

ДИНАМИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Первый закон Ньютона

Первый закон Ньютона

1-ый закон Ньютона (Галилея – Ньютона):

всякое тело находится в состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока воздействие со стороны других тел не заставит его изменить это состояние.

Стремление тела сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения называется **инертностью**.

1-ый ЗН = закон инерции

Инерция (от лат. *inertia* – бездеятельность, косность, лень) – явление сохранения скорости телами, если внешние воздействия на них скомпенсированы.

Мерой инертности тела является физическая величина, называемая **(инертной) массой тела**.

Первый закон Ньютона

Система отсчета, в которой выполняется 1-ый ЗН, называется ***инерциальной системой отсчета (ИСО)***.

То есть в ИСО тела, не подверженные воздействию других тел, находятся в состоянии покоя или движутся без ускорения, т. е. прямолинейно и равномерно.

1-ый ЗН утверждает , что ***ИСО*** существуют.

ДИНАМИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Сила, импульс

Сила, импульс

Сила – это векторная величина, являющаяся мерой механического воздействия на тело со стороны других тел или полей, в результате которого тело приобретает ускорение или изменяет свою форму и размеры.

Под действием сил тела либо изменяют скорость движения, т. е. приобретают ускорения (**динамическое проявление сил**), либо деформируются, т.е. изменяют свою форму и размеры (**статическое проявление сил**).

Произведение массы тела на его скорость Ньютон назвал количеством движения тела. Это название устарело и теперь величину называют импульсом тела.

Импульс тела – векторная физическая величина, характеризующая меру механического движения тела, равная произведению массы M на ее скорость.

ДИНАМИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Принцип суперпозиции

Принцип суперпозиции

Принцип суперпозиции (принцип наложения) гласит, что результирующее влияние большого количества объектов (или результат сложного процесса) можно представить в виде суммы влияний отдельных объектов (или отдельных простых процессов).



Принцип независимости действия сил:

одновременное действие на МТ нескольких сил эквивалентно действию одной силы называемой равнодействующей (результатирующей) и равной их геометрической сумме.

ДИНАМИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Второй закон Ньютона

Второй закон Ньютона

2-ой закон Ньютона:

скорость изменения импульса MT (тела) равна действующей на нее результирующей силе

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$$

2-ый ЗН = закон (уравнение) поступательного движения MT (тела)

$$\frac{d}{dt}(m\vec{v}) = \vec{F} \quad m = \text{const} \quad m\vec{a} = \vec{F}$$

2-ой ЗН выполняется только в ИСО.

$$\vec{F} = 0 \quad m\vec{a} = 0 \quad \vec{v} = \text{const}$$

1-ый ЗН не является следствием 2-ого ЗН.

ДИНАМИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Третий закон Ньютона

Третий закон Ньютона

3-ий закон Ньютона:

силы взаимодействия двух МТ (тел) равны по величине, противоположно направлены и действуют вдоль прямой, соединяющей эти МТ (тела)

$$\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$$

3-ий ЗН выполняется только в ИСО.

ДИНАМИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

**Основные силы
в классической механике**

Основные силы в классической механике

Сила гравитационного притяжения

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2} \quad G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2 / \text{кг}^2$$

Сила тяжести $\vec{F} = m\vec{g}$ $g = \frac{GM}{R^2}$

Вес $\vec{P} = m(\vec{g} \pm \vec{a})$

Сила упругости $\vec{F} = -k\vec{r}$

Сила сопротивления $\vec{F} = -k\vec{v}$

Сила трения скольжения $\vec{F} = \mu\vec{N}$

ДИНАМИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Преобразования Галилея

Преобразования Галилея

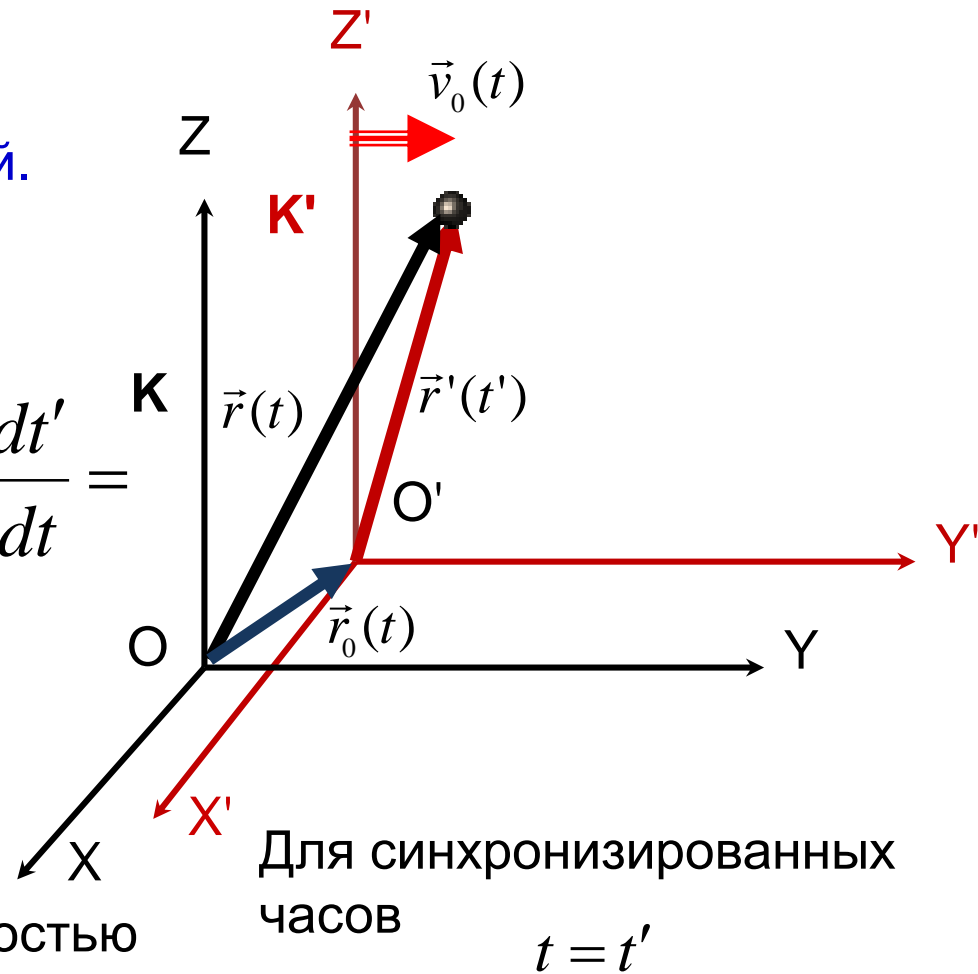
Преобразование координат и времени для описания движения при переходе от одной СО к другой.

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0(t) + \vec{r}'(t')$$

$$\begin{aligned}\vec{v}(t) &= \frac{d\vec{r}(t)}{dt} = \frac{d\vec{r}_0(t)}{dt} + \frac{d\vec{r}'(t')}{dt'} \frac{dt'}{dt} = \\ &= \vec{v}_0(t) + \vec{v}'(t') \frac{dt'}{dt}\end{aligned}$$

В нерелятивистской механике интервалы времени в различных СО совпадают с точностью до постоянной величины, определяемой процедурой синхронизации часов

$$t = t' + const$$



Преобразования Галилея

Преобразования Галилея для произвольных СО

$$t = t'$$

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{r}'$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{v}'$$

$$\vec{a} = \vec{a}_0 + \vec{a}'$$

Инерциальными системами отсчета (ИСО) - СО, которые относительно друг друга движутся с постоянными скоростями (т.е. их относительные ускорения равны нулю).

Преобразования Галилея для ИСО

$$t = t'$$

$$\vec{r} = \vec{v}_0 t + \vec{r}'$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{v}'$$

$$\vec{a} = \vec{a}'$$



Нерелятивистский закон сложения скоростей

Инвариантами называются величины, независимые от условий наблюдения (напр., выбора СО)

Инварианты преобразований Галилея

время ускорение масса
расстояние между двумя точками
относительная скорость

Преобразования Галилея

Принцип относительности Галилея:

уравнения механики Ньютона инвариантны относительно ПГ



Принцип относительности Эйнштейна:

законы природы, по которым изменяются состояния физических систем, не зависят от того, к какой из ИСО относятся эти изменения.

ДИНАМИКА

Закон сохранения импульса

Закон сохранения импульса

Систему тел, настолько удаленных от всех остальных тел, что взаимодействием между этими телами и системой можно пренебречь, называют **замкнутой** или **изолированной**.

Третий ЗН для системы МТ:

(попарное взаимодействие)

$$\vec{F}_{ik} = -\vec{F}_{ki}$$



$$\frac{d\vec{p}_1}{dt} = \vec{F}_1^{ext} + \vec{F}_1^{int}$$

$$\frac{d\vec{p}_2}{dt} = \vec{F}_2^{ext} + \vec{F}_2^{int}$$

.....

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

$$\vec{F}_1^{int} + \vec{F}_2^{int} + \dots = 0$$

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}^{ext}$$

Закон сохранения импульса

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\sum_{i=1}^N \vec{p}_i \right) = \vec{F}_{ext} \quad \vec{F}_{ext} = 0 \quad \frac{d\vec{p}}{dt} = 0$$

$$\vec{p} = \sum_{i=1}^N \vec{p}_i(t) = \mathit{const}$$

$$\vec{F}_{ext} \neq 0$$

$$F_x = 0$$

$$\frac{dp_x}{dt} = 0$$

$$p_x = \mathit{const}$$

Закон сохранения импульса

Однородность пространства означает, что если замкнутую систему тел перенести из одного места пространства в другое, поставив при этом все тела в ней в те же условия, в каких они находились в прежнем положении, то это не отразится на ходе всех последующих явлений.

Законы сохранения являются **мощным и эффективным инструментом** для исследования поставленных задач:

- 1. Законы сохранения не зависят ни от траекторий частиц, ни от характера действующих сил.*
- 2. Возможно их использование даже тогда, когда силы вообще неизвестны.*
- 3. В случаях, когда силы в точности известны, привлечение законов сохранения позволяет получить решение наиболее простым путем.*

ДИНАМИКА

Импульс силы

Импульс силы

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}_{ext}$$

$$d\vec{p} = \vec{F}_{ext} dt$$

$$\vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}_{ext} dt$$

Импульс силы - мера механического взаимодействия, характеризующая передачу механического движения со стороны действующих на материальную точку сил за данный промежуток времени.

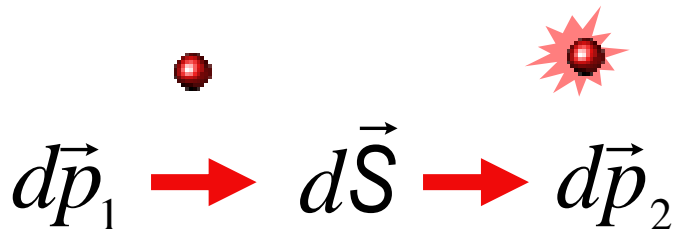
Импульс тела $\vec{p} = m\vec{v}$

$$[p] = \text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}$$

Импульс силы $\vec{S} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}_{ext} dt$

$$[S] = \text{Н} \cdot \text{с}$$

$$d\vec{p} = d\vec{S}$$



$$\vec{p} \neq \vec{S}$$