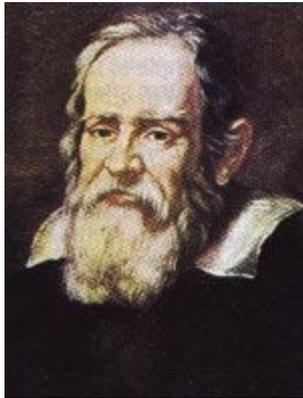
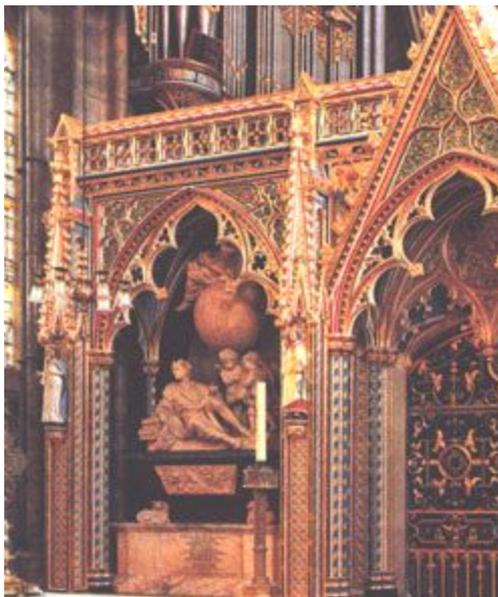
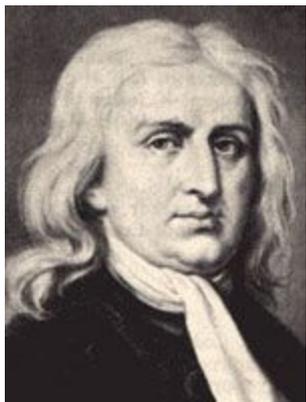


ДИНАМИКА

Галилео Галилей (1564 - 1642)



Исаак НЬЮТОН (1643–1727)



Надгробие на могиле Ньютонa

ЗАКОНЫ НЬЮТОНА

Рассмотрим две системы отсчета, движущиеся друг относительно друга с некоторым ускорением. Если относительно одной из них тело покоится, то относительно другой оно, очевидно, будет двигаться с ускорением.

Система отсчета, относительно которой выполняется первый закон Ньютона называется инерциальной.

1 закон Ньютона: Всякое тело находится в состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока воздействие со стороны других тел не выведет его из этого состояния

Сила - векторная физическая величина, являющаяся мерой механического воздействия одного тела на другое.

$$[F] = 1\text{Н}$$

Масса - скалярная физическая величина, являющаяся мерой инертности тела

$$[m] = 1\text{кг}$$

2 закон Ньютона: Ускорение, приобретаемое телом относительно инерциальной системы отсчета, прямо пропорционально действующей на него силе, обратно пропорционально массе тела и совпадает по направлению с силой

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots \quad \text{- равнодействующая всех сил, действующих на тело}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad \rightarrow \quad m\vec{a} = \vec{F} \quad \text{Подставим} \quad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F} \quad \rightarrow \quad \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \vec{F}$$

Обозначим: $m\vec{v} = \vec{p}$ - импульс тела $[p] = 1 \text{ кг} \cdot \text{м} / \text{с}$

$$\frac{d(m\vec{v})}{dt} = \vec{F} \quad \rightarrow \quad \boxed{\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}} \quad d\vec{p} = \vec{F} \cdot dt$$

3 закон Ньютона: Силы, с которыми действуют друг на друга взаимодействующие тела, равны по модулю и противоположны по направлению.

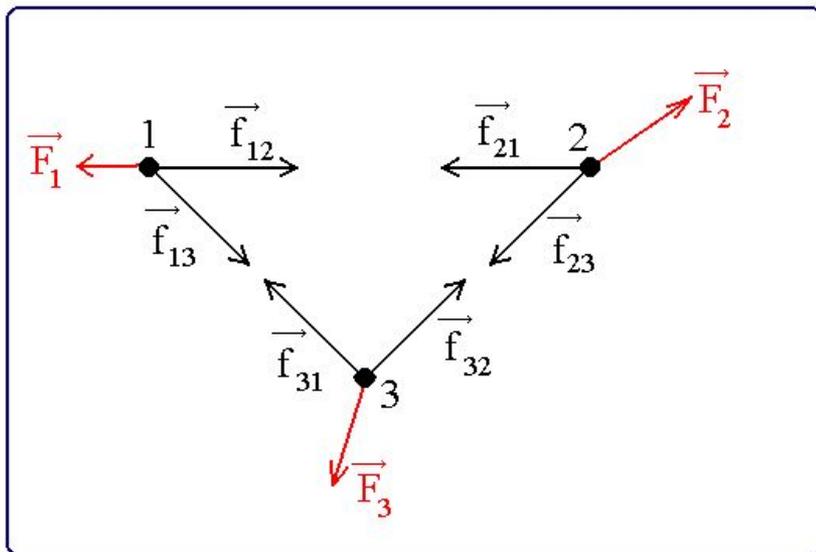
$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \quad (F_{12} = F_{21})$$

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

Механическая система называется *замкнутой* или *изолированной*, если на нее не действуют внешние силы (система не обменивается с внешними телами энергией).

Система называется *незамкнутой*, если на неё действуют нескомпенсированные внешние силы.

Рассмотрим механическую систему, состоящую из n тел.



\vec{f}_{ij} – внутренние силы

\vec{F}_i – равнодействующая
внешних сил,
действующих на i -е тело

Запишем для каждого тела второй закон Ньютона:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d\vec{p}_1}{dt} = \vec{f}_{12} + \vec{f}_{13} + \dots + \vec{f}_{1n} + \vec{F}_1 \\ \frac{d\vec{p}_2}{dt} = \vec{f}_{21} + \vec{f}_{23} + \dots + \vec{f}_{2n} + \vec{F}_2 \\ \dots \\ \frac{d\vec{p}_n}{dt} = \vec{f}_{n1} + \vec{f}_{n2} + \dots + \vec{f}_{n,n-1} + \vec{F}_n \end{array} \right.$$

$$\frac{d(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n)}{dt} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$$

Сумма внутренних сил системы тел равна нулю.

По третьему закону Ньютона $\vec{f}_{ij} = -\vec{f}_{ji}$

$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n$ - полный импульс системы тел

$\vec{F}_{\text{внешн.}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$ - равнодействующая внешних сил, действующих на тела системы

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}_{\text{внешн.}}$$

Если система замкнута, то:

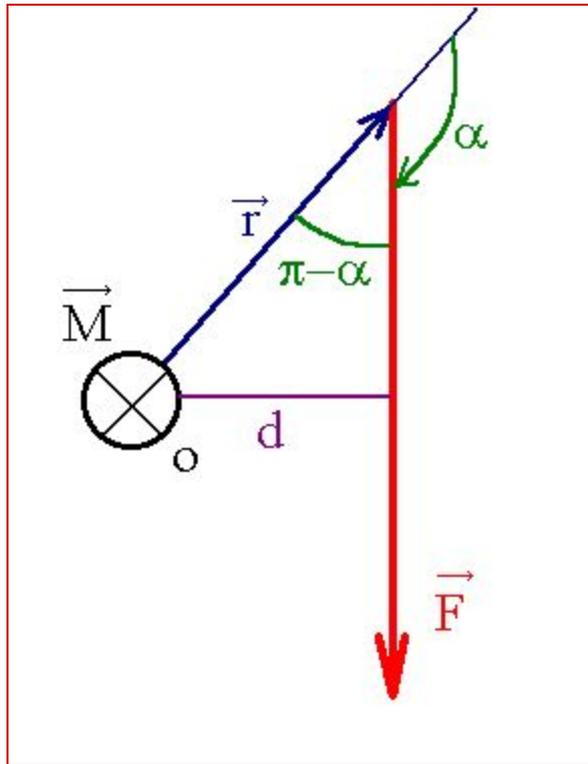
$$\begin{cases} \vec{F}_{\text{внешн.}} = 0 \\ \frac{d\vec{p}}{dt} = 0 \quad (\vec{p} = \text{const}) \end{cases}$$


Закон сохранения импульса: **Полный импульс замкнутой системы тел остается постоянным.**

В частном случае: если $F_{\text{внешн.}(x)} = 0$, то $p_x = \text{const}$.

МОМЕНТ СИЛЫ

Момент силы относительно точки



Моментом силы относительно некоторой точки O называется векторное произведение радиус-вектора проведенного из точки O в точку приложения силы, на вектор силы F :

$$\vec{M} = [\vec{r}, \vec{F}]$$

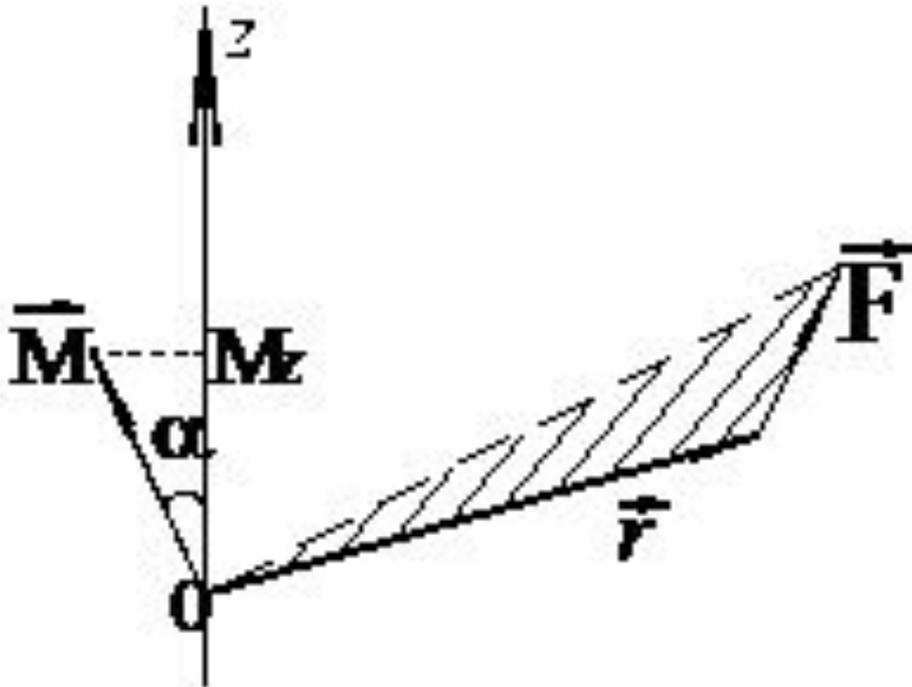
$$M = r \cdot F \cdot \sin \alpha$$

$$[M] = 1$$

$$r \cdot \sin \alpha = d$$

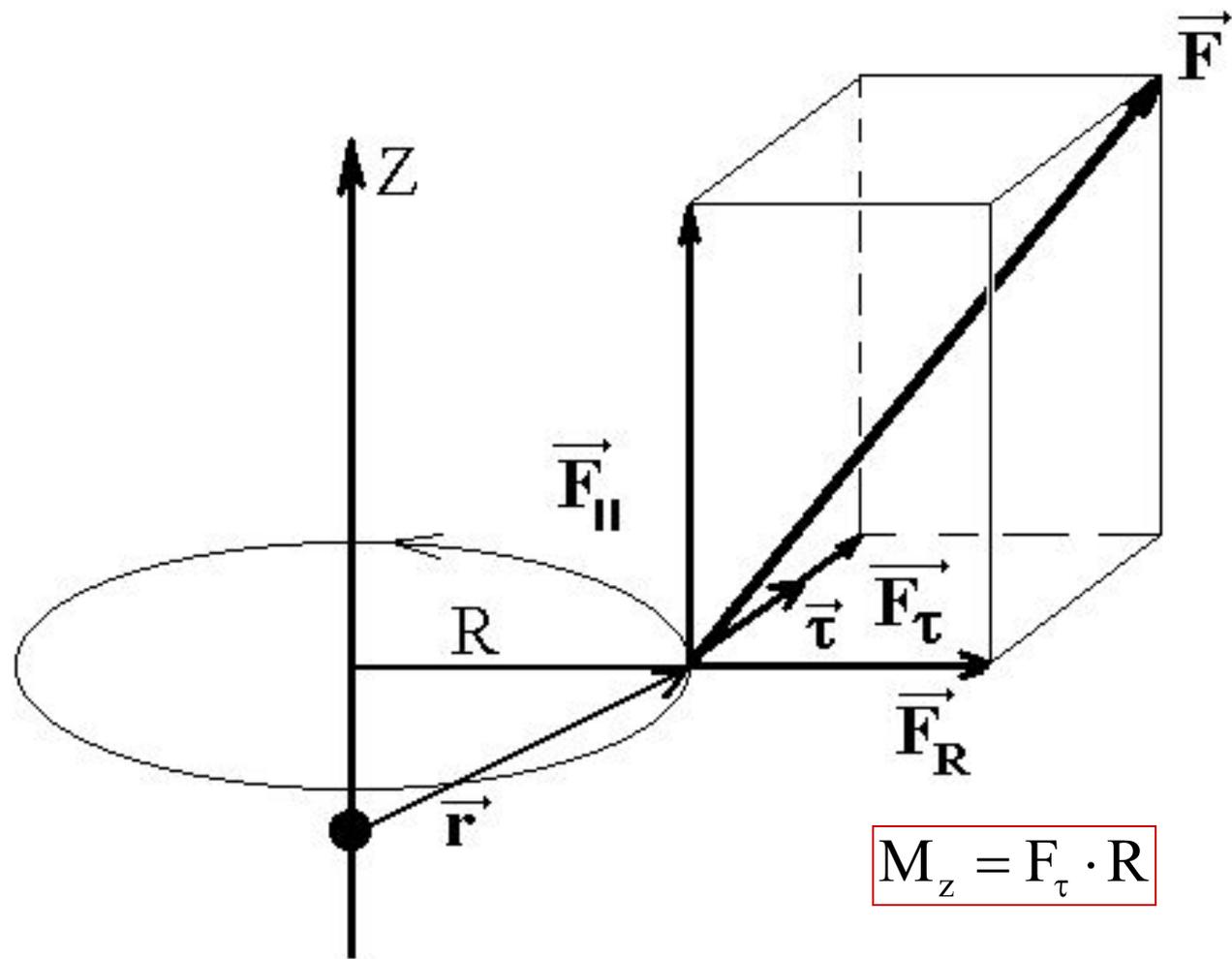
$$M = F \cdot d$$

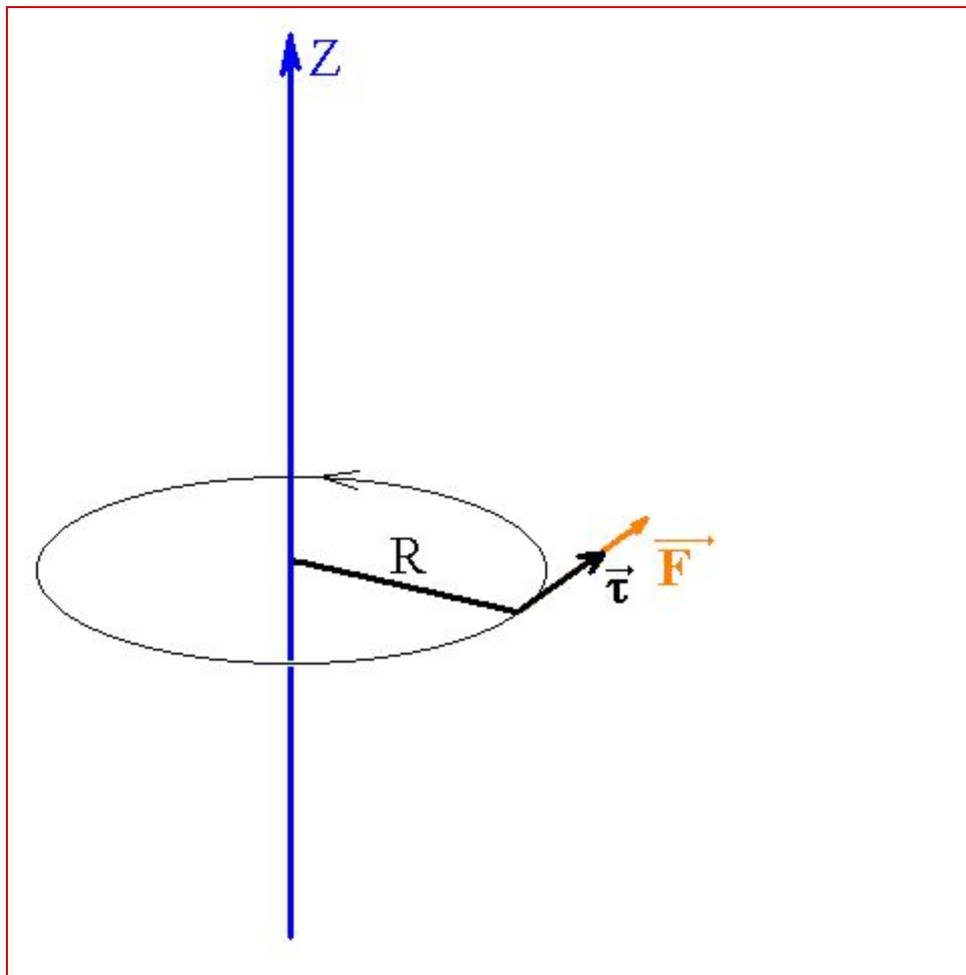
Момент силы относительно оси



Моментом силы относительно некоторой оси Z называется проекция момента силы относительно любой точки, взятой на данной оси, на эту ось Z :

$$M_z = \left[\vec{r}, \vec{F} \right]_z$$





Если сила
перпендикулярна оси, то:

$$M_z = F \cdot R$$