

Обобщённый закон механики

Менде Ф. Ф.

В статье рассмотрен обобщённый закон механики, который обобщает три закона Ньютона. Показано, что в каком бы состоянии не находилась материальная точка: покоя, равномерного или ускоренного движения, векторная сумма сил, действующих на точку и сил, противодействующих таким силам, равна нулю.

Известны три закона Ньютона, которые формулируются следующим образом:

1. Существуют такие системы отсчёта, называемые инерциальными, относительно которых материальные точки, когда на них не действуют никакие силы (или действуют силы взаимно уравновешенные), находятся в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения.
2. В инерциальной системе отсчёта ускорение, которое получает материальная точка с постоянной массой, прямо пропорционально равнодействующей всех приложенных к ней сил и обратно пропорционально её массе.
3. Материальные точки взаимодействуют друг с другом силами, имеющими одинаковую природу, направленными вдоль прямой, соединяющей эти точки, равными по модулю и противоположными по направлению:

Силы по своей природе могут быть потенциальными и кинетическими. Потенциальные силы определяются градиентом скалярного потенциала, в поле которого находится тело. Примером таких сил являются гравитационные силы, которые следуют из закона всемирного тяготения

$$F_g = G \frac{mM}{r^2}.$$

На материальную точку m со стороны материальной точки M действует потенциальная сила

$$\vec{F}_g = mG \operatorname{grad} \frac{M}{r}.$$

Эта сила направлена в сторону материальной точки M .

Кроме потенциальных сил существуют инерциальные силы, которые связаны с тем, что тела имеют массу и для того, чтобы ускорить такие тела к ним нужно приложить силу.

$$\vec{F}_a = m\vec{a}$$

Сила инерции $\vec{F}_m$ противоположна силе $\vec{F}_a$, поэтому

$$\vec{F}_m = -\vec{F}_a$$

Сила, действующая на материальную точку, может быть контактной, когда на неё действует другая материальная точка.

Рассмотрим возможные варианты взаимодействия и движения материальных точек.

1. Если на свободную материальную точку не действуют никакие силы, то оно покоится или движется в заданной инерциальной системе с постоянной скоростью и суммарный вектор сил, действующих на такую точку, равен нулю.

2. Если на материальную точку действуют потенциальные силы, и оно покоится в заданной инерциальной системе, то у такой точки имеются механические связи с инерциальной системой, и в соответствии с третьим законом Ньютона суммарный вектор сил, действующих на неё, равен нулю.

3. Если на материальную точку действует контактная сила, и у материальной точки нет механических или других связей с инерциальной системой отсчёта, то материальная точка совершает ускоренное движение. В этом случае контактная сила уравнивается силой инерции и суммарный вектор сил равен нулю.

4. Примером потенциальных сил, действующих на материальную точку, являются силы тяготения. Для таких сил выполняется условие

$$\vec{F}_g = F_m,$$

поэтому

$$-m\vec{a} + mG \operatorname{grad} \frac{M}{r} = 0$$

и векторная сумма указанных сил равна нулю. И этот случай сводится к третьему закону Ньютона.

5. Если тело движется по криволинейной траектории, то выполняется третий закон Ньютона, поскольку центробежные и центростремительные силы равны, но противоположны по направлению.

Таким образом, все три закона Ньютона можно сформулировать в виде одного обобщённого закона со следующей формулировкой:

В каком бы состоянии не находилась материальная точка: покоя, равномерного или ускоренного движения, векторная сумма сил, действующих на точку и сил, противодействующих таким силам, равна нулю.