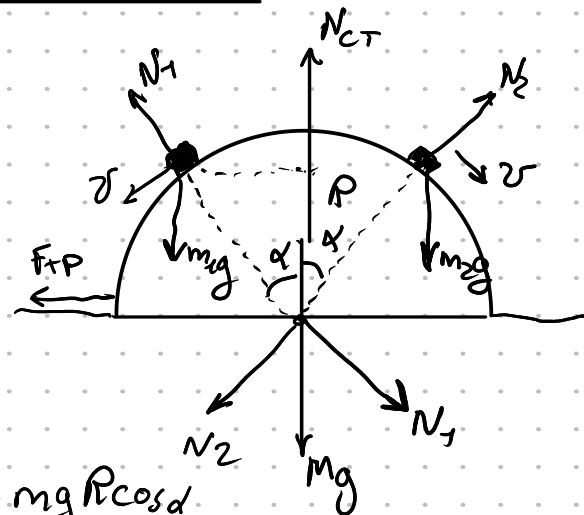


# Работа и Энергия

№ 4.41



1) ЗИ:

$$m_1 \frac{v^2}{R} = m_1 g \cos \alpha - N$$

$$m_2 \frac{v^2}{R} = m_2 g \cos \alpha - N$$

2) ЗСЭ:  $m g R = \frac{1}{2} m v^2 + m g R \cos \alpha$

$$v^2 = 2 g R (1 - \cos \alpha)$$

$$2 m_1 g (1 - \cos \alpha) = m_1 g \cos \alpha - N$$

$$[N_1 = 3 m_1 g \cos \alpha - 2 m_1 g]$$

$$[N_2 = 3 m_2 g \cos \alpha - 2 m_2 g]$$

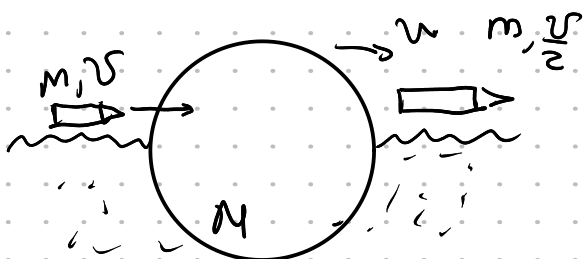
3) ЗЗР глa  $\Delta$ :

$$N_{CT} = (N_1 + N_2) \cos \alpha + M g$$

$$N_1 = N_2 + F_{TP} = N_2 + \mu N_{CT}$$

$$\mu = \frac{N_1 - N_2}{N_{CT}} = \dots$$

№ 4.76



S-?

$$F_{TP} = d v u$$

1) ЗСУ:

$$m v = M u + m \frac{v}{2}$$

$$u = \frac{m v}{2 M}$$

2) ЗЗМ:  $M \frac{dv}{dt} = -d v$   $| \cdot dx$

$$M \frac{dv}{dt} x = -d v dx$$

$$M v dv = -d v dx$$

$$M \int_0^v dv = -d \int_0^x dx \rightarrow S = \frac{M v}{d} = \frac{m v}{2 d}$$

УЧ.125

$\mu - ?$

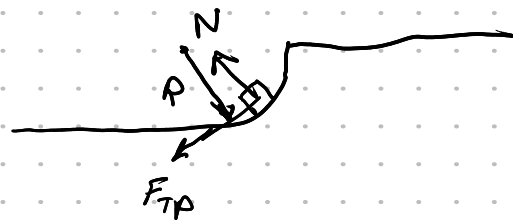
12% уменьш. высоты

$R \ll H$

$\Delta \Pi \approx 0$

1) Пренебрегаем  $mg$

$$\frac{mv^2}{R} = N - mg \cos \varphi$$



$$2) F_{\text{тр}} = \mu N = \mu \frac{mv^2}{R}$$

$$\delta A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot d\varphi \cdot R \rightarrow$$

$$\text{т.к. } \Delta \Pi \approx 0 \Rightarrow dA_{\text{тр}} = -dK$$

$$\mu \frac{mv^2}{R} d\varphi R = m v dv$$

$$\mu v d\varphi = dv$$

$$\frac{\pi}{2} \int_0^{\pi/2} \mu d\varphi = \int_v^{v_k} \frac{dv}{v}$$

$$-\mu \frac{\pi}{2} = \ln\left(\frac{v_k}{v}\right)$$

$$v_k = v \cdot e^{-\frac{\mu \pi}{2}}$$

$$v^2 = 2gH \Rightarrow H(\mu) = \frac{v^2}{2g} \cdot e^{-\mu \pi}$$

$$\frac{H(\mu)}{H(0)} = e^{-\mu \pi} = 0,88 \rightarrow \dots$$

P-и столкновение  
в С.У.М.

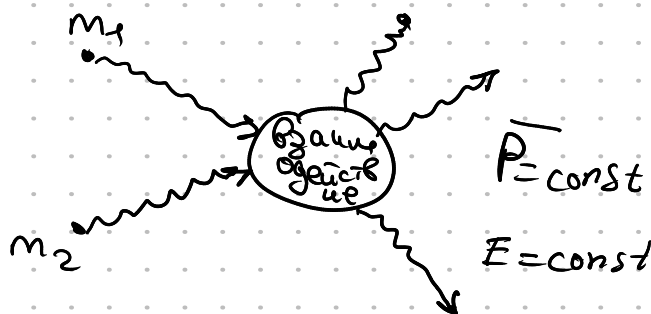
$m_1 \rightarrow v_1$   $m_2 \rightarrow v_2$

$$v_{\text{ц.м.}} = \frac{m_1 \overline{v_1} + m_2 \overline{v_2}}{m_1 + m_2}$$

л.с.о:  $v_1, v_2 \rightarrow v_3, v_4$

с.у.м.:  $u_1, u_2 \rightarrow u_3, u_4$

упругие столкновения



$$\overline{u_1} = \overline{v_1} - \overline{v_{\text{ц.м.}}} = \overline{v_1} - \frac{m_1 \overline{v_1} + m_2 \overline{v_2}}{m_1 + m_2}$$

$$\overline{u_1} = \frac{m_2(\overline{v_1} - \overline{v_2})}{m_1 + m_2} \quad | \cdot m_1$$

$$\left[ \overline{p_1} = m_1 \overline{u_1} = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (\overline{v_1} - \overline{v_2}) = \mu \overline{v_{\text{отн}}} \right]$$

$$\left[ \overline{p_2} = m_2 \overline{u_2} = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \cdot (\overline{v_2} - \overline{v_1}) = -\mu \overline{v_{\text{отн}}} \right]$$

$$\Sigma P = 0 \text{ в С.Ц.М}$$

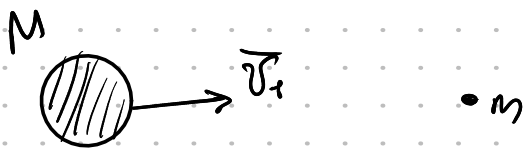
$$\text{Энергии в СЦМ: } K' = \frac{p_1'^2}{2m_1} + \frac{p_2'^2}{2m_2}$$

$$K' = \frac{m_1 m_2^2}{(m_1 + m_2)^2} \cdot \frac{v_{отн}^2}{2} + \frac{m_2 m_1^2}{(m_1 + m_2)^2} \cdot \frac{v_{отн}^2}{2}$$

$$\left[ K' = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \cdot \frac{v_{отн}^2}{2} = \mu \frac{v_{отн}^2}{2} \right]$$

в С.Ц.М импульсы

## Векторные диаграммы

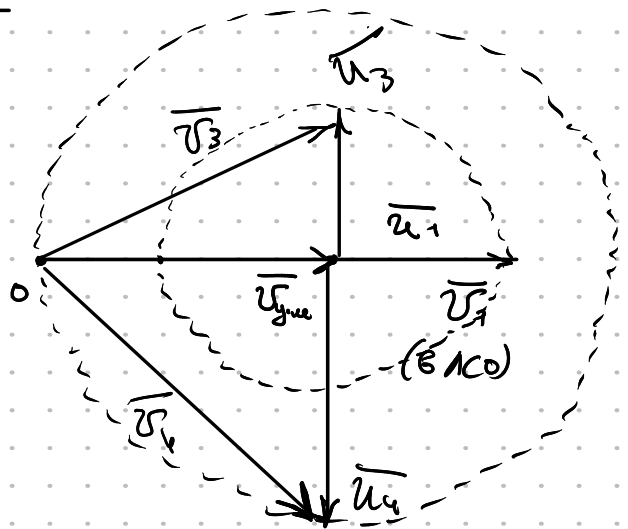


нейтральный удар

$$\bar{v}_{ц.м} = \frac{M \bar{v}_1}{m + M}$$

$$\bar{v}_1 - \bar{v}_{ц.м} = \bar{u}_1 \text{ - в С.Ц.М}$$

$$\bar{u}_1 = \frac{m}{m + M} \bar{v}_1$$



\* Импульс до равен импульсу после в СЦМ

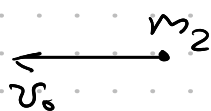
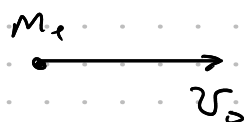
Тогда  $|\bar{u}_3| = |\bar{u}_1|$  и  $\bar{u}_1$  лишь меняет направление

$u_3 - 3a$   
 $p = \text{const в СЦМ}$

Переходя от  $\bar{u}_3$  к  $\bar{v}_3$  добавляем  $\bar{v}_{ц.м.}$

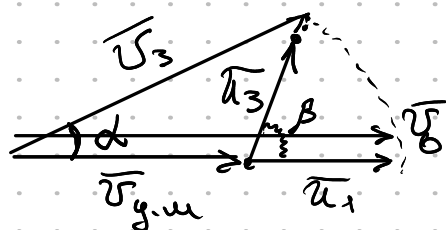
$$\bar{u}_4 \uparrow \downarrow \bar{u}_3 : M u_3 = m u_4 \quad \left[ u_4 = \frac{M}{m} u_3 = \frac{M}{m + M} v_1 = v_{ц.м.} \right]$$

✓ 4.90



$(m_1 > m_2)$

1) Векторные диаграммы:  $\alpha = 30^\circ$   
 $\beta = 60^\circ$



$u_3$  диаграмма  $\Delta$  - равнобедренный  $\Rightarrow v_{y.m} = u_1 = u_3$

$$v_c = \frac{m_1 v_0 - m_2 v_0}{m_1 + m_2}$$

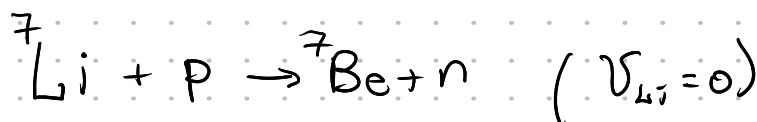
$$v_0 = 2 v_{y.m}$$

$$2(m_1 - m_2) = m_1 + m_2 \quad | : m_2$$

$$2(x - 1) = x + 1$$

$$x = 3 = \frac{m_1}{m_2}$$

✓ 4.98



$$E_{\text{пор}} = 1,88 \text{ МэВ}$$

$E_p = ?$  летит от Li

Пороговая энергия = энергия реакции

$$E_{\text{пор}} = \frac{p_p^2}{2m_p} = Q + \frac{p_p^2}{2(m_p + m_{Li})}$$

энергия движения центра масс

$$E_{\text{пор}} = \frac{Q(m_p + m_{Li})}{m_{Li}}$$

опред. пороговой энергии

$$\left[ E_p = \frac{p_p^2}{2m_p} = \frac{p_n^2}{2m_n} + \frac{p_{Be}^2}{2m_{Be}} + Q \right] \text{ЗСЗ из реакции}$$

Нейтрон летит назад ЗСЗ:  $p = p_{Be} - p_n$

Условие минимальной энергии протона:

$$p = 1_{Be} \quad (p_n = 0)$$

↓

$$E_p = \frac{p_{Be}^2}{2m_{Be}} + Q = \frac{p^2}{2m_{Be}} + \frac{m_{Li} \cdot E_{nop}}{m_p + m_{Li}}$$

$$E_p = \frac{p^2}{2m_p}$$

$$E_p = E_p \cdot \frac{m_p}{m_{Be}} + \frac{m_{Li} E_{nop}}{m_p + m_{Li}}$$

$$\frac{p^2}{2} = E_p \cdot m_p$$

↓  
...

$$\sqrt{4.100}$$



$$Q = 2,85 \text{ МэВ}$$

$$K_\alpha - ?$$

энергия у.е.

$$E_{nop} = K_\alpha = Q + \frac{p_{He}^2}{2(m_{He} + m_{Li})} = \frac{p_{He}^2}{2m_{He}}$$

$$K_\alpha = \frac{p_{He}^2}{2m_{He}}$$

$$E_{nop} = \frac{Q \cdot (m_{He} + m_{Li})}{m_{Li}} = \frac{14}{7} Q$$