Поступательное движение твёрдого тела. Описание движения тела считается полным лишь тогда, когда известно, как движется каждая его точка.

Мы много внимания уделили описанию движения точки. Именно для точки вводятся понятия координат, скорости, ускорения, траектории. В общем случае задача описания движения тел является сложной. Особенно она сложна, если тела заметно деформируются в процессе движения. Проще описать движение тела, взаимное расположение частей которого не изменяется.

Тело, расстояние между любыми двумя точками которого остаётся постоянным при его движении, называется абсолютно твёрдым.

Абсолютно твёрдое тело - это одна из механических моделей, используемых при описании движения и взаимодействия тел.

На самом деле абсолютно твёрдых тел нет. Но в тех случаях, когда реальные тела при движении мало деформируются, их можно рассматривать как абсолютно твёрдые. Однако и движение абсолютно твёрдого тела в общем случае оказывается весьма сложным. Самое простое движение абсолютно твёрдых тел - поступательное.

Поступательным называется такое движение абсолютно твёрдого тела, при котором любой отрезок, соединяющий любые две точки тела, остаётся параллельным самому себе.

При поступательном движении все точки тела совершают одинаковые перемещения, описывают одинаковые траектории, проходят одинаковые пути, имеют в каждый момент времени равные скорости и ускорения. Покажем это.

Пусть тело движется поступательно (рис. 1.58). Соединим две его произвольные точки и отрезком. Расстояние не изменяется, так как тело абсолютно твёрдое. При поступательном движении остаются постоянными модуль и направление вектора. Вследствие этого траектории точек и одинаковы, так как они могут быть полностью совмещены параллельным переносом на вектор.

Согласно рисунку перемещения точек и одинаковы и совершаются за одно и то же время. Очевидно, что любая точка твёрдого тела, например, движется так же, как точки и.

Следовательно, точки и имеют одинаковые скорости и ускорения.

Совершенно очевидно, что для описания поступательного движения абсолютно твёрдого тела достаточно описать движение какой-либо одной его точки.

Лишь при поступательном движении можно говорить о скорости и ускорении тела.

Примерно поступательно движутся ящик письменного стола, поршни двигателя автомобиля относительно цилиндров, вагоны на прямолинейном участке железной дороги, резец токарного ставка относительно станины. Движение педали велосипеда или кабины колеса обозрения в парках (рис. 1.59, 1.60) - также примеры поступательного движения.

Для описания поступательного движения абсолютно твёрдого тела достаточно написать уравнение движения одной из его точек.

Вращательное движение абсолютно твёрдого тела. Вращательное движение вокруг неподвижной оси - ещё один частный случай движения твёрдого тела.

В технике такой вид движения встречается очень часто: например, вращение валов двигателей и генераторов, турбин и пропеллеров самолётов.

Вращательным движением абсолютно твёрдого тела вокруг неподвижной оси называется такое его движение, при котором все точки тела описывают окружности, центры которых находятся на одной прямой, называемой осью вращения, при этом плоскости, которым принадлежат эти окружности, перпендикулярны оси вращения.

Угловая скорость. Каждая точка тела, вращающегося вокруг неподвижной оси, проходящей через точку, движется по окружности, и различные точки проходят за время разные пути. Так, (рис. 1.62), поэтому модуль скорости точки больше, чем модуль скорости точки. Но радиус-векторы, определяющие положение точек и, поворачиваются за время на один и тот же угол.

Угол - угол между осью и радиус-вектором, определяющим положение точки (см. рис. 1.62). Пусть тело вращается равномерно, т.е. за любые равные промежутки времени радиус-векторы поворачиваются на одинаковые углы.

Чем больше угол поворота радиус-вектора, определяющего положение какой-то точки твёрдого тела, за определённый промежуток времени, тем быстрее вращается тело и тем больше его угловая скорость.

Угловой скоростью тела при равномерном вращении называется величина, равная отношению угла поворота тела к промежутку времени, за который этот поворот произошёл.

Будем обозначать угловую скорость греческой буквой (омега). Тогда по определению.

Угловая скорость в СИ выражается в радианах в секунду (рад/с). Например, угловая скорость вращения Земли вокруг оси равна, а точильного диска – около.

Угловую скорость можно связать с частотой вращения.

Частота вращения - число полных оборотов за единицу времени.

Если тело совершает (греческая буква «ню») оборотов за, то время одного оборота равно секунд.

Время, за которое тело совершает один полный оборот, называют периодом вращения и обозначают буквой.

Таким образом, связь между частотой и периодом вращения можно представить в виде.

Полному обороту тела соответствует угол. Поэтому согласно формуле.

Радиан равен центральному углу, опирающемуся на дугу, длина которой равна радиусу окруж­ности. В радианной мере угол равен отношению длины дуги окружности к её радиусу.

Если при равномерном вращении угловая скорость известна и в начальный момент времени угол, то угол поворота радиус-вектора за время согласно уравнению.

Угловая скорость принимает положительные значения, если угол между радиус-вектором, определяющим положение одной из точек твёрдого тела, и осью увеличивается (рис. 1.63, а), и отрицательные, когда он уменьшается.

Тем самым мы можем найти положение точек вращающегося тела в любой момент времени.

Связь между линейной и угловой скоростями. Скорость точки, движущейся по окружности, часто называют линейной скоростью, чтобы подчеркнуть её отличие от угловой скорости.

Мы уже отмечали, что при вращении абсолютно твёрдого тела разные его точки имеют неодинаковые линейные скорости, но угловая скорость для всех точек одинакова.

Установим связь между линейной скоростью любой точки вращающегося тела и его угловой скоростью. Точка, лежащая на окружности радиусом, за один оборот пройдёт путь. Поскольку время одного оборота тела есть период, то модуль линейной скорости точки можно найти так.

Из этой формулы видно, что, чем дальше расположена точка тела от оси вращения, тем больше её линейная скорость. Для точек земного экватора, а для точек на широте Санкт-Петербурга. На полюсах Земли.

Модуль центростремительного ускорения точки тела, движущейся равномерно по окружности, можно выразить через угловую скорость тела и радиус окружности.

Запишем все возможные расчётные формулы для центростремительного ускорения.

Мы рассмотрели два простейших движения абсолютно твёрдого тела - поступательное и вращательное. Однако любое сложное движение абсолютно твёрдого тела можно представить как сумму двух независимых движений: поступательного и вращательного.

На основании закона независимости движений можно описать сложное движение абсолютно твёрдого тела.