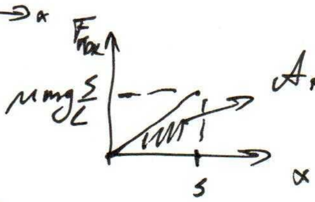
пусть m – масса бруска.



рассмотрим, когда брусок въехал на x, на шероховатую поверхность $x \leq S$.



$$F_{тр_x} = \mu N_x = \mu mg \frac{x}{L}$$



$A_{Fтр} = -S_{ф} = -\mu mg \frac{S^2}{L} \cdot \frac{1}{2}$

Запишем З. сохр. энергии.

$$A_{тр} = \Delta E_к = E_{2к} - E_{1к} = \frac{m\upsilon_2^2}{2} - \frac{m\upsilon^2}{2}, \text{ где } \upsilon_2 \text{ – скорость удара о стенку}$$

$$-\mu mg \frac{S^2}{2L} = \frac{m}{2}\upsilon_2^2 - \frac{m\upsilon^2}{2} \Rightarrow \upsilon_2 = \sqrt{\upsilon^2 - \mu g \frac{S^2}{L}}$$

т.к. удар абсолютно неупругий, то брусок прилипнет к стенке, т.е. остановится.

~~такж~~ $S = \frac{\upsilon_1 - \upsilon_2}{2} t \Rightarrow t = \frac{2S}{-\sqrt{\upsilon^2 - \mu g \frac{S^2}{L}} + \upsilon} = \frac{1}{-\sqrt{1 - 0{,}15 \cdot 10 \cdot \frac{0{,}5^2}{1{,}5}} + 1} = \frac{1}{\sqrt{0{,}75} + 1} = \frac{1}{1{,}75} = 0{,}6$ с

Ответ: $t = \frac{2S}{\upsilon - \sqrt{\upsilon^2 - \mu g \frac{S^2}{L}}} = 0{,}6$ с.

⊖

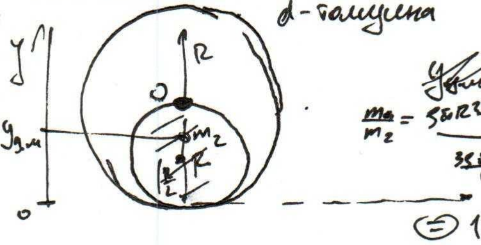
№1)

Дано:
$M = \frac{R}{2}$
$n = 3$
$\rho^* = n\rho$
m
$l = \pi R$

A – ?

Решение:

Б



масса шестерни $M = m + m = 2m$

$\frac{m_1}{m_2} = \frac{3\pi R^2}{\frac{3\pi R^2}{4}} \cdot \frac{\pi R^2}{4} = 1$

рассмотрю как шар с радиусом R и плотностью ρ, и шар с радиусом $\frac{R}{2}$ и плотностью $\rho^* = 2\rho$

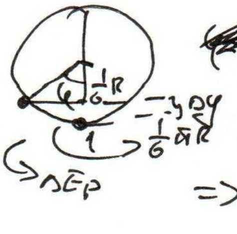
$$y_{ц.м} = \frac{m_1 R + m_2 \frac{R}{2}}{m_1 + m_2} = R \frac{\rho d R^2 \pi + 2\rho d \frac{R^2}{4} \pi \cdot \frac{1}{2}}{\rho \cdot d R^2 \pi + 2\rho d \frac{R^2}{4} \pi} = R \frac{1 + \frac{1}{4}}{1 + \frac{1}{2}} = R \frac{\frac{5}{4}}{\frac{3}{2}} = \frac{5}{6}R$$

центр переместился на расстояние $l = \pi R$

Относительно точки O центр тяжести будет двигаться по кругу. от точки O до центра масс $\frac{1}{6}R$

$A = \Delta E_{p\,ц.м}$; если центр шара прошел расст πR, то и точка на расстоянии R от цент ~~центр масс~~ шара по окружности прошла расстояние ~~πR~~

$x_{окр R} = \pi R$ $\quad \frac{x_{ц.м}}{x_{окр R}} = \frac{\frac{1}{6}R}{R} = \frac{1}{6} \Rightarrow x_{ц.м} = \frac{1}{6}\pi R$



$\frac{1}{6}\pi R = \varphi R \Rightarrow \varphi = \frac{1}{6}\pi$

$$A = Mg\Delta y = -Mg(R - R\cos\varphi) = -2mR\left(1 - \cos\frac{\pi}{6}\right)g$$

2 $\hookrightarrow \Delta E_p$

Ответ: $A = 2mgR\left(\cos\frac{\pi}{6} - 1\right)$

⊖