**№4**

**Понятие силы и массы. Инерциальные системы отсчета. Законы Ньютона в механике**  
 **Понятие силы и массы**

**Масса тела** - есть мера инертности объекта, она характеризует способность тела к изменению состояния движения под действием внешних сил **…**

**Сила** — векторная величина, выражающая внешнее воздействие на материальное тело. F=m\*a;

**Сила** – это векторная величина, являющаяся мерой действия на данное тело других тел или полей, в результате которого происходит изменение состояния данного тела. Под изменением состояния в данном случае понимают изменение [скорости](http://ru.solverbook.com/spravochnik/mexanika/kinematika/skorost/) или деформацию.

**Масса** тела — физическая величина, являющаяся одной из основных характеристик материи, определяющая ее инерционные и гравитационные свойства.

**Инерциальные системы отсчета**

**Инерциальная система** отсчета – только в этой системе отсчета выполняется Первый Закон Ньютона. Инерциальной системой отсчета является такая система отсчета, относительно которой материальная точка, *свободная от внешних воздействий,* либо покоится, либо движется равномерно и прямолинейно. *Первый закон Ньютона утверждает существование инерциальных систем отсчета.* Пример: Гелиоцентрическая (звездную) система.

**Законы Ньютона в механике**

## 

**1) Первый закон Ньютона**: *Существуют такие системы отсчета, называемые инерциальными, относительно которых свободные тела движется равномерно и прямолинейно.*

Первый закон механики, или закон инерции, как его часто называют, бал, по существу, установлен еще Галилеем, но общую формулировку ему дал Ньютон.

*Свободным телом –* называют тело, на которое не действуют какие – либо другие тела или поля. При решении некоторых задач тело можно считать свободным, если внешние воздействия уравновешены.

Системы отсчета, в которых свободная материальная точка покоится или движется прямолинейно и равномерно, называются **инерциальными системами отсчета***.* Прямолинейное и равномерное движение свободной материальной точки в инерциальной системе отсчета называется **движением по инерции***.* При таком движении вектор скорости материальной точки остается постоянным (http://sfiz.ru/images/image001.gif= *const* )*.* Покой точки является частным   случаем движения по  инерции (http://sfiz.ru/images/image001.gif=0).

В инерциальных системах отсчета покой или равномерное движение представляет собой естественное состояние, а динамика должна объяснить изменение этого состояния (т.е. появление уско­рения тела под действием сил). Свободных тел, не подверженных воздействию со стороны других тел не существует. Однако, благо­даря убыванию всех: известных взаимодействий с увеличением рас­стояния, такое тело можно реализовать с любой требуемой, точ­ностью.

Системы отсчета, в которых свободное тело не сохраняет ско­рость движения неизменной, называются **неинерциальными***.* Неинерциальной является система отсчета, движущаяся с ускорением отно­сительно любой инерциальной системы отсчета. В неинерциальной системе отсчета даже свободное тело может двигаться с ускорением.

Равномерное и прямолинейное движение системы отсчета не влияет на ход механических явлений, протекающих в ней. Никакие механические опыты не позволяют отличить покой инерциальной системы отсчета от ее равномерного прямолинейного движения. Для любых механических явлений все инициальные системы отсче­та оказываются равноправными. Эти утверждения выражают **меха­нический принцип относительности (принцип относительности Галилея)***.* Принцип относительности является одним из наиболее об­щих законов природы, в специальной теории относительности он распространяется на электромагнитные и оптические явления.

**2) Масса, плотность, сила.**

Свойство тела сохранять свою скорость при отсутствии взаимодействия с другими телами называется **инертностью.** Физическая величина, являющаяся мерой инертности тела в поступательном движении, называется *инертной массой*. Масса тела измеряется в килограммах: http://sfiz.ru/images/image002.gif. Масса характеризует также  способность тела взаимодействовать с другими телами в соответствии с законом всемирного тяготения. В этих случаях масса выступает как мера гравитации и ее называют *гравитационной массой*.

В современной физике с высокой степенью точности доказана тождественность значений инертной и гравитационной масс данно­го тела. Поэтому говорят просто о *массе тела* (m ).

В механике Ньютона считается, что

а) масса тела равна сумме масс всех частиц (или материальных точек), из которых оно состоит;

б)  для данной совокупности тел выполняется *закон сохранения массы:* при любых процессах, происходящих в системе тел, ее масса остается неизменной.

Плотность однородного тела равна http://sfiz.ru/images/image003.gif. Единица плотности *http://sfiz.ru/images/image004.gif*1 кг/м3.

**Силой** называется векторная физическая величина, являющаяся мерой механического воздействия на тело со стороны других тел или полей. Сила полностью определена, если заданы ее модуль, направление и точка приложения. Прямая,  вдоль которой направ­лена сила, называется **линией действия силы***.*

В результате действия силы тело изменяет скорость движения (приобретает ускорение) или деформируется. На основании этих опытных фактов производится измерение сил.

Сила является причиной возникновения не скорости, а ускорения тела. С направлением силы совпадает во всех случаях направление ускорения, но не скорости.

В задачах механики учитываются *гравитационные силы (силы тяготения)* и две разновидности электромагнитных сил - *силы упру­гости* и *силы трения.*

**3) Второй закон Ньютона**

Второй закон Ньютона описывает движение частицы, вызванное влиянием окружающих тел, и устанавливает связь между ускорением частицы, ее массой и силой, с которой на нее действуют эти тела:

*Если на частицу с массой т окружающие тела действуют с силой http://sfiz.ru/images/image005.gif, то эта частица приобретает такое ускорение* *http://sfiz.ru/images/image006.gif, что произведение ее массы на ускорение будет равно действующей силе.*

Математически второй закон Ньютона записывается в виде:

http://sfiz.ru/images/image007.gif

На основе этого закона устанавливается единица силы — 1 Н (нью­тон). 1 Н — это сила, с которой нужно действовать на тело массой 1 кг, чтобы сообщить ему ускорение 1 м/с2.

Если сила *http://sfiz.ru/images/image005.gif*, с которой тела действуют на данную частицу, из­вестна, то записанное для этой частицы уравнение второго закона Ньютона называют ее **уравнением движения.**

Второй закон Ньютона часто называют основным законом дина­мики, так как именно в нем находит наиболее полное математическое выражение принцип причинности и именно он, наконец, позволяет решить основную задачу механики. Для этого нужно выяснить, какие из окружающих частицу тел оказывают на нее существенное действие, и, выразив каждое из этих действий в виде соответствующей силы, следует составить уравнение движения данной частицы. Из уравнения движения (при известной массе) находится ускорение частицы. Зная

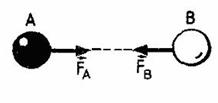
же ускорение можно определить ее скорость, а после скорости — и положение данной частицы в любой момент времени.

Практика показывает, что решение основной задачи механики с помощью второго закона Ньютона всегда приводит к правильным результатам. Это и является экспериментальным подтверждением справедливости вто­рого закона Ньютона.

**4) Третий закон Ньютона.**

*Третий закон Ньютона:* *Силы, с которыми тела действуют друг на друга, равны по модулям и направлены по одной прямой в противоположные стороны.*

Это означает, что если на тело *А* со стороны тела *В* действует сила http://sfiz.ru/images/image008.gif,  то одновременно на тело *В* со стороны тела *А* будет действовать сила http://sfiz.ru/images/image009.gif*,* причем   http://sfiz.ru/images/image008.gif = -http://sfiz.ru/images/image009.gif.



Используя второй закон Ньютона, можно  записать:

http://sfiz.ru/images/image011.gif,

Отсюда следует, что

http://sfiz.ru/images/image012.gif

т. е. отношение модулей ускорений http://sfiz.ru/images/image013.gif и http://sfiz.ru/images/image014.gif взаимодействующих друг с другом тел определяется обратным отношением их масс и совершенно не зависит от характера действующих между ними сил. Более массивное тело получает меньшее ускорение, а легкое - большее.

Важно понимать, что силы, о которых идет речь в третьем законе Ньютона, приложены к разным телам и поэтому они не могут уравновешивать друг друга.

**5) Следствия из законов Ньютона**

Законы Ньютона представляют собой систему взаимосвязанных законов, которые позволяют глубже понять сущность понятий силы и массы.  Следствия из законов:

**1.** Сила является мерой воздействия, оказываемого на данную частицу со стороны других тел, и с увеличением расстояния до них убывает, стремясь к нулю.

То, что сила является мерой воздействия со стороны окружающих частику тел, следует из того, что она зависит от состояния этих тел  и при этом определяет ускорение данной частицы: http://sfiz.ru/images/image015.gif. Убывания действующей силы до нуля при неогра­ниченном удалении от частицы окружающих ее тел  является следствием первого и второго законов Ньютона. Так как, со­гласно первому закону Ньютона, бесконечно удаленная от всех тел

частица имеет нулевое ускорение http://sfiz.ru/images/image016.gif. Согласно второму закону Нью­тона http://sfiz.ru/images/image017.gifПоэтому при http://sfiz.ru/images/image016.gif и сила http://sfiz.ru/images/image018.gif*.*

**2***.* Сила, с которой сразу несколько тел действует на данную частицу, равна сумме сил, с которыми эти тела действуют на нее по отдельности:

# http://sfiz.ru/images/image019.gif

Это утверждение  называется принципом  независимости  взаимодействий. С учетом этого принципа второй закон Ньютона записы­вается в виде:

http://sfiz.ru/images/image020.gif

Сумму сил, стоящую в правой части этого закона, называют **равнодействующей силой***.*

Принцип независимости взаимодействий иначе называют **принципом суперпозиции сил***.*

**3.** Сумма всех внутренних сил, действующих в любой сис­теме, всегда равна нулю.

Под **внутренними** понимают те силы, которые действуют между телами самой рассматриваемой системы.

http://sfiz.ru/images/image021.gif

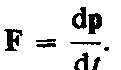
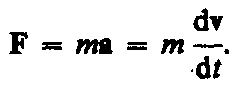
Внутренние силы не способны привести в движение систему тел как целое. Действительно, для этого нужно было бы сообщить ускорение, а ускорение, как это следует из второго закона Ньютона, могут сообщить системе лишь те силы, сумма ко­торых отлична от нуля.

**4.** Отношение модулей ускорений, полученных двумя те­лами в результате взаимодействия друг с другом, равно обратному отношению их масс:

http://sfiz.ru/images/image022.gif

Законы Ньютона.

**Первый закон Ньютона**: *всякая материальная точка (тело) сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока воздействие со стороны других тел не заставит ее изменить это состояние*. Стремление тела сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения называется **инертностью**. Поэтому первый закон Ньютона называют также **законом инерции**.  
**Второй Закон Ньютона:** *в инерциальных системах отсчёта ускорение, приобретаемое материальной точкой, прямо пропорционально вызывающей его силе, совпадает с ней по направлению и обратно пропорционально массе материальной точки. Формула:*

(или уравнение движения материальной точки) 

**Третий Закон Ньютона:** материальные точки взаимодействуют друг с другом силами, имеющими одинаковую природу, направленными вдоль прямой, соединяющей эти точки, равными по модулю и противоположными по направлению. **F12 = – F21**,

F12 — сила, действующая на первую материальную точку со стороны второй;

F21 — сила, действующая на вторую материальную точку со стороны первой.