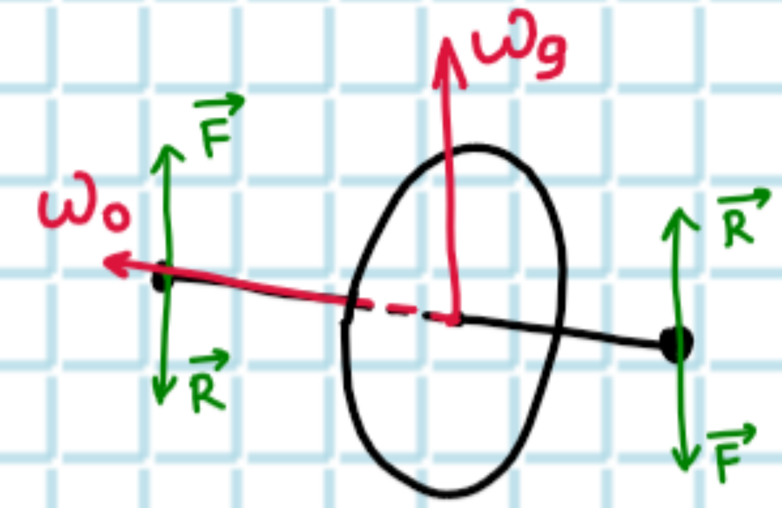
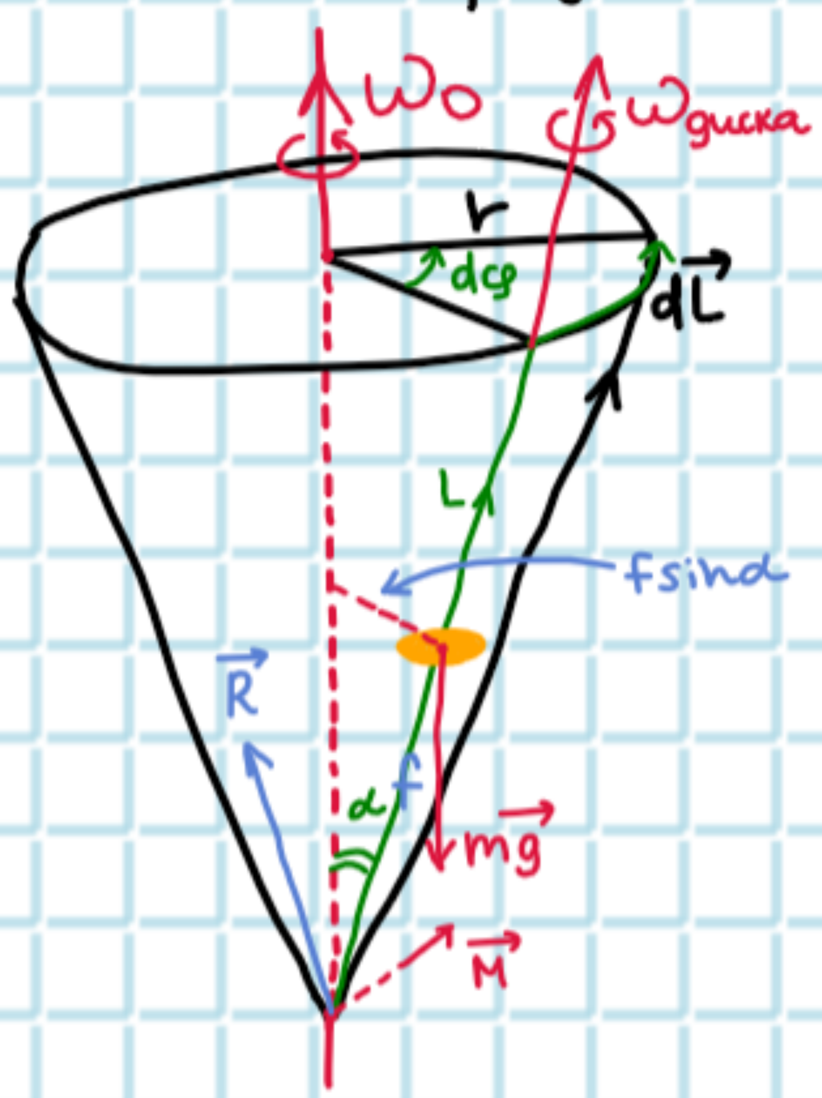
Лопатенко Георгий M3102

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:
$$M = I(\omega_0 \times \omega_g)$$

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 $\omega_g \uparrow\uparrow \omega_0$



Запишем выражение для изменения импульса:

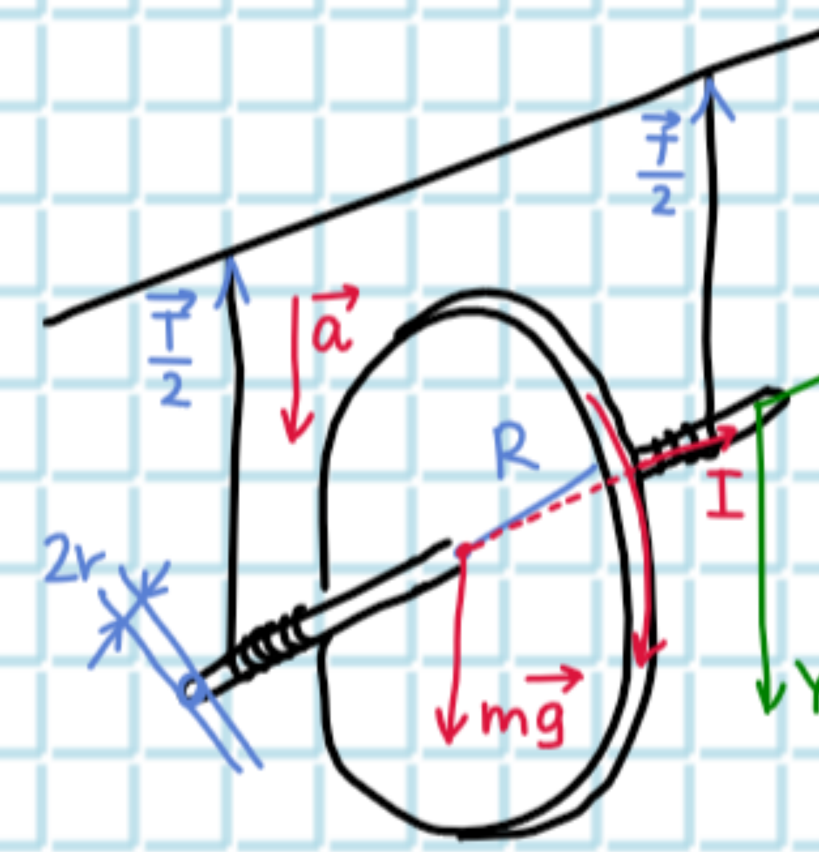
$d\vec{L} = \vec{M}\,dt$; $M = mgf\sin\alpha \longrightarrow$ компонента силы тяжести

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

(!) $\dfrac{d\varphi}{dt} = \varepsilon_{прец.} = \dfrac{mgf}{I\omega_{диска}}$, где f – расстояние от центра масс диска до крепления.

(!) $\omega_0 \times I\omega_{диска} = M$

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:

$$U = E_к + E_{вр}$$

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

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

Запишем II закон Ньютона:

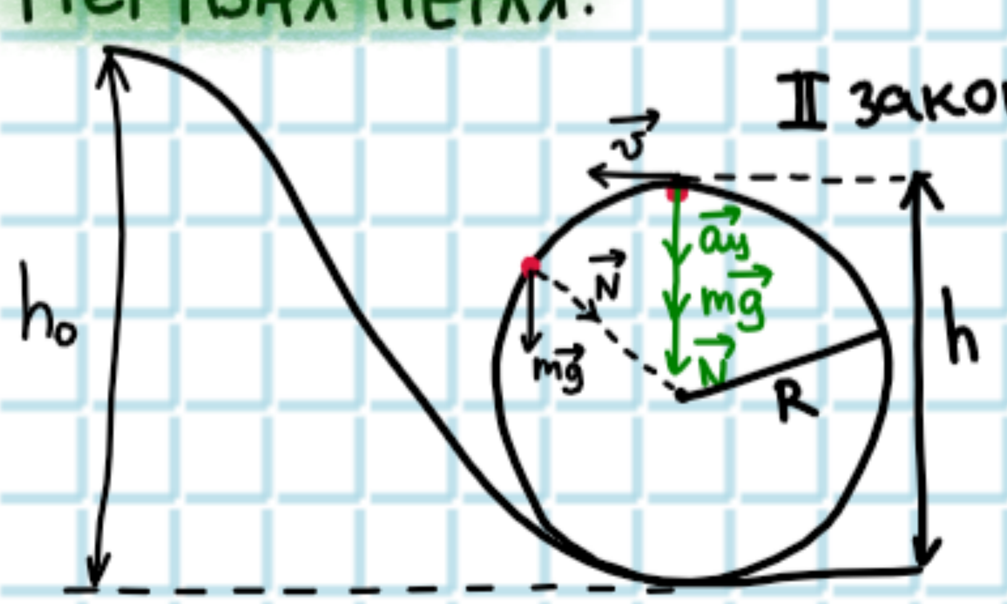
(OY): $ma = mg - T$
(OX): $I\varepsilon = Tr$

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

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

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

3) **Мёртвая петля**:



II закон Ньютона:

$m\dfrac{v^2}{R} = mg + N$ точка невесомости $P = m(g-a)$

$m\dfrac{v^2}{R} = |mg - N|$ точка перегрузки $P = m(g+a)$

$v \geqslant \sqrt{Rg}$ – тело не оторвётся

и ЗСЭ:

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

при скорости $v \geqslant \sqrt{Rg}$

$2gh_0 = 2gh + Rg$

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

при $h_0 \geqslant \dfrac{5R}{2}$ 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 $F(r) = F_0\left[2(\sigma/r)^{13} - (\sigma/r)^7\right]$, where r is the separation between the two atoms, and σ and F_0 are constant. For an oxygen molecule (which is diatomic) $F_0 = 9.60 \times 10^{-11}$ N and $\sigma = 3.50 \times 10^{-11}$ 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 $2.5\,r_0$.

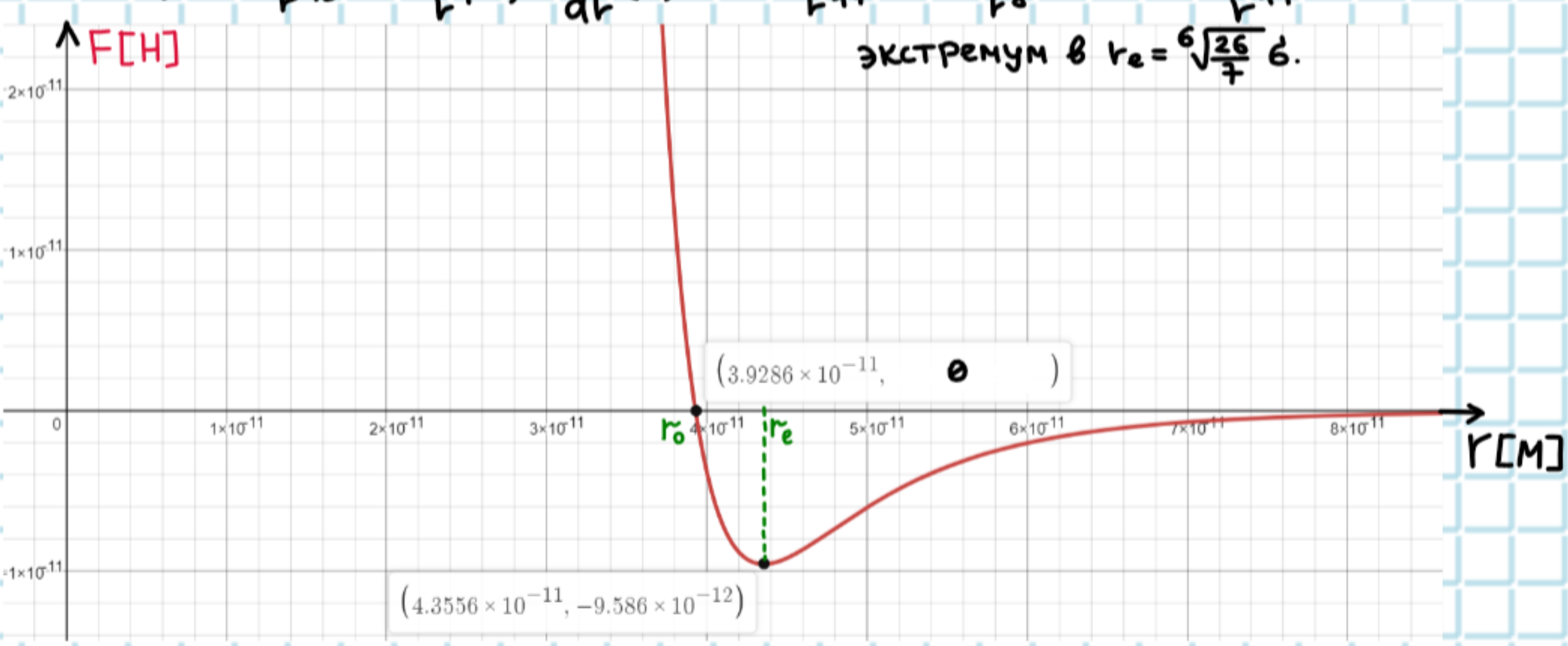
a) $U(r) = \int F(r)\,dr = \int\left(\frac{2F_0\sigma^{13}}{r^{13}} - \frac{F_0\sigma^7}{r^7}\right)dr = \frac{F_0\sigma^{13}}{(-6)r^{12}} + \frac{F_0\sigma^7}{6r^6} + \cancel{const}$ $\;0$

$\left(U \xrightarrow[r\to+\infty]{} 0\right)$

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

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

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



$U(r) = \frac{F_0}{6}\left[\frac{\sigma^7}{r^6} - \frac{\sigma^{13}}{r^{12}}\right]$