



ОТРАСЛЕВАЯ  
ОЛИМПИАДА  
ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа,  
обратная сторона не проверяется!

ШИФР 30110

Класс 11 Вариант 1 Дата Олимпиады 03.03.2018

Площадка написания КНИТУ

| Задача | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | $\Sigma$ |              | Подпись |
|--------|---|---|---|---|---|---|----------|--------------|---------|
|        |   |   |   |   |   |   | Цифрой   | Прописью     |         |
| Оценка | 4 | - | 3 | 4 | 4 | 4 | 19       | девятнадцать | Илья    |

№6.

Дано:

$$v_0 = 1 \frac{m}{c}$$

$$L = 1,5 \mu$$

$$\mu = 0,15$$

$$S = 0,5 \mu$$

$$g = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$t = ?$$

$t = t_1 + t_2$ , где  $t_1$  - время за которое бросок достигнет земли,  $t_2$  - время движения бруска после удара.  
Рассмотрим движение до удара:

$A_{тр} = m_{cp} \mu g S$ , где  $m_{cp}$  - средняя масса, которая находится на шероховатой поверхности.

$$m_{cp} = \frac{m_1 + m_2}{2}$$

$$m_1 = 0; m_2 = \frac{mS}{L}, \text{ где } m - \text{масса бруска} \Rightarrow m_{cp} = \frac{mS}{2L}$$

$$A_{тр} = \frac{\mu g S m}{2L} - \text{работа сил трения}$$

$$Q_{эк} = \frac{mv^2}{2} - \text{кинетическая энергия, ушедшая на преодоление шероховатости.}$$

Из закона сохр. энергии следует, что

$$\frac{m(v_1 - v_2)^2}{2} = \frac{\mu g S m}{2L}; (v_1 - v_2)^2 = \frac{\mu g S}{L} \Rightarrow v_2 = \sqrt{v_1^2 - \mu g S} - \text{скорость}$$

$$\left( \begin{array}{l} \text{с которой ударился брусок.} \\ S = \frac{v_1 - v_2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2S} = \frac{\mu g^2 S^2}{2S} = \frac{\mu g^2 S}{2} \end{array} \right)$$

$$t_1 = \frac{v_1 - v_2}{a} = \frac{v_1 - \sqrt{v_1^2 - \mu g S}}{\mu g^2 S / 2}$$

$$\Rightarrow v_1 - v_2 = \sqrt{\mu g S} \Rightarrow v_2 = v_1 - \sqrt{\mu g S}; S = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2S} = \frac{\mu g S}{2S}$$

$$t_1 = \frac{v_1 - v_2}{a} = \frac{v_1 - v_1 + \sqrt{\mu g S}}{\mu g S / 2} = \frac{\sqrt{\mu g S}}{\mu g S / 2} = \frac{2\sqrt{\mu g S}}{\mu g S} = \frac{2}{\sqrt{\mu g S}}$$

$$\sqrt{\frac{0,15 \cdot 10 \cdot 0,25}{1}} = 0,5 \frac{m}{c}$$



$$(a+b)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Использовать только эту сторону листа,  
обратная сторона не проверяется!

ШИФР

30110

№ (продолжение)

$$t_1 = \frac{v_1 - v_2}{a} = \frac{\sqrt{\frac{\mu g S^2}{L}} \cdot 2L}{\mu g S} = \frac{2SL}{\mu g S} \cdot \sqrt{\frac{\mu g}{L}} = \frac{2L}{\mu g} \cdot \sqrt{\frac{\mu g}{L}} = \frac{2}{1,5} \cdot \sqrt{\frac{1,5}{1,5}} = 2 \text{ с}$$

Так как удар был абсолютно неупругим, соблюдается только закон сохранения импульса:

$$mv_2 = mv_3 \Rightarrow v_2 = v_3, \text{ где } v_3 - \text{ скорость после удара}$$

Закон сохр. энергии:

$$A_{\text{тр}2} = \Delta E_{\text{к}2}$$

$$\Delta E_{\text{к}2} = \frac{mv_3^2}{2}; \quad v_3 = v_2 - 0$$

$$A_{\text{тр}2} = F_{\text{тр}2} S_2$$

$$F_{\text{тр}2} = \mu m g \quad m_2 g = \frac{m \left( \frac{S}{L} + \frac{S - S_2}{L} \right)}{2} = \frac{m (2S - S_2)}{2L}$$

$$\frac{m (2S - S_2) g S_2}{2L} = \frac{mv_3^2}{2}; \quad \frac{(2S - S_2) g S_2}{2L} = \frac{v_3^2}{2}$$

$$(2S - S_2) g S_2 - v_3^2 L = 0; \quad 2Sg - S_2^2 g - v_3^2 L = 0; \quad S_2^2 g = 2Sg - v_3^2 L;$$

$$S_2 = \frac{\sqrt{2Sg - v_3^2 L}}{g} = \frac{2Sg - (v_1 - \sqrt{\frac{\mu g S^2}{L}})^2 L}{g}$$

$$10S_2^2 = 10S_2 - 0,25 \cdot 1,5;$$

$$10S_2^2 - 10S_2 + 0,375 = 0$$

$$D = 100 \cdot 15 = \sqrt{11585}$$

$$S_2 = \frac{10 \pm \sqrt{11585}}{20} = \frac{1 \pm \sqrt{115}}{2}$$

$$= \frac{10 - 9,2}{20} = \frac{0,8}{20} = 0,04$$

$$S_2 = \frac{v_3^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{2S_2}{v_3^2} \cdot \frac{v_3^2}{2S_2}$$

$$t_2 = \frac{v_3}{a} = \frac{v_3 2S_2}{2S_2 v_3^2} = \frac{2S_2}{v_3}$$

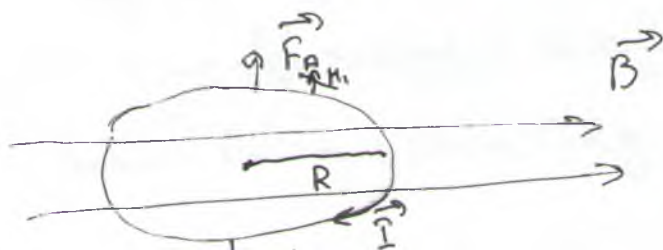
$$= \frac{1 + \sqrt{115}}{0,5 \frac{m}{c}} = 4,1 \text{ с}$$

$$= 0,04 \cdot 4 = 0,16 \text{ с}$$

$$t = 2 \text{ с} + 0,16 \text{ с} = 2,16 \text{ с}$$

$$\text{Ответ: } t = 2,16 \text{ с}$$

№  
R  
I



$$F_A = B I l = 2 B I R$$

$$F_r = mg$$

II закон Ньютона:

$$F_A - F_r = 0;$$





ОТРАСЛЕВАЯ  
ОЛИМПИАДА  
ШКОЛЬНИКОВ

$(a+b)/c = a/b + c$   $E = mc^2$   $\frac{1}{2}mv^2$

Использовать только эту сторону листа,  
обратная сторона не проверяется!

ШИФР 30110

Продолжение (№4)

Ответ:  $B = \frac{mg}{2LNR} = \frac{mg}{2LNR}$

Правильно Максимум сил:

$$M_1 = M_2$$

$$M_1 = F_a NR$$

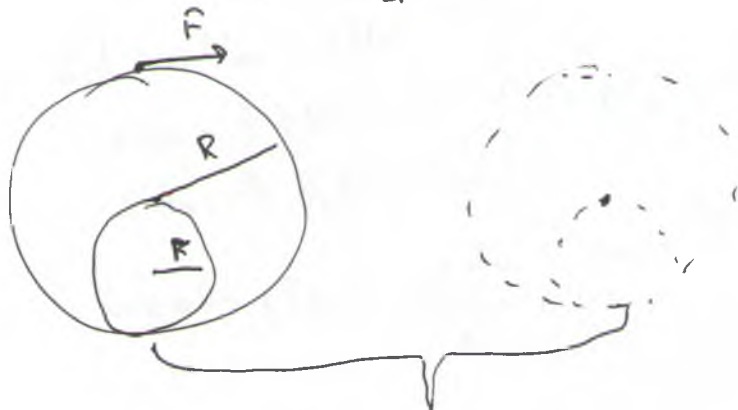
$$M_2 = \frac{mg NR}{2}$$

$$F_a NR = \frac{mg NR}{2}; \quad F_a = \frac{mg}{2} \Rightarrow NRBI = \frac{mg}{2} \Rightarrow$$

$$F_a = NRBI$$

$$\Rightarrow B = \frac{mg}{2NRBI}$$

Ответ:  $B = \frac{mg}{2NRBI}$



№1

Дано:

$m_1$

$R$

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

$$p_2 = 3p_1$$

$$L = NR$$

$$A_{\min} = ?$$

$$S = NR^2 - \text{volume of } L$$

$$m_1 = \rho_1 S h = NR^2 \rho_1 h$$

$$m_2 = \rho_2 V_2 = \frac{NR^2 \rho_2 h}{4}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{4NR^2 \rho_1 h}{NR^2 \rho_2 h} = \frac{4}{3} \Rightarrow m_2 = 0,75 m_1$$

$$m_3 = m_2 + m_1 = 0,75 m_1 + 0,75 m_1 = 1,5 m_1$$

$$A_{\min} = \frac{FL}{2 \cdot 2} = \frac{1,5 m_1 g L}{2 \cdot 2} = \frac{1,5 m_1 NR g}{2 \cdot 2} = 0,375 m_1 NR g$$

Ответ:  $A_{\min} = 0,375 m_1 NR g$

$$m_3 = \rho_1 (V_1 - V_2) = \rho_1 (NR^2 - \frac{NR^2}{4}) = \frac{3NR^2 \rho_1}{4} = 0,75 m_1$$



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

$$E = mc^2$$



Использовать только эту сторону листа,  
обратная сторона не проверяется!

ШИФР

30110

N3 (продолжение)

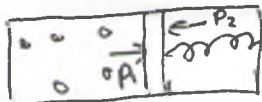
Дано:

$$V_1(\text{He}) = 2 \text{ мм}$$

$$V_2(\text{He}) = 3 \text{ мм}$$

$$C = ?$$

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



I закон Термодинамики:

$$Q = \Delta U + A$$

$$C = \frac{\Delta U + A}{m \Delta T}$$

$$P_1 = P_2$$

$$P_1 = P_{\text{не}} + P_{\text{не}}$$

$$P_2 = \frac{F}{S} = \frac{K \Delta x}{S}$$

$$P_{\text{не}} + P_{\text{не}} = \frac{K \Delta x}{S} \Rightarrow \Delta x = \frac{S (P_{\text{не}} + P_{\text{не}})}{K}$$

$$\Delta U = \Delta U_{\text{He}} + \Delta U_{\text{не}}$$

$$\Delta U_{\text{не}} = \frac{3}{2} V_1 R (T_2 - T_1)$$

$$\Delta U_{\text{не}} = \frac{3}{2} V_2 R (T_2 - T_1)$$

$$\Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T (V_1 + V_2)$$

$$A = p \Delta V = p S \Delta x = \frac{p^2 S^2}{K}$$

$$P_{\text{не}} = V_2 R T_2$$

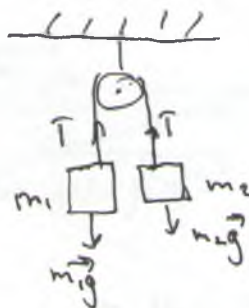
N5

Дано:

$$m_1$$

$$m_2$$

$$a_{\text{ус}}$$



Так как блок неподвижен, то ускорение во всей системе  
будет одинаковым:

II закон Ньютона:

$$\begin{cases} \vec{T} + m_1 \vec{g} = m_1 \vec{a} \\ \vec{T} + m_2 \vec{g} = m_2 \vec{a} \end{cases}$$

$$\begin{cases} |T - m_1 g| = m_1 a \\ |T - m_2 g| = m_2 a \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{при } m_1 > m_2 \\ m_1 g - T = m_1 a \Rightarrow T = m_1 g - m_1 a \\ m_1 g - m_1 a - m_2 g = m_2 a; \\ m_1 g - m_2 g = m_2 a + m_1 a; \\ -m_1 a = m_2 a \end{cases}$$

$$T = m_2 (a + g)$$