**Кинематика материальной точки и твердого тела**

**Механическое движение -** изменение пространственного положения тела или его частей относительно других тел с течением времени. При этом взаимодействие тел приводит к изменению их скоростей или к их деформации.

**Механическая система** - совокупность материальных точек (твердых тел), движения которых взаимосвязаны между собой.

**Материальная точка** – тело, размерами которого в условиях данной задачи можно пренебречь.

**Твердое тело** - совокупность точек, расстояния между текущими положениями которых не изменяются, каким бы воздействиям данное тело в процессе взаимодействия с другими твёрдыми объектами ни подвергалось.

**Система отсчета** - совокупность неподвижных относительно друг друга тел (тело отсчёта), по отношению к которым рассматривается движение (в связанной с ними системе координат), и отсчитывающих время часов (системы отсчёта времени), по отношению к которым рассматривается движение каких-либо тел.

**Число** **степеней** **свободы механической системы** - определяет минимальное количество независимых переменных (обобщённых координат), необходимых для полного описания состояния механической системы.

**Кинематика материальной точки** - раздел кинематики, в которым изучается механическое движение материальных точек.

**Траектория** – линия, которую во время своего движения описывает физическое тело.

**Перемещение** – вектор, проведенный из точки начала движения, в точку конца движения.

**Путь** – расстояние от точки начала движения до точки конца движения, отсчитанное вдоль траектории.

**Скорость** – быстрота изменение пути. <

**Ускорение** – быстрота изменения скорости. (производная скорости) <

**Вычисление пройденного пути –** S =

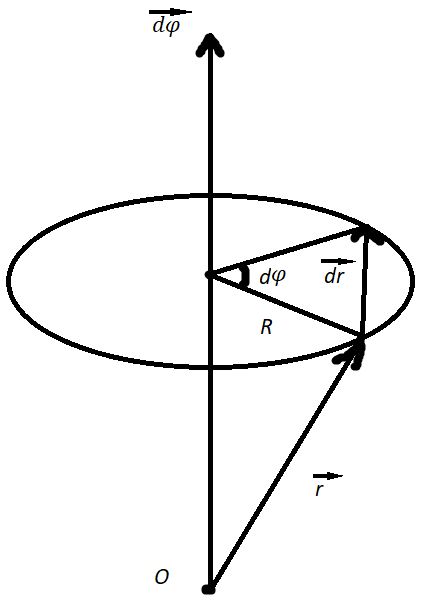
**Тангенциальное ускорение** — компонента ускорения, направленная по касательной к траектории движения. Характеризует изменение модуля скорости.

**Нормальное ускорение** - компонента ускорения, направленная перпендикулярно тангенциальному. Характеризует быстроту изменения направления скорости.

**Вращательное движение твердого тела** – движение, при котором каждая точка тела вращается по дуге своего радиуса по одной оси OZ.

**Угловая скорость** – быстрота изменения поворота тела. (направление таково, что если смотреть с острия вниз на направление движения, то оно будет против часовой стрелки).

**Угловое ускорение** – быстрота изменения угловой скорости.

**Связь между линейными и угловыми кинематическими величинами** -

**Динамика материальной точки**

**Причины изменения скорости тела –** связаны с взаимодействием на тело сил. Если действие сил отсутствует либо компенсировано, то тело движется равномерно прямолинейно (1 закон Ньютона), иначе движется равноускорено (2 закон Ньютона).

**Инерциальная система отсчёта** — система отсчёта, в которой выполняется 1 закон Ньютона.

**Преобразования Галилея** - преобразования координат и скорости при переходе от одной инерциальной системы отсчёта к другой.

**Принцип относительности Галилея** – в инерциальных системах отсчета физические законы и уравнения, следующие из них, не изменяются.

**Масса** – скалярная величина, которая дает количественную характеристику “отзывчивости” тела на воздействия внешних сил.

**Импульс** -

**Силы в природе**

**Сила –** векторная величина, дающая количественную характеристику и направление воздействия, оказываемого на данное тело со стороны других тел.

**Сила тяжести** – сила, которая взаимодействует на всякое тело в системе отсчета, связанной с Землей. P = mg. Если тело находится в состоянии покоя, то P уравновешивает **сила реакции опоры** fr. Сила, действующая на подвес или опору называется **весом** тела. G = P, тогда, когда подвес или опора неподвижны относительно Земли. Если на тело действует ускорение w, то P = m(g – w\*sin(α)), где α – угол между вектором ускорения и поверхностью Земли.

**Сила трения** – сила, возникающая при перемещении соприкасающихся тел или их частей друг относительно друга.

**Сухое трение** – трение, возникающее между 2 телами при отсутствии какой-либо прослойки жидкости или газа. Иначе трение является **вязким**.

fс.тр = k\*fn, где fn – сила нормального давления

**Второй закон Ньютона** – ускорение всякого тела пропорционально действующей на него силе и обратно пропорционально массе тела.

**Уравнение движения инерциальных точек в инерциальной системе отсчета**

**Динамика механических систем и законы сохранения**

**Состояние механической системы -** называется набор одновременных значений радиусов-векторов и скоростей всех ее точек.

**Сохраняющиеся величины –** величины, которые не изменяются во времени для замкнутой системы.

**Внутренние силы –** силы, которые взаимодействуют с телами механической системы.

**Внешние силы –** действуют на тела механической системы со стороны тел, не входящих в нее.

**Замкнутая система –** механическая система, на которую не действуют внешние силы, или ими можно пренебречь.

**Свойства замкнутой системы:**

* Однородность пространства (следует закон сохранения импульсов)
* Однородность времени (следует закон сохранения энергии)
* Изотропность пространства (следует закон инерции)

**Импульс системы частиц -**

**Закон сохранения импульса** – импульс замкнутой системы материальных точек остается постоянным.

**Центр масс -** точка C с радиус-вектором , т.ч.

**Уравнение движения центра масс системы -**

**Система центра масс** – система отсчета, жестко связанная с центром масс системы, и перемещающаяся поступательно по отношению к инертным системам отсчета.

**Работа –** функция процесса, определяющаяся на некотором интервале процесса.

**Кинетическая энергия** - это работа, которую необходимо совершить, чтобы тело массой разогнать из состояния покоя до скорости.

Eк = F = m = m

Eк = =

**Силовое поле** – область пространства, в каждой точке которого задан вектор силы.

**Консервативная сила** – сила, работа которой не зависит от формы траектории, по которой движется точка приложения этой силы, а определенная начальным и конечным положением данной точки. Работа консервативной силы при движении точки приложения этой силы по замкнутой траектории =0.

**Потенциальная энергия** – скалярная физическая величина, представляющая собой часть полной механической энергии системы (Е=Е п +Е к ), находящейся в поле консервативных сил. U() - функция состояния, определена неоднозначно, т.к. зависит от выбора точки отсчета.

**Связь между потенциальной энергией и силой поля** –

Fr = Fx = Fy = Fz =

Fx + Fy + Fz

∇ - набла. Переводит скаляр в вектор.

=

Если векторное поле определяется градиентом скалярной функции, то оно называется потенциальным (частный случай консервативного поля).

**Полная механическая энергия частицы в силовом поле** – сумма кинетической и потенциальной энергий частицы.

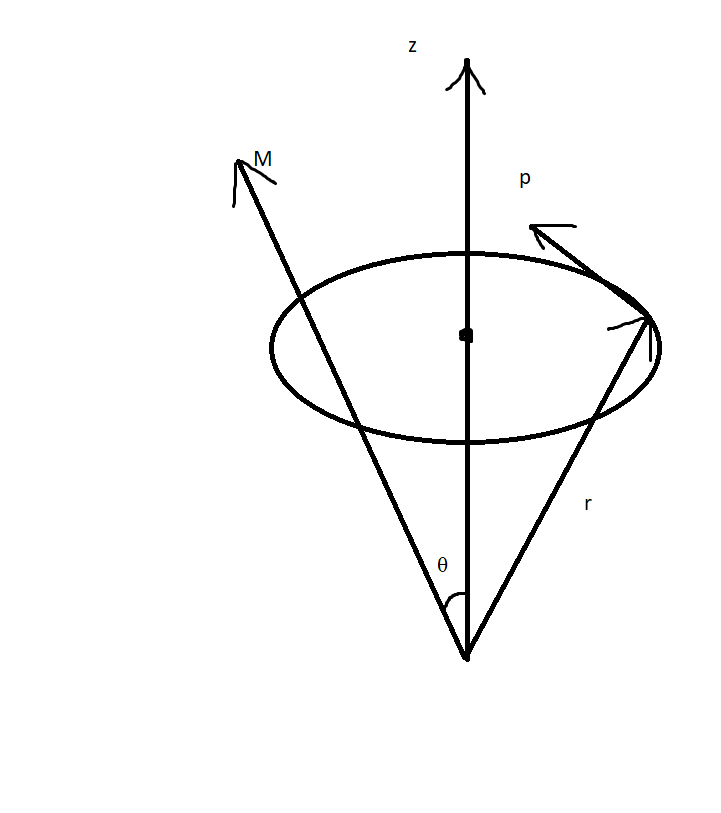
E = T + U

**Закон сохранения механической энергии материальной точки** – если на материальную точку, находящуюся в стационарном потенциальном поле, не действуют сторонние силы или суммарная работа этих сила в течение некоторого времени =0, то E = const в течение данного времени.

**Механическая энергия системы частиц** – сумма кинетических и потенциальных энергий всех частиц системы.

**Закон сохранения механической энергии системы** – полная механическая энергия замкнутой системы тел, между которыми действуют только консервативные силы, остается постоянной.

**Момент импульса частицы -**



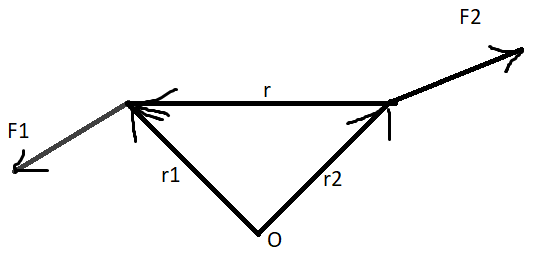
**Момент силы частицы** -

**Уравнение моментов** –

*=*

**Момент импульса системы** –

Рассмотрим систему из 2 частиц.



Момент пары сил относительно произвольной точки O зависит не от выбора начала координат, а от расстояния между точками.

**Закон сохранения момента импульса системы частиц** – если суммарный момент всех действующих на систему частиц внешних сил относительно некоторой неподвижной точки =0, то момент импульса данной системы относительно той же точки со временем сохраняется.

Если система замкнута, то ее момент импульса относительно любой точки в произвольной инерциальной системе отсчета со временем не изменяется.

**Динамика твердого тела**

**Число степеней свободы твердого тела** – наименьшее количество независимых координат, однозначно задающих положение данной механической системы в пространстве в любой момент времени.

Для полного описания механической системы число независимых уравнений движения должно быть равно числу степеней свободы тела (i).

Для материальной точки i = 3, для 2 точек – i = 6, для n точек i = 3n, для 2 точек, связанных между собой – i = 5, для твердого тела i = 6 (3 – поступательное движение, 3 вращательное).

**Уравнения движения твердого тела**:

**Момент импульса тела относительно неподвижной оси** –

**Момент инерции I твердого тела относительно некоторой неподвижной оси z** – скалярная физическая величина, являющаяся наряду с малой количественной мерой инертности этого тела при его вращательном движении вокруг данной оси.

*Расчет момента инерции:*

*Тонкий стержень:*

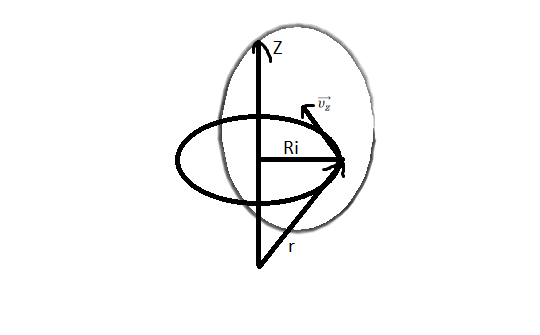
*– линейная плотность*

*Тонкий диск:*

*– поверхностная плотность*

**Теорема Штейнера –** момент инерции IC относительно произвольной неподвижной оси равен сумме I этого тела относительно оси || параллельной данной и проходящей через центр масс тела, и произведению массы данного тела на расстояние между ними в квадрате.

**Уравнение динамики твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси** –

**Кинетическая энергия вращающегося тела –**

**Работа по вращению твердого тела** –

**Кинетическая энергия твердого тела при плоском движении –**

Плоское движение – движение твердого тела, при котором все его точки движутся в параллельных плоскостях, перпендикулярны оси вращения этого тела.

Плоское тело можно представить в виде вращения тела вокруг оси, проходящей через любую точку тела и в качестве поступательного движения оси.

Зачастую в качестве фиксированной точки выбирают центр масс тела – C.