

Динамика поступательного движения. Законы Ньютона

1. Понятие состояния частицы в классической механике
2. Первый закон Ньютона.
Инерциальные системы отсчёта
3. Второй закон Ньютона. Сила. Масса.
Импульс
4. Третий закон Ньютона

1. ПОНЯТИЕ СОСТОЯНИЯ ЧАСТИЦЫ В КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ.

Кинематика даёт описание движения тел, не затрагивая вопроса о том, почему тело движется именно так (например, равномерно по окружности, или равномерно ускоренно по прямой), а не иначе.

Динамика изучает движение тел в связи с теми причинами (взаимодействия между телами), которые обуславливают тот или иной характер движения.

Основная задача динамики заключается в ответе на вопрос о том, как изменит своё состояние система при внешних воздействиях.

Для этого необходимо:

- 1. Установить величины, описывающие состояние физической системы.**
- 2. Составить уравнения движения, описывающие изменения состояния системы во времени.**
- 3. Определить физические величины, измерения которых при проведении опытов дают возможность судить о том, что происходит реально с исследуемой системой.**

Опыт показывает, что в классической физике состояние частицы полностью определяется координатами (x, y, z) и компонентами её скорости (v_x, v_y, v_z) в заданный момент времени, т. е. радиус-вектором частицы \vec{r} и

её скоростью \vec{v} .

Это определение является фундаментальным, и оно обуславливает границы применимости классических представлений (если $m \cdot v \cdot r \gg h$ – то имеем дело с классическими законами). Здесь m – масса частицы, v – ее скорость, R – размер области, в которой происходит движение, h – постоянная Планка ($h = 6.625 \cdot 10^{-34}$ Дж·с). Например, электрон в атоме водорода имеет $m \approx 10^{-30}$ кг, $v = 10^6$ м/с, $R \approx 10^{-10}$ м (размер атома водорода).

Тогда $m \cdot v \cdot R \approx 10^{-34} \approx h$ и движение подчиняется **КВАНТОВЫМ ЗАКОНАМ**.

При нерелятивистских скоростях состояние любой системы можно определить совокупностью состояний всех её частиц.

Состояние системы из N нерелятивистских классических частиц описывается радиус-векторами $\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3$ и скоростями $\vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}_3$ в заданный момент времени.

Для такой системы полное число величин, определяющих её состояние, равно $2N$ (напоминаю, что число степеней свободы будет в два раза больше, т.е. $6N$).

Из определения механического состояния следует, что **любые величины, характеризующие свойства системы, являются функциями положения! и скоростей!** частиц её образующих.

Ускорение может быть выражено как функция основных параметров системы:

$$\begin{aligned}\bar{a}_i &= d^2 r / dt^2 = \bar{a}_i(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3, \dots, \vec{r}_n; \vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}_3, \dots, \vec{v}_n) \\ &= \bar{a}_i(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3, \dots, \vec{r}_n; d\vec{r}_1/dt, d\vec{r}_2/dt, d\vec{r}_3/dt, \dots, d\vec{r}_n/dt),\end{aligned}$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, N$

Вид правой части функции должен определяться свойствами частиц и внешними условиями. Если эти условия меняются со временем, то в правой части уравнения появится явная зависимость от времени. Уравнения, типа приведённого выше, называют *уравнениями движения в классической механике*.

Рассмотрим для примера одну частицу. Соотношение

$$\vec{a} = d^2\vec{r}/dt^2 = \vec{a}(\vec{r}; \vec{v}) = \vec{a}(\vec{r}; d\vec{r}/dt)$$

является дифференциальным уравнением второго порядка относительно неизвестной функции (t) . Эту функцию можно найти двумя последовательными интегрированиями. Понятно, что при интегрировании возникают неопределённые константы. Поэтому для однозначного определения закона движения следует задать граничные (обычно начальные) условия, которые позволяют определить значение константы интегрирования: $\vec{r}_0 = 0, \vec{v}_0 = 0$.

Таким образом, *общее решение динамических задач может быть найдено, если, во-первых, известны уравнения движения* и, *во-вторых, задано состояние в начальный момент времени* (определены начальные условия задачи).

2. ПЕРВЫЙ ЗАКОН НЬЮТОНА. ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОТСЧЁТА

Первый закон Ньютона: *всякая материальная точка (тело) сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока воздействие со стороны других тел не заставит её (его) изменить это состояние.*

Оба названных состояния сходны тем, что скорость тела постоянна. Поэтому формулировке первого закона можно придать следующий вид: *скорость любого тела остаётся постоянной (в частности, равной нулю), пока воздействие на это тело со стороны других тел не вызовет её изменения.*

Стремление тела сохранить состояние покоя или равномерного прямолинейного движения называется ***инертностью***. Поэтому первый закон Ньютона называют ***законом инерции***.

Механическое движение относительно, и его характер зависит от системы отсчёта. Первый закон Ньютона выполняется не во всякой системе отсчёта, а те системы, по отношению к которым он выполняется, называются ***инерциальными системами отсчёта***. ***Инерциальной системой отсчёта*** является такая система отсчёта, относительно которой материальная точка, свободная от внешних воздействий, либо покоится, либо движется прямолинейно и равномерно (т.е. с постоянной скоростью). ***!!!Первый закон Ньютона утверждает существование инерциальных систем отсчёта!!!***

Инерциальной системой отсчёта
является такая система отсчёта,
относительно которой материальная
точка, свободная от внешних
воздействий, либо покоится, либо
движется прямолинейно и равномерно
(т.е. с постоянной скоростью).

!!! Первый закон Ньютона
утверждает существование
инерциальных систем отсчёта!!!

Опытным путём установлено, что инерциальной системой отсчёта можно считать гелиоцентрическую (звёздную) систему отсчёта (начало координат находится в центре Солнца, а оси проведены в направлении определённых звёзд). Система отсчёта, связанная с Землёй, строго говоря, неинерциальная, однако эффекты, обусловленные её неинерциальностью (Земля вращается вокруг собственной оси и вокруг Солнца) при решении многих задач малы, и в этих случаях её можно считать инерциальной. Из приведённых выше примеров легко понять, что **основным признаком инерциальной системы является отсутствие у неё ускорения.**

Таким образом, сущность первого закона Ньютона может быть сведена к трём основным положениям:

1. Все тела обладают свойствами инерции.



Содержание

Таким образом, сущность первого закона Ньютона может быть сведена к трём основным положениям:

2. Существуют инерциальные системы отсчёта, в которых выполняется первый закон Ньютона.

Таким образом, сущность первого закона Ньютона может быть сведена к трём основным положениям:

3. Движение относительно. Если тело А движется относительно тела В со скоростью u , то и тело отсчёта В, в свою очередь, движется относительно тела А с той же скоростью, но в обратном направлении $u = -u'$.