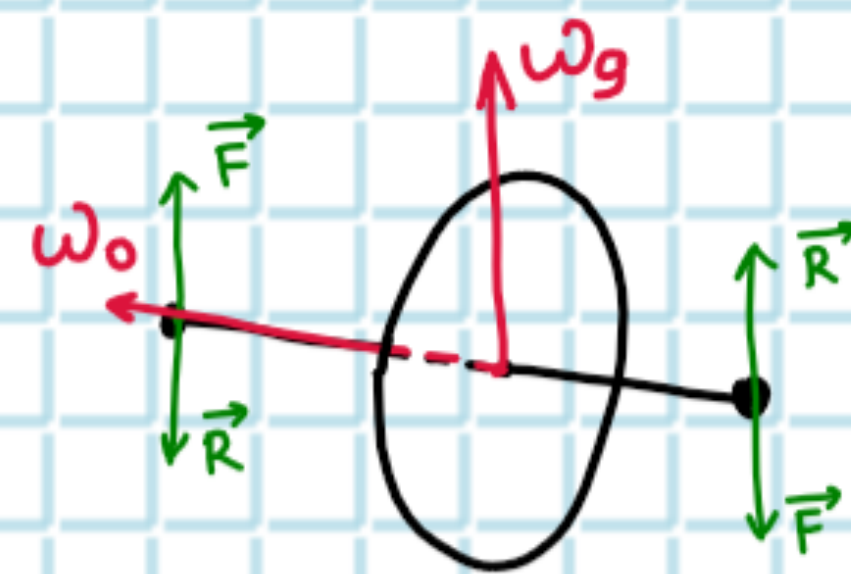
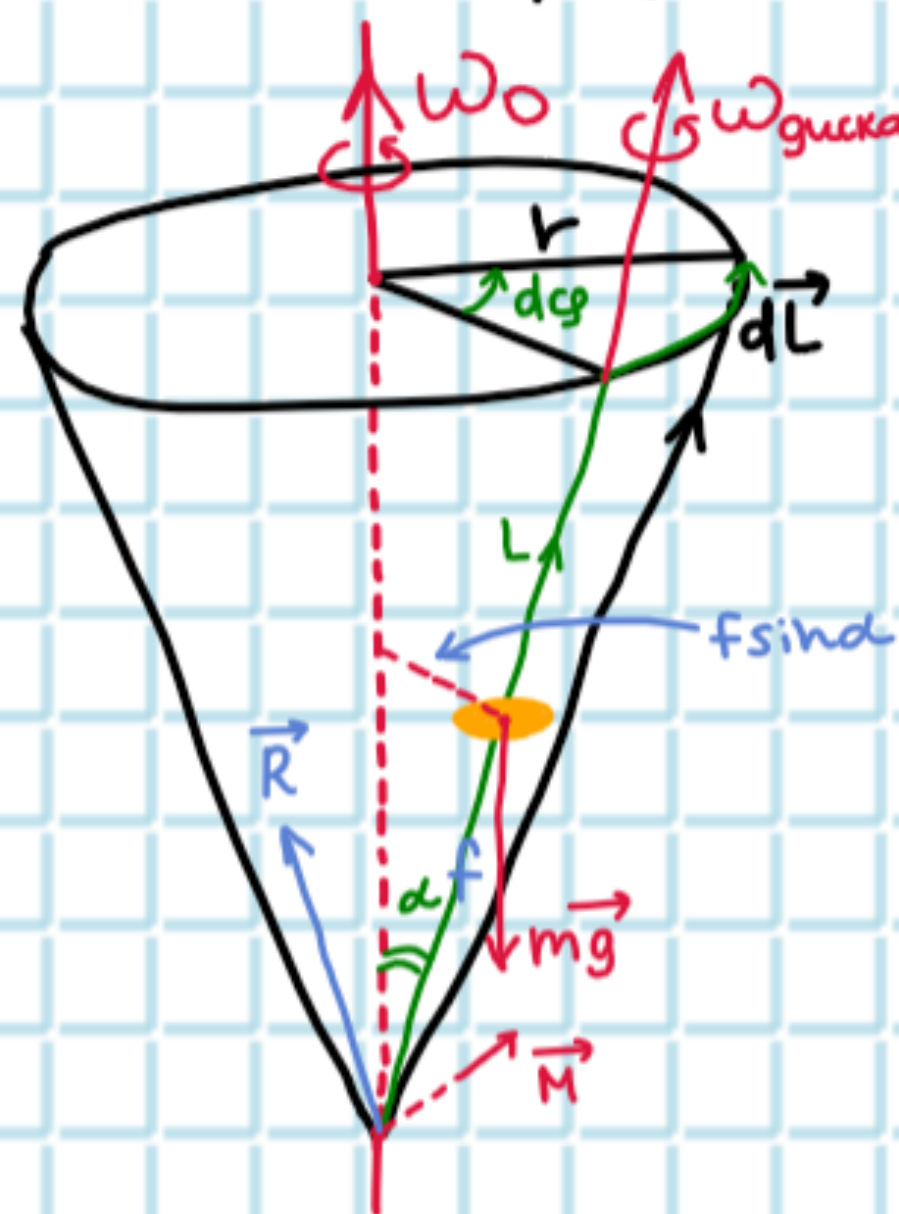


1. Сделайте краткое описание демонстраций, показанных на лекции (гироскоп, маятника Максвелла, мертвая петля). В описании должны присутствовать физические законы, согласно которым происходит движение. Для каждой демонстрации – не менее 2-х формул.



гироскопич. момент:
 $M = I(\omega_0 \times \omega_9)$

1) **ГИРОСКОП**: для прямого гироскопа справедливо правило Жуковского: когда мы сообщаем оси гироскопа принудительной прецессии эта ось стремится кратчайшим путём встать параллельно прецессионной оси, чтобы векторы $\omega_9 \uparrow \omega_0$.



Запишем выражение для изменения импульса:

$$d\vec{L} = \vec{M} dt; \quad M = mgf \sin \alpha \rightarrow \text{компонента сил тяжести}$$

$$dL = mgf \sin \alpha dt = r d\varphi = (L \sin \alpha) d\varphi = I \omega_{\text{гиска}} \sin \alpha$$

$$(!) \quad \frac{d\varphi}{dt} = \xi_{\text{прец.}} = \frac{mgf}{I \omega_{\text{гиска}}}, \quad \text{где } f - \text{расстояние от центра масс диска до крепления.}$$

$$(!) \quad \omega_0 \times I \omega_{\text{гиска}} = M$$

2) **МАЯТНИК МАКСВЕЛЛА**: объект в простой реализации представляет собой массивный диск, привязанный за ось вращения, проходящую через центр масс.

Запишем закон сохранения для этого тела:

$$U = E_k + E_{\text{вр}}$$

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}, \quad \text{где } \omega = \frac{v}{r}, \quad h = \frac{at^2}{2}$$

$$v = \frac{2h}{t}$$

Запишем II закон Ньютона:

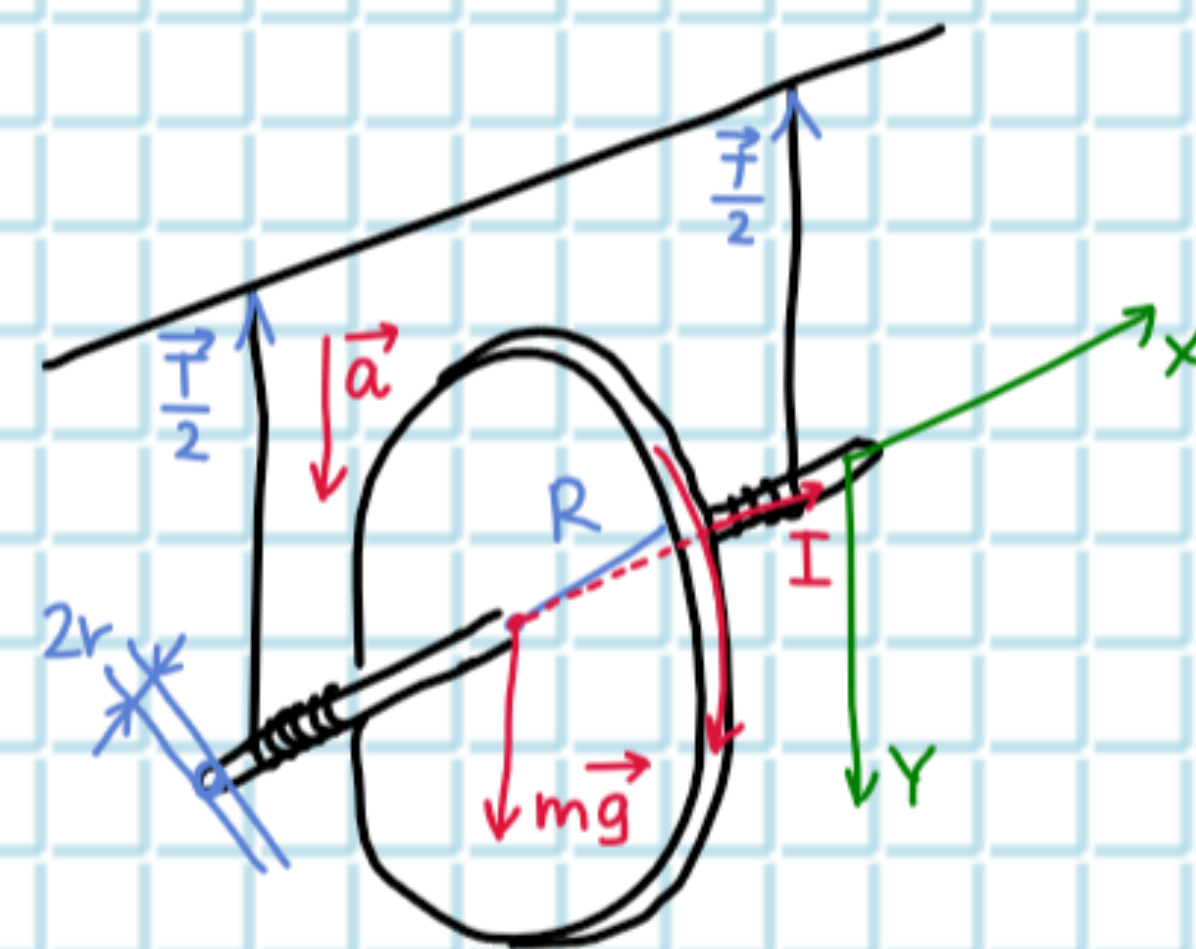
$$(OY): ma = mg - T$$

$$(OX): I\xi = Tr$$

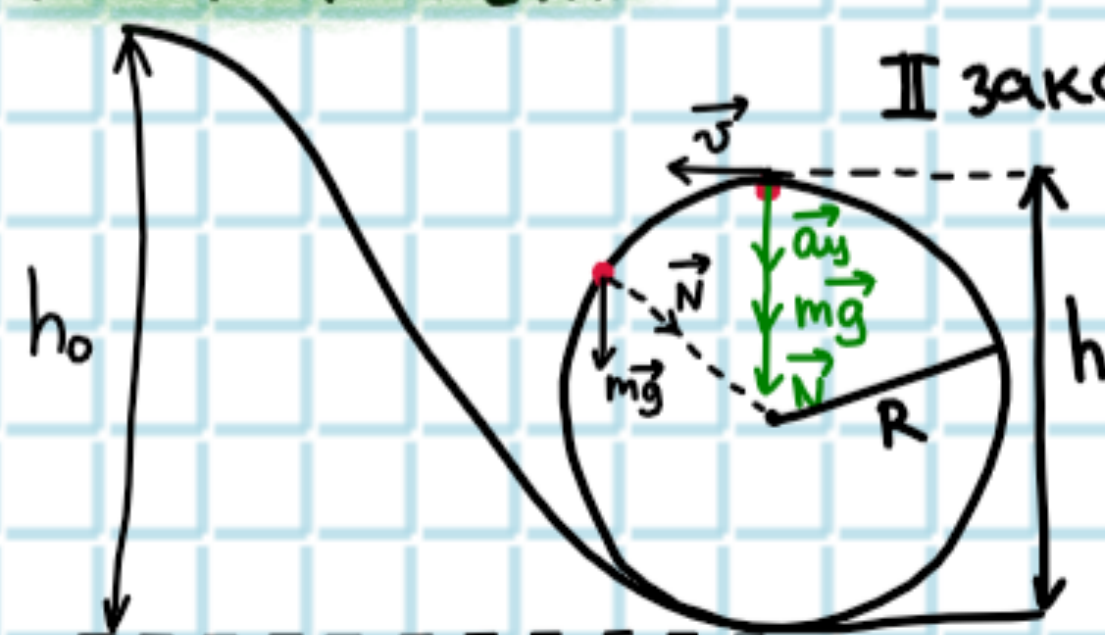
$$\text{т.е. } mgh = \frac{m \cdot 4h^2}{2t^2} + \frac{I \cdot 4h^2}{2r^2 \cdot t^2},$$

$$\text{отсюда } mg = \frac{2h}{r^2 t^2} (I + mr^2); \quad I = mr^2 \left(\frac{gt^2}{2h} - 1 \right)$$

$$(!) \quad I = mr^2 \left(\frac{g}{a} - 1 \right)$$



3) **МЁРТВАЯ ПЕТЛЯ**:



II закон Ньютона:

$$p = m(g - a)$$

$$m \frac{v^2}{R} = mg + N \quad \text{точка невесомости}$$

$$m \frac{v^2}{R} = |mg - N| \quad \text{точка перегрузки}$$

$$p = m(g + a)$$

$$v \geq \sqrt{Rg} - \text{тело не оторвётся}$$

и 3СЭ:

$$mgh_0 = mgh + \frac{mv^2}{2}$$

при скорости $v \gg \sqrt{Rg}$

$$2gh_0 = 2gh + Rg$$

$$h_0 = h + \frac{R}{2} = \frac{5R}{2}$$

$$\text{при } h_0 \geq \frac{5R}{2} \quad \text{отрыва не будет}$$

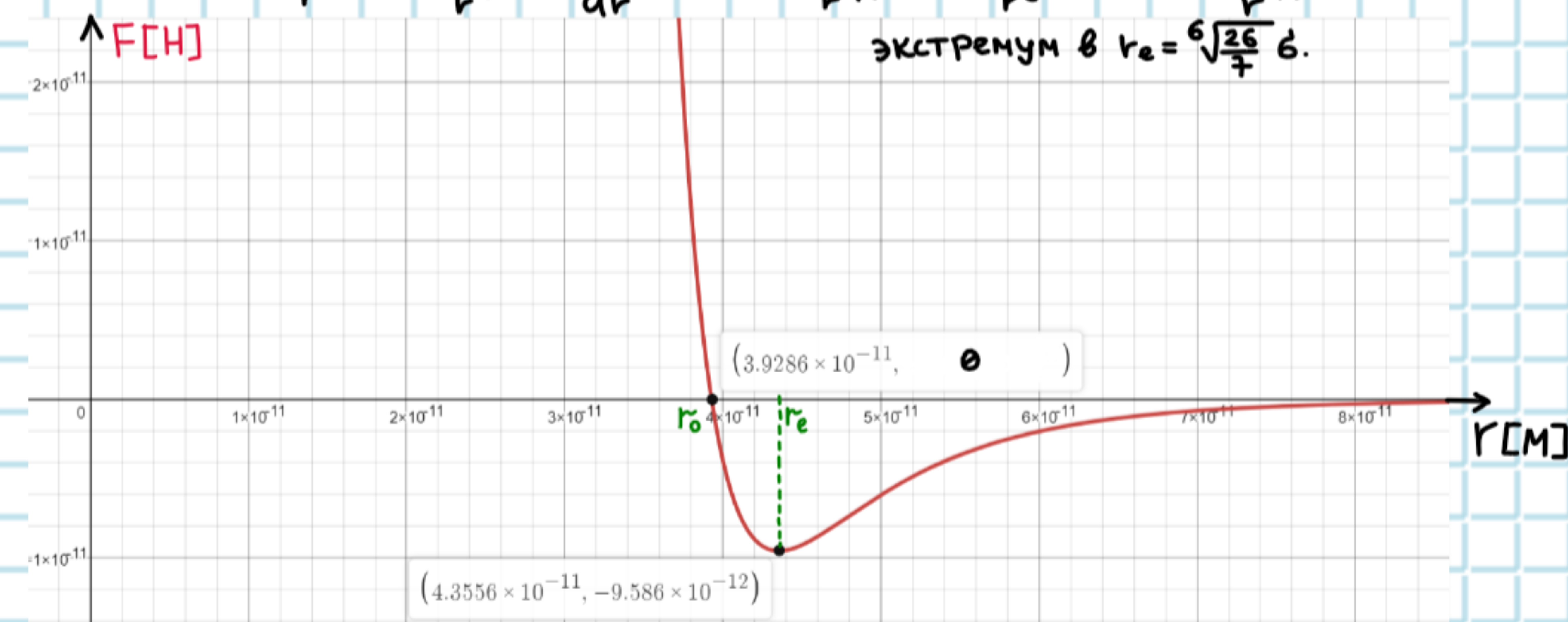
- 2 (III) The two atoms in a diatomic molecule exert an attractive force on each other at large distances and a repulsive force at short distances. The magnitude of the force between two atoms in a diatomic molecule can be approximated by the Lennard-Jones force, or $F(r) = F_0 [2(\sigma/r)^{13} - (\sigma/r)^7]$, where r is the separation between the two atoms, and σ and F_0 are constant. For an oxygen molecule (which is diatomic) $F_0 = 9.60 \times 10^{-11} \text{ N}$ and $\sigma = 3.50 \times 10^{-11} \text{ m}$. (a) Integrate the equation for $F(r)$ to determine the potential energy $U(r)$ of the oxygen molecule. (b) Find the equilibrium distance r_0 between the two atoms. (c) Graph $F(r)$ and $U(r)$ between $0.9 r_0$ and $2.5 r_0$.

$$a) U(r) = \int F(r) dr = \int \left(\frac{2F_0 \sigma^{13}}{r^{13}} - \frac{F_0 \sigma^7}{r^7} \right) dr = \frac{F_0 \sigma^{13}}{(-6)r^{12}} + \frac{F_0 \sigma^7}{6r^6} + \text{const}^*$$

$$b) F(r_0) = 0 \Rightarrow \frac{2F_0 \sigma^{13}}{r^{13}} - \frac{F_0 \sigma^7}{r^7} = 0 \Leftrightarrow r_0 = \sqrt[6]{2} \cdot \sigma$$

$$c) F(r) = \frac{2F_0 \sigma^{13}}{r^{13}} - \frac{F_0 \sigma^7}{r^7}; \quad \frac{dF}{dr}(r) = \frac{-26 F_0 \sigma^{13}}{r^{14}} + \frac{7 F_0 \sigma^7}{r^8} = \frac{-26 F_0 \sigma^{13} + 7 F_0 \sigma^7 r^6}{r^{14}} = 0$$

экстремум в $r_e = \sqrt[6]{\frac{26}{7}} \sigma$.



$$U(r) = \frac{F_0}{6} \left[\frac{\sigma^7}{r^6} - \frac{\sigma^{13}}{r^{12}} \right] + \text{const}; \quad U(r_0) = 0 = \frac{F_0}{6} \left[\frac{\sigma^7}{2} - \frac{\sigma^7}{4} \right] + \text{const} = 0$$

i.e. $\text{const} = -\frac{F_0 \sigma^7}{24}$ *

