

# ЗАКОНЫ НЬЮТОНА

ДИНАМИКА

## ПЕРВЫЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

Знать:

**Определение понятий «инерция», «инерциальная система отсчета», содержание понятия «движение по инерции», формулировка первого закона Ньютона.**

**Формулировка факта инерциальности систем отсчета, движущихся равномерно и прямолинейно относительно некоторой инерциальной системы отсчета.**

Кинематика изучает движение тела, не изучая причин этого движения, т.е. она отвечает на вопрос «как движется тело». На вопрос о том, *почему* тела движутся так, а не иначе, отвечает другой раздел механики – **динамика**.

Экспериментально установлено, что **скорость любого тела изменяется только под действием других тел**. Явление сохранения скорости тела при отсутствии действия на него других тел или компенсации внешних воздействий называют *инерцией* (от латинского слова "inertia" - бездеятельность, косность). А системы отсчета, относительно которых тело движется равномерно и прямолинейно при компенсации внешних воздействий, называются **инерциальными системами отсчета**.

Всякая система отсчета, движущаяся относительно инерциальной равномерно и прямолинейно, будет также инерциальной. Следовательно, теоретически инерциальных систем отсчета может существовать бесконечное множество.

Система отсчета, движущаяся по отношению к инерциальной с ускорением, является неинерциальной системой отсчета, и, следовательно, законы механики в ней не выполняются.

Понятие "инерциальной системы отсчета" является научной абстракцией. Реальных таких систем не существует, поэтому об инерциальности реальных систем можно говорить лишь с некоторой степенью приближения.

С очень высокой степенью точности инерциальной можно считать гелиоцентрическую систему отсчета, связанная с Землей в меньшей степени является инерциальной, чем гелиоцентрическая, однако для неточных расчетов ее можно считать инерциальной.

Из-за вращения Земли вокруг Солнца и вокруг собственной оси система отсчета, связанная с Землей в меньшей степени является инерциальной, чем гелиоцентрическая, однако для неточных расчетов ее можно считать инерциальной.

К выводу о существовании явления инерции впервые пришел Галилей, а затем Ньютон. Этот вывод формулируется в виде **первого закона Ньютона (закона инерции)**:

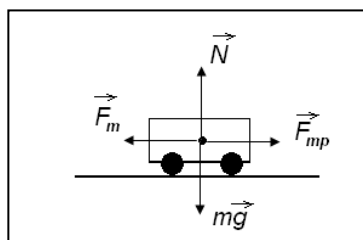
**Существуют такие системы отсчета, относительно которых поступательно движущееся тело сохраняет свою скорость постоянной, если на него не действуют другие тела или действие других тел скомпенсировано.**

Такие системы называются инерциальными..

$$\vec{v} = \text{const}, \text{ при } \vec{F} = 0$$

В ходе наблюдений и опытов установлено, что вагонетка, находящаяся в покое, не придет в движение сама собой, т. к. результирующая всех сил действующих на нее равна нулю. Толкая вагонетку с постоян-

ной скоростью человек затрачивает силу лишь на преодоление сил трения, возникающих при движении вагонетки, а сила тяжести уравновешивается силой реакции грунта.



Чтобы изменить скорость вагонетки к ней нужно приложить силу, которая не уравновешивается другой силой. При этом скорость вагонетки будет непрерывно изменяться.

Тщательные опыты по изучению

движения впервые были проведены Галилеем в начале XVII века. Для инерциальных систем отсчета справедлив **принцип относительности Галилея**, установленный в 1636 году: *все инерциальные системы по своим механическим свойствам эквивалентны друг другу.*

Это значит, что никакими механическими опытами, проводимыми "внутри" данной инерциальной системы отсчета, нельзя установить, покоится эта система или движется.

Во всех инерциальных системах отсчета свойства пространства и времени, а также все законы механики одинаковы.

## ВТОРОЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

Опыт показывает, **причиной изменения скорости движения тела всегда является его взаимодействие с другими телами.**

При взаимодействии двух тел всегда изменяются скорости и первого, и второго тела, т.е. оба тела приобретают ускорения. Направлены эти ускорения противоположно друг другу.

Чем меньше изменяется скорость тела при взаимодействии с другими телами, тем ближе его движение к равномерному прямолинейному движению по инерции. Такое тело называют более инертным. **Инертность** - это свойство, присущее всем телам. Оно состоит в том, что для изменения скорости тела требуется некоторое время.

Количественной мерой инертности тела является *масса* тела. Чем большей массой обладает тело, тем меньшее ускорение оно получает при взаимодействии. Если обозначить массы взаимодействующих тел через  $m_1$  и  $m_2$ , то можно написать:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

*Отношение модулей ускорений двух взаимодействующих тел равно обратному отношению их масс.*

В ньютоновской механике масса обладает двумя важнейшими свойствами:

- 1) *аддитивностью*, т.е. масса составного тела равна сумме масс его частей;
- 2) *постоянством*, т.е. масса тела не изменяется при его движении.

Единицей массы в СИ является **килограмм** (кг). Это масса специального эталона, изготовленного из сплава платины и иридия.

Обычно массу тел определяют с помощью весов - *взвешивание*.

Но в некоторых случаях производят определение массы по ускорениям при взаимодействии тел.

Знать:

Определение понятий «(инертная) масса тела», модели равноускоренного движения под действием равнодействующих сил, второй закон Ньютона (формулировка и уравнение)

$$m_1 = m_2 \cdot \frac{a_2}{a_1}$$

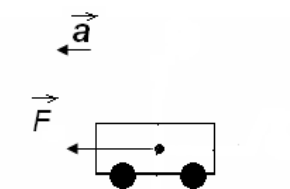
Нельзя, например, взвешиванием определить массу планет, звезд и других небесных тел.

Для количественного выражения действия одного тела на другое вводится понятие "сила".

Сила - величина векторная, ее обо-

значают буквой  $\vec{F}$ .

За направление вектора силы принимается направление вектора ускорения тела, на которое действует сила.



Характеристики силы:

- величина;
- направление;
- точка приложения.

В Международной системе единиц за единицу силы принимается сила, которая телу массой 1 кг сообщает ускорение 1 м/с<sup>2</sup>. Эта единица называется **НЬЮТОНОМ** (Н):

$$1 \text{ Н} = 1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}^2$$

На тело могут действовать не одна, а сразу несколько сил.

В этом случае сила будет равна

геометрической сумме всех приложенных к телу сил и является **равнодействующей** (или **результатирующей**) силой.

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$$

На основании многочисленных опытов установлена связь между величиной

силы  $\vec{F}$ , действующей на данное тело, и величиной ускорения  $\vec{a}$ , которое эта сила сообщает данному телу.

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

Эта формула выражает основной закон движения, известный под названием **второго закона Ньютона**:

Во втором законе Ньютона заключен, как частный случай, первый закон, или

**Ускорение, сообщаемое телу, прямо пропорционально действующей на тело силе и обратно пропорционально массе тела.**

закон инерции. Действительно, если

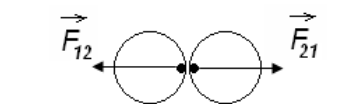
$\vec{F} = 0$ , то и  $\vec{a} = 0$ , т.е. если на тело не действуют силы (или равнодействующая сил равна нулю), то ускорение равно нулю, и значит, тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения.

### ТРЕТИЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

Знать:

Формулировка третьего закона Ньютона и модели ситуации взаимодействия двух тел.

Все силы носят взаимный характер: если одно тело действует с некоторой силой на другое, то и последнее оказывает воздействие на первое.



Третий закон Ньютона количественно характеризует это взаимодействие:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

**Тела действуют друг на друга с силами, направленными вдоль одной и той же прямой, равными по модулю и противоположными по направлению.**

Этот закон справедлив независимо от природы взаимодействия тел. Силы взаимодействия всегда появляются парами. Обе силы приложены к разным телам и имеют одну природу.

Третий закон Ньютона (и второй) имеет определенные пределы применимости. Однако при скоростях тел, значительно меньших скорости света, с которыми имеет дело ньютоновская механика, оба закона выполняются с большой точностью.

Законы Ньютона являются основными законами механики. Из них могут быть выведены все остальные законы механики.

В соответствии с принципом относительности Галилея законы механики одинаковы во всех инерциальных системах отсчета. Все три величины  $m$ ,  $a$ ,  $F$  не меняются при переходе от одной инерциальной системы к другой.