Установить на опыте связь между ускорением и силой с абсолютной точностью нельзя, так как любое измерение даёт только приблизительное значение измеряемой величины. Но определить характер зависимости ускорения от силы можно с помощью несложных опытов. Уже простые наблюдения показывают, что, чем больше сила, тем быстрее меняется скорость тела, т.е. больше его ускорение. Естественно предположить, что ускорение прямо пропорционально силе. Ускорение, конечно, может зависеть от силы и гораздо более сложным образом, но сначала надо посмотреть, не справедливо ли самое простое предположение.

Проще всего изучить поступательное движение тела, например, металлического бруска, так как только при поступательном движении ускорение всех точек одинаково, и мы можем говорить об определённом ускорении тела в целом. Однако в этом случае сила трения о стол довольно велика и, главное, её трудно точно измерить. Поэтому возьмём установленную на рельсы тележку с лёгкими колёсами. Тогда сила трения будет сравнительно невелика, а массой колёс можно пренебречь по сравнению с массой тележки (рис. 2.9).

Пусть на тележку действует постоянная сила со стороны нити, к концу которой прикреплён груз. Модуль силы измеряется пружинным динамометром. Эта сила постоянна, но не равна при движении силе тяжести, действующей на подвешенный груз. Измерить ускорение тележки можно, определяя время, затрачиваемое тележкой на прохождение пути.

Предположив, что ускорение постоянно и начальная скорость равна нулю, согласно уравнению движения запишем и - начальная и конечная координаты тела. Отсюда.

Тщательные измерения модулей сил и ускорений показывают прямую пропорциональность между ними. Векторы а и направлены по одной прямой в одну и ту же сторону.

На основании экспериментов было выявлено, что отношение модуля силы к модулю ускорения является постоянной величиной, не зависящей от силы.

Величину, равную отношению модуля силы к модулю ускорения, называют массой тела.

Итак, мы выяснили, что ускорение тела прямо пропорционально действующей на него силе и тем меньше, чем больше масса тела. Сформулируем второй. закон Ньютона.

Ускорение тела прямо пропорционально силе, действующей на него, и обратно пропорционально его массе.

Эта формула выражает один из самых фундаментальных законов природы, которому с удивительной точностью подчиняется движение как громадных небесных тел, так и мельчайших песчинок.

С помощью этого закона можно рассчитать движение поршня в цилиндре автомобиля и сложнейшие траектории космических кораблей. Для решения задач мы чаще пользуемся другой формулировкой второго закона Ньютона.

Произведение массы тела на ускорение равно сумме действующих на тело сил.

Ньютон ввёл понятие массы как количества вещества в данном теле.

Заметим, что если на тело не действуют силы или их сумма равна нулю, то относительно инерциальной системы отсчёта, следовательно. Однако это не означает, что первый закон Ньютона есть следствие второго. Ещё раз подчеркнём, что первый закон Ньютона устанавливает существование инерциальных систем отсчёта, а именно таких систем, в которых справедлив второй закон Ньютона.

За единицу силы в Международной системе единиц принимается сила, которая сообщает телу массой 1 кг ускорение. Эта единица называется ньютоном (сокращённое обозначение). Наименование ньютона.

Сформулированные законы Ньютона справедливы для тел, которые можно считать материальными точками. Во многих случаях форма и размеры тела не оказывают существенного влияния на характер механического движения.

Измерение массы. Измерить массу тела можно с помощью рычажных весов. Равновесие рычажных весов с одинаковыми плечами будет в том случае, когда оба тела, положенные на чашки весов, давят на них одинаково. Давление же определяется массой этих тел.

Представим, что у нас есть эталонная масса, тогда, если любое другое тело уравновешивает эталон, то масса его равна 1 кг. Теперь мы можем измерять массу, равную 2 кг, и т.д. Разделив тело массой 1 кг на две равные части, мы получим два тела по 500 г, которые также можно использовать для измерения. Разделив одно из тел также на две равные части, мы получим массы по 250 г и ·т.д. Таким образом, мы можем измерять любые массы, используя наборы тел с разными массами.

Уверенность в справедливости второго закона Ньютона вытекает не столько из отдельных опытов, на основании которых удаётся подойти к формулировке этого закона, сколько из того, что все вытекающие из него следствия, проверяемые как специальными опытами, так и всей человеческой практикой, оказываются правильными.

Если измерить массы нескольких тел, а затем соединить все эти тела вместе и измерить массу одного объединённого тела, то будет выполняться простое соотношение.

Справедливо и обратное: если разделить тело на части, то сумма масс этих частей будет равна массе тела до разделения.

Измерение массы в данном случае основано на том, что на тела действует сила притяжения к Земле. Следовательно, измеряемая таким способом масса является гравитационной массой.

Измерить массу тела также можно на основе явления инерции. Ускорение тела, согласно второму закону Ньютона, прямо пропорционально силе, действующей на тело, и обратно пропорционально его массе. Если на два тела действуют одинаковые силы, то отношение масс равно обратному отношению ускорений.

Если у нас есть тело, массу которого мы знаем, то, измерив ускорения этого тела и тела с неизвестной массой, движущихся под действием одинаковых сил, определим неизвестную массу по формуле. Определяемая таким способом масса является инертной массой.

Можно убедиться, что массы тела, измеренные указанными двумя способами равны, т.е. гравитационная масса тела равна его инертной массе.