

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КубГТУ»)



КУБАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Лекция

Динамика поступательного движения

Краснодар
2020

Глава 2

Динамика частиц, поступательно и вращательно движущаяся твердое тело.

§ Основная задача динамики. Понятие системы в классической механике.

Граничные приложения классической механики относительно движущихся тел.

Основная задача динамики ставится из прямой и обратной задачи:

Прямая задача: заданная в том, что при известной массе тела и силе действующей на тело определяются кинематические характеристики механического движения. интегрирование.

Обратная задача: задается в том, что при известной массе тела (тела) и кинематических характеристиках движения определяются силы вызывающие это движение или иначе говоря его. дифференцирование.

/Вопросы возникают самостоятельно./





§ Первый закон Ньютона и понятие инерционной системы отсчета.

Закон Коперника 1687 г. „Надгравитное описание философии“. - Физ. по механике.

1й - Всякая материальная точка (тело) сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока воздействие со стороны других тел не заставит её изменить это состояние.

Состояние тела сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения называется инертностью. 1й - 3й. Ньютона - 3й. Инерции. и выполняются он только в инерциальных системах отсчета.

Это такое состояние отсчета, относительно которого материальная точка свободная от внешних воздействий, либо покоится, либо движется равномерно и прямолинейно.

С некоторыми допущениями за инерциальную систему отсчета можно принять Солнце, систему и Землю.

§ Масса и сила. Эталон массы в СИ.

1р-ия движения. Второй закон Ньютона или ур-ие движения. Сила или равнодействующая или импульс.



Этот способ известно, что при фрикционном
воздействии на тела они передеформируются
с различными скоростями и деформациями,
потому что деформация тела зависит от
св-в тела (его массы).

Масса тела - это физическая величина,
характеризующая инертность тела,
определяющая инерционные и гравитацион-
ные св-ва, масса инерционная и гравитацион-
ная равны (точность до 10^{-12}). [кг] - 1 кг ^{10³ г}
Взаимодействие между телами описывается силой
момента или силой.

← Три характера:
Сила - это векторная, скалярная величина,
характеризующая мерой механического воздействия
на тело со стороны других тел или частей,
в результате которого тело приобретает ускорение
или меняет форму или размер.

Этапы массы хранятся в Международном бюро
меры и весов в Севре, близ Парижа. 1 кг.

Второй закон Ньютона - основной закон динамики
нелинейного движения - отвечает на вопрос,
как изменяется механическое движение ма-
териальной точки (тела) под действием прило-
женных к ней сил, и имеет: ускорение,
приобретаемое телом, пропорционально



вызывающей его силе, совмещая с него и
направлением и обратно пропорционально
массе мат. точ. (тела).

$$a = \frac{F}{m} \quad F = ma = \frac{dV}{dt}$$

т.е. $m = \text{const}$ в классич. механике

то справедливо

$$F = \frac{d(mV)}{dt}$$

где $mV = P$ — импульс силы — векторная
величина, или количество движения,
мат. точ. (тела).

Выражение $F = \frac{dP}{dt}$ называется урав.
движения материальной точки.
 $[F] = [H] \quad 1 H = 1 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м/с}^2$

В т. зр. Ньютона, справедливы в инерциальной
системе отсчета,

Принцип независимости действия сил:

если на материальной точку действуют одно-
временно несколько сил, то каждая из этих сил
сообщает материальной точке ускорение
согласно 2-му закону Ньютона. Силу и ускорение можно
разлагать на составляющие, это упрощает
решение задач. Например в случае прямоли-
нейного движения $\vec{P} = \vec{F}_n + \vec{F}_c$

т.е. $F_n = a_n m \quad F_c = a_c m$

Принцип $\vec{F} = \sum \vec{F}_i$ — результирующая сила



В равнов. процессах и ~~физике~~ механике
сущест. силы равнов. природы: трения,
упругости и тяготения.

Сила трения направлена противоположно или
напротив соприкасающихся тел друг
относительно друга.

Трение внешнее (сухое), внутреннее (жидкое
или вязкое).

Трение покоя. Гидростатическое трение.

Г. Амонтон и Ш. Кулон опыты о силе трения
сформулированы как $F_{тр} = fN$

f - коэффициент, N - норм. реакция.

Качения $F_{кат} = f_k N / 2$.

Третий закон Ньютона характеризуем взаимно-
действием между телами и мат. точками.

Всякое действующее матер. точ. (тел) силы на
друга имеют характер взаимодействия: силы,
с которыми действуют друг на друга материальные
тела, всегда равны по модулю, противоположно
направлены и действуют вдоль прямой, соединяющей
эти точки. $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ эти силы действуют

и всегда действуют в противоположных

3-ий закон Ньютона харак. переход от мат. точки к
системе материальных точек.



Совокупность матер. точек (тел) называется
механической системой

Силы внутренние - ...

силы внешние - ...

Система замкнутая - ...

В замкнутой механической системе

$$\frac{dP}{dt} = \sum_{i=1}^n \frac{d(m_i v_i)}{dt} = 0 \quad \forall, \text{е.} \quad \boxed{P = \sum_{i=1}^n m_i v_i = \text{const}}$$

Законом сохранения импульса - импульс
замкнутой системы не изменяется с течением
времени. - фундаментальной закон природы
и.к. справедлив в инерциальной сис.

Импульс системы

$$P = \sum_{i=1}^n m_i v_i$$

Ур-ие движения мех. системы.

$$\frac{dP}{dt} = \sum_{i=1}^n \frac{d(m_i v_i)}{dt} = \sum_{i=1}^n F_i$$

Зак. Сох. импульса - следствие св-ва простран.
своб., и.е. его аннизотропии. При переходе
зам. сис. в пространство ин. члена, сис.
является инерциальной в ней не изменяется.



§ Неинерциальное систем отсчета.

Сила инерции. Примеры Даламбера.

Система отсчета движущаяся относительно инерциальной систем с ускорением, называется неинерциальной. Закон Ньютона в такой системе не выполняется.

Если же мы примем так движущуюся систем инерции то для Ньютона будет справедлив для любой систем отсчета.

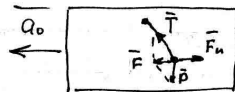
$$\begin{aligned} \text{Тогда} \quad \overline{ma'} &= \overline{F} + \overline{F_{ин}} \\ \overline{ma'} &= \overline{ma} + \overline{F_{ин}} \end{aligned}$$

\overline{a} - в инерциальной системе.

Сила инерции обусловлена ускорением движущейся систем отсчета относительно инерциальной систем.

1) Сила инерции при поступательном движении.

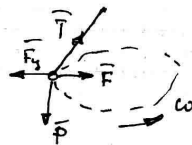
$$F_{и} = -ma_0$$



2) Сила инерции, действующая на тело, находящееся во вращающейся системе отсчета.

Существует сила инерции.

$$F_{y} = -m\omega^2 R = -ma_{г} = -ma_{н}$$





3) Сила инерции, действующая на тело, движущееся во вращающейся системе отсчета.
Основной закон динамики для тел в инерциальной системе отсчета.

$$\overline{ma'} = \overline{F} + \overline{F}_x + \overline{F}_y + \overline{F}_z$$

где F_x - кориолисова сила инерции

$$\overline{F}_x = 2m [\widehat{v} \times \widehat{\omega}]$$

$$\overline{F}_x = 2m v \omega \sin(\widehat{v} \widehat{\omega}).$$

Теорема параллелограмма
 $\overline{a} = \overline{a}_{\text{пер}} + \overline{a}_{\text{см}} + \overline{a}_{\text{кор}}$

$\overline{a}_{\text{кор}}$ по правилу правой винта

Сила инерции вращающейся системы отсчета.

В неинерциальных системах отсчета не выполняются законы сохранения импульса, энергии и момента импульса.

Пример Даламбера.

Если основной закон динамики для неинерциальной системы отсчета рассмотреть с точки зрения движения несвободных мат. точек (тел) на которые наложено условие связи то от них примет вид:



$$\bar{F} + \bar{R} + \bar{\Phi} = 0$$

где F - сила взаимодействия между реалити активное.

R - сила взаимодействия реалитиное
(механика сварки)

Φ - сила инерции

$$\bar{\Phi} = \bar{\Phi}_x + \bar{\Phi}_y + \bar{\Phi}_z$$

При движении материальной точки активные силы и реакции сварки выведут с силой инерции точку в динамическое равновесие системы сил.

Принцип Даламбера есть условие отклоненного равновесия для сил в действительном движении отклоня.

$$\bar{\Phi} = -(\bar{F} + \bar{R}) = -(\bar{m}\bar{a}' + \bar{F})$$



Масса тела - физическая величина, являющаяся мерой инертности тел относительно изменения скорости движения (инертности) и мера взаимодействия (гравитационной массы) с телом.

В настоящее время доказано, что инертная и гравитационная массы равны.

Закон сохранения массы (Ломоносова)

1) масса тела не зависит от скорости его движения 2) масса тел не изменяется при любых происходящих в ней процессах.

Центром масс (центром) системы материальных точек точек называется точка $C(x_c, y_c, z_c)$ радиус-вектор r_c которой связан с массами m_i и r_i всех точек системы соотношением

$$r_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i r_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad x_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i x_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$
$$y_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i y_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad z_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i z_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

или через моменты и один

$$x_c = \frac{\int x dm}{m} = \frac{\int x dV}{m}$$

Если тело однородно $x_c = \frac{1}{V} \int_V x dV$

Координаты движения системы материальных точек равно ускорению массы всей системы на скорость ее центра инерции 1



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!