

Динамика материальной точки. Законы Ньютона

- Динамика – раздел механики, в котором рассматриваются основные законы, определяющие движение тел. Классическая динамика базируется на трех законах Ньютона, которые следует рассматривать не как изолированные утверждения, а как систему взаимосвязанных постулатов. Эти законы, хотя они и не являются логическим следствием опытных фактов, тем не менее можно рассматривать как *обобщение* данных многочисленных наблюдений за движением макроскопических тел.

- Движение свободных тел определяет **первый закон Ньютона**: *Существуют системы отсчета, относительно которых движение всех свободных тел является равномерным и прямолинейным.* Такие системы отсчета называются инерциальными. Подчеркнем, что речь идет о системах отсчета, относительно которых все свободные тела движутся равномерно и прямолинейно. Для одного данного тела независимо от того, является оно свободным или нет, всегда можно указать систему отсчета, относительно которой оно движется равномерно и прямолинейно, например систему, связанную с самим этим телом. Но существование системы отсчета, относительно которой прямолинейно и равномерно движение нескольких различных тел отнюдь не является в общем случае обязательным.

- Если тело не является свободным, его движение определяется воздействием на тело других тел и создаваемых ими полей. В ньютоновской механике принимается, что количественно такое воздействие может быть описано с помощью векторной величины, которая называется *силой*. Природа и происхождение сил в механике не изучается, это задача физики в целом.

- В настоящее время известны четыре основных вида сил – *гравитационные, электромагнитные, сильные и слабые*. Два последних вида сил (сильные и слабые) действуют между атомными ядрами и элементарными частицами и проявляются только на очень коротких расстояниях. Гравитационные силы описываются в рамках классической механики законом всемирного притяжения: *два любых тела (материальные точки) притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними:*

$$(1.16)$$

- (Сила гравитационного притяжения направлена по прямой, соединяющей материальные точки.)

- Движение тела под действием силы определяется **вторым законом Ньютона**: *в инерциальной системе отсчета ускорение тела прямо пропорционально приложенной силе*:

- $$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad (1.17)$$

- Так как сила и ускорение векторные величины, из второго закона Ньютона в частности следует, что направление ускорения совпадает с направлением силы. Коэффициент пропорциональности в (1.17) (он ставится в этой формуле перед ускорением) есть характеристика тела, которая называется *инертной массой* или просто *массой* тела, т.е.:

- $$m = \frac{F}{a}$$

- В системе СИ масса измеряется в *килограммах* (кг), а сила в *ньютонах* (Н) ($1 \text{ Н} = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}/\text{с}^2$). Поскольку ускорение тела есть производная по времени от его скорости, а массу как постоянный коэффициент можно внести под знак производной, можно записать второй закон Ньютона в виде

- $$m \frac{dv}{dt} = F$$
 (1.19)

- Или, вводя векторную величину

- $$m \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \mathbf{F}$$
 (1.20)

- называемую *импульсом* тела, в виде

- При расчете силы действующей на тело часто используется принцип **независимости действия сил**. Суть его в следующем. Предположим, есть n источников силы (тел или силовых полей), каждый из которых действует на рассматриваемую материальную точку с силой F_i , $i = 1, 2, \dots, n$, когда все остальные источники удалены. Тогда, как показывает опыт, в большинстве случаев сила, действующая на тело, когда все n источников действуют одновременно, равна геометрической (векторной) сумме сил :

- .

- Пусть F_{12} - сила, действующая на одну материальную точку со стороны второй материальной точки, а F_{21} - сила, действующая на вторую точку со стороны первой. Тогда
- $$F_{12} = -F_{21} \quad (1.23)$$

- Это утверждение является **третьим законом Ньютона**: *тела действуют друг на друга с силами, направленными вдоль одной и той же прямой, равными по абсолютному значению и противоположными по направлению.*

- Используя законы Ньютона можно по заданному движению тела найти действующую на него силу. Для этого нужно записать закон движения тела в инерциальной системе отсчета, вычислить ускорение и из второго закона Ньютона (1.18) определить действующую силу. Более сложной является задача другого типа – по заданной силе определить движение тела.

- Если тело находится в равновесии (неподвижно) относительно некоторой инерциальной системы отсчета, то его скорость, а значит и ускорение равны нулю. Согласно второму закону Ньютона это может быть только тогда, когда равнодействующая всех приложенных к телу сил равна нулю. Таким образом, мы получаем **необходимое условие равновесия**: *если тело находится в равновесии, то геометрическая сумма всех приложенных к телу сил равна нулю*. Это условие позволяет решать некоторые задачи статики.