

Законы механики И. Ньютона. Силы в природе

Законы Ньютона



Законам механики
подчиняются движения
всех окружающих нас тел.
Чтобы открыть эти законы

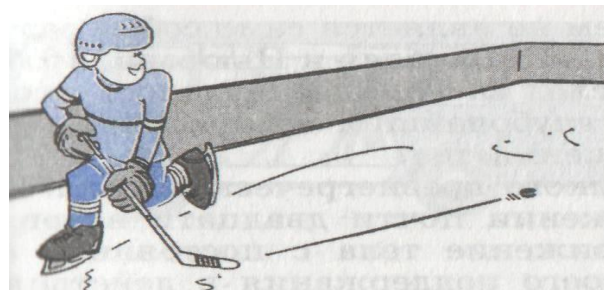
Ньютону не
потребовались сложные
приборы. Главное
состояло в том, чтобы в
огромном разнообразии
движений тел увидеть то,
что определяет движение
каждого тела.

Главное утверждение механики Ньютона.

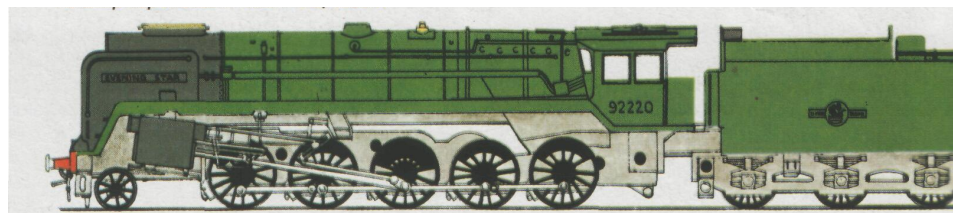
Изменение скорости тела в инерциальной СО всегда вызывается воздействием на данное тело каких-либо других тел.

Если тело начинает двигаться, то всегда по соседству можно обнаружить другое тело, которое толкает его, тянет или действует на расстоянии.

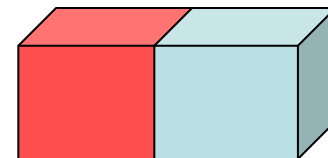
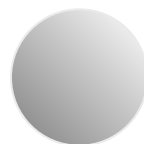
клюшка хоккеиста и шайба



паровоз и вагон



магнит и железный шар



Движение тел сильно зависит от их размеров и форм(сравните падение листа бумаги и теннисного мячика).Поэтому трудно найти законы, которые были бы справедливы для тел произвольной формы.

Основные законы механики Ньютона относятся к точке, обладающей массой, - материальной точке, т.е. к телу, размерами которого можно пренебречь в определённых условиях .

Однако, одно и то же тело в одном случае может быть материальной точкой, а в другом - нет. Например, если рассматривать орбитальное движение Земли вокруг Солнца, их можно считать материальными точками, т.к. расстояние между ними много больше их размеров, а при таких условиях взаимодействие между телами не зависит от их формы.

А вот на движение искусственных спутников Земли её форма оказывает заметное влияние.



- Движение любого тела есть движение относительное, поэтому его следует рассматривать по отношению к определённой системе отсчета.

Система отсчета



инерциальная

СО, относительно которой тела движутся с постоянной скоростью при компенсации внешних воздействий.
(т.е. выполняются законы Ньютона)

неинерциальная

СО, в которой не выполняется принцип инерции .

Принцип инерции, сформулированный Г.Галилеем:

Если на тело не действуют внешние силы, то оно сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения.

В 1687г принцип(закон) инерции Галилея был сформулирован И.Ньютоном в виде *первого закона динамики*.

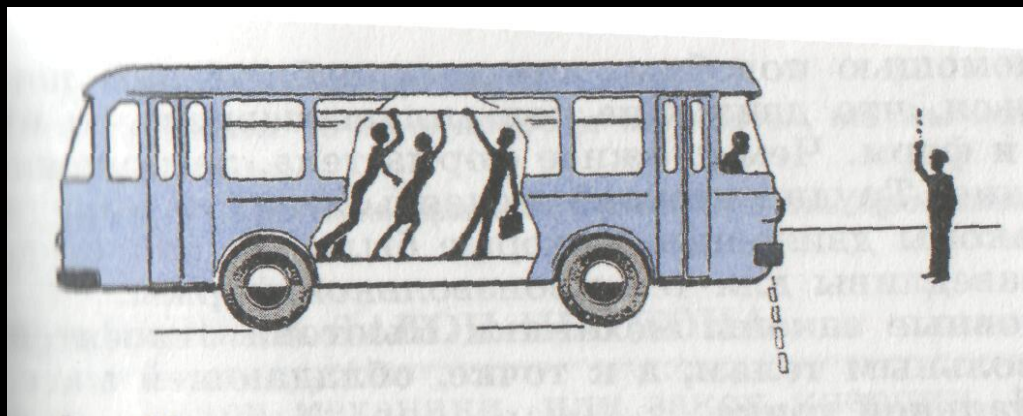
Первый закон динамики



Существуют системы отсчета, называемые инерциальными, относительно которых свободные тела движутся равномерно и прямолинейно

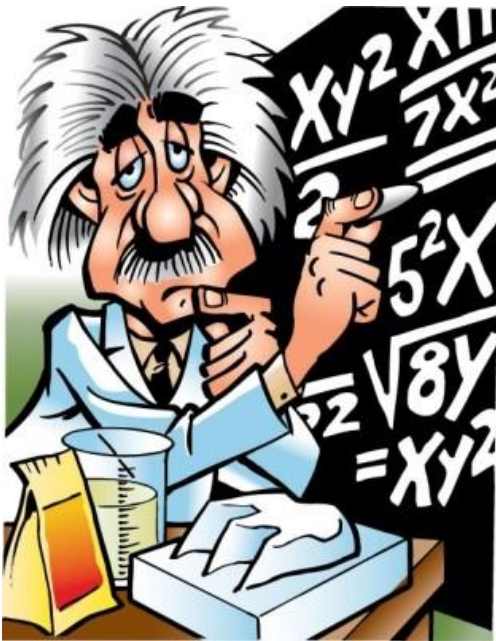
- Во Вселенной практически невозможно найти тело, не испытывающее внешние воздействия, и экспериментально подтвердить этот закон. Однако с его помощью можно объяснить ряд опытов, что является косвенным подтверждением справедливости первого закона:

При резком торможении автобуса пассажиры продолжают движение вперёд по инерции



Межпланетная космическая станция, запускаемая с Земли, на большом расстоянии от планеты движется практически прямолинейно и равномерно, вообще не расходуя топливо





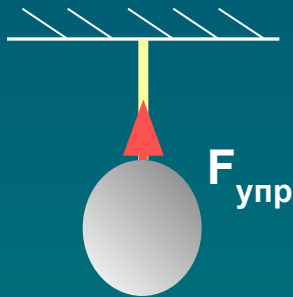
- 1. Действия каких тел компенсируются в следующих случаях: а) подводная лодка покоится в толще воды; б) парашютист спускается, двигаясь равномерно и прямолинейно?

- 2. Система отсчета связана с автомобилем. Будет ли она инерциальной, если автомобиль движется: а) равномерно в гору; б) ускоренно по горизонтальному шоссе?



Количественную меру действия тел друг на друга, в результате которого тела получают ускорение, называют в механике **силой**

Понятие силы относится к двум телам. Всегда можно указать тело, на которое действует сила, и тело, со стороны которого она действует:



На шарик, подвешенный к пружине действует сила упругости со стороны пружины.

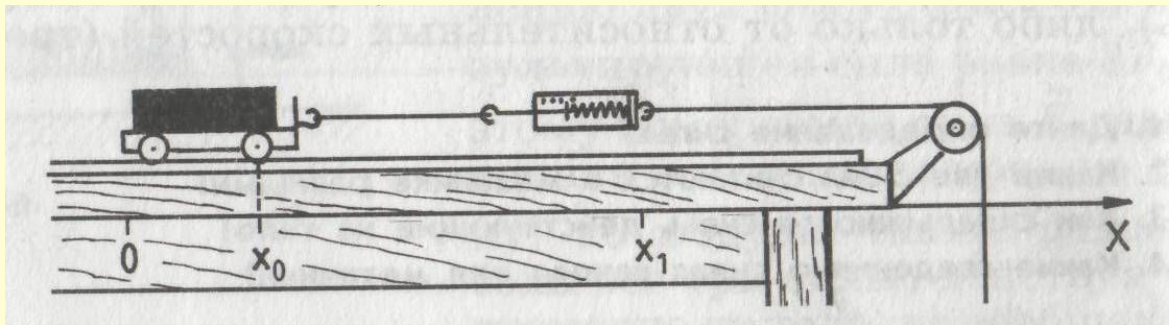
Сила - векторная величина

Определение равенства сил в механике:

Две силы независимо от их природы считаются равными и противоположно направленными, если их одновременное действие на тело не меняет его скорости. (т.е. не сообщает телу ускорение)

Связь между ускорением и силой.

- Это утверждение наглядно демонстрирует опыт с установленной на рельсы тележкой, на которую действует постоянная сила со стороны нити, к концу которой прикреплен груз. На глаз видно, что тележка тем быстрее набирает скорость, чем больше действующая на неё сила. Измерения модулей сил и ускорений показывают прямую пропорциональность между ними.



- Если на тело действует одновременно несколько сил, то модуль ускорения тела прямо пропорционален модулю геометрической суммы сил:

$$\vec{a} \sim \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \dots$$



Зависит ли ускорение тел от их свойств?

- Модуль ускорения тела зависит не только от оказываемого на него воздействия, но и от свойств самого тела. Величина, характеризующая способность тела менять свою скорость под влиянием определённой силы – **инертная масса тела**.
 - Чем больше масса тела, тем меньшее ускорение оно приобретет под действием силы. Сравните, какой предмет будет двигаться с большим ускорением под действием одной и той же силы: теннисный мяч или гантель?
- 

Второй закон динамики

**В инерциальной СО
произведение массы на
ускорение равно сумме
действующих на тело
сил.**

$$m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \dots$$



- 1. Как будет двигаться тело массой 5 кг под действием силы 5 Н?
а) равноускоренно
б) равномерно
в) тело покоится

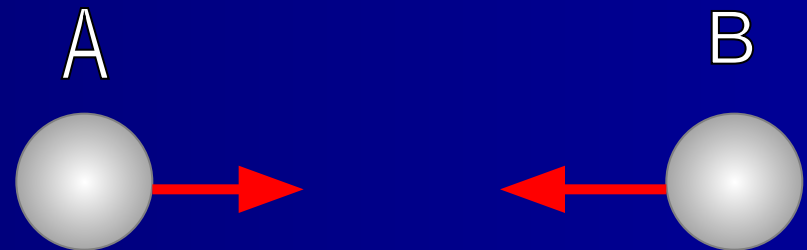


2. Под действием какой силы тело массой 10 кг движется равноускоренно с ускорением 2 м/с^2 ?



Любое действие тел друг на друга носит характер взаимодействия. Это общее свойство всех сил, рассматриваемых в механике.

Если на тело А действует тело В, сообщая ему ускорение, то и тело А действует на тело В, также сообщая ему ускорение.



Представим, например, два сильных магнита, расположенных разноименными полюсами навстречу друг другу.



Третий закон динамики

**Силы, с которыми
тела действуют
друг на друга,
равны по модулю
и направлены по
одной прямой в
противоположные
стороны.**

$$\mathbf{F}_{1,2} = -\mathbf{F}_{2,1}$$



Важно знать, что силы, о которых идет речь в третьем законе:

- Возникают парами;
- Силы одной природы;
- Приложены к двум разным телам и поэтому не могут уравнивать друг друга.



• В безграничных
просторах Вселенной,
на нашей планете, в
малейших элементарных
частях мы встречаемся
с проявлением только
четырех видов сил:
гравитационных,
электромагнитных,
ядерных(сильных) и
слабых

Силы в природе

- Гравитационные силы действуют между всеми телами – все тела притягиваются друг к другу. Но это притяжение существенно лишь тогда, когда хотя бы одно из взаимодействующих сил так же велико, как Земля или луна.
- Электромагнитные силы действуют между заряженными частицами. В атомах, молекулах, живых организмах именно они являются главными.
- Область ядерных сил очень ограничена. Они заметны только внутри атомных ядер(т. е. на расстоянии 10^{-12} см.)
- Слабые взаимодействия проявляются на ещё меньших расстояниях. Они вызывают превращение элементарных частиц друг в друга

Сила всемирного тяготения

- Ньютон первым доказал, что причина падения камня на землю, вращения Луны вокруг Земли одна и та же. Это сила тяготения, действующая между любыми телами Вселенной.
- Если бы не сопротивление воздуха, то траектория камня, брошенного с высокой горы с необходимой скоростью, могла бы стать такой, что он никогда не достиг бы поверхности Земли, а двигался бы вокруг неё.

Гравитационные силы.

Гравитация — это сила, которая вызывает движение Луны вокруг Земли или планет вокруг Солнца — это тоже свободное падение, которое длится, не прекращаясь, миллиарды лет. Причиной такого падения служит сила тяготения.



Закон всемирного тяготения

- Сила взаимного притяжения двух тел прямо пропорциональна произведению масс этих тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.



$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$$

$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$ - гравитационная постоянная

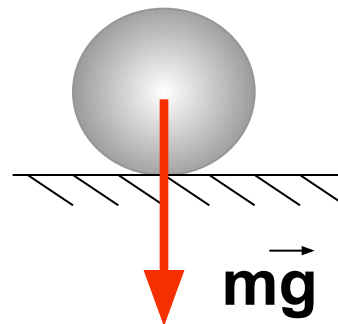
Сила тяжести

Если земной шар сообщает телу ускорение, то согласно второму закону Ньютона он действует на тело с некоторой силой. Эту силу называют силой тяжести, и направлена она из центра тела к центру Земли.

Сила тяжести - сила, с которой Земля притягивает тело, находящееся на её поверхности или вблизи этой поверхности.

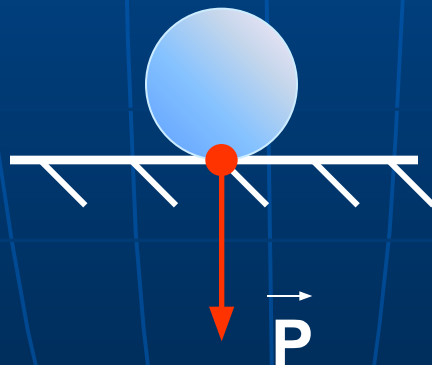


$$\vec{F}_T = m\vec{g}$$



Вес тела

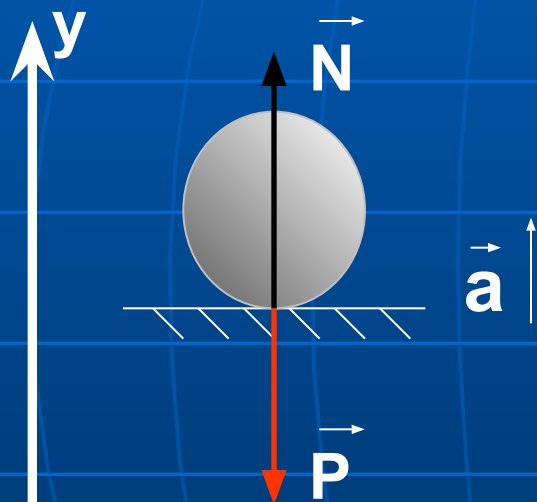
- **Вес тела – сила, с которой это тело действует на горизонтальную поверхность или растягивает подвес.**
- Вес тела не является силой какой-то специфической природы. Это название присвоено частному случаю силы упругости.



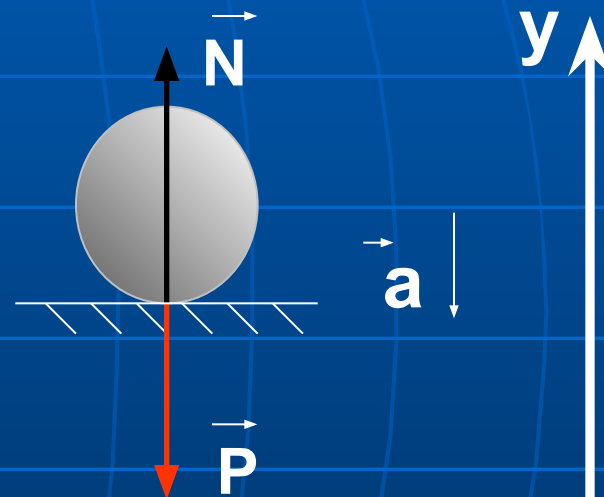
$$\vec{P} = m\vec{g} ; V = \text{const}$$

Особенности веса тела:

- *направлен из точки соприкосновения перпендикулярно опоре;*
- значение зависит от ускорения, с которым движется опора.



$P=m(a+g)$ - при ускоренном движении вверх значение веса увеличивается



$P=m(g-a)$ - при ускоренном движении вниз значение веса уменьшается

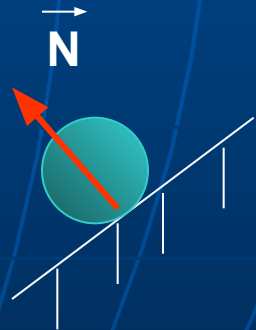
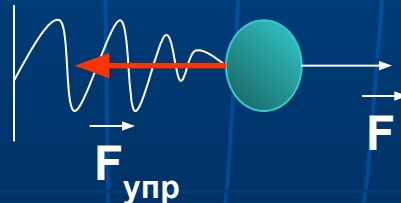
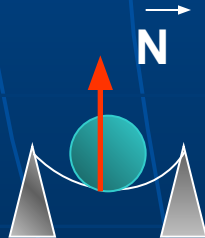
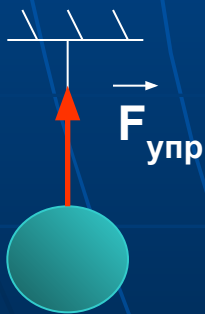
Если ускорение тела при движении вниз равно ускорению свободного падения, то наступает состояние невесомости, т.е.

$$P=0$$

Сила упругости



- В отличие от сил тяготения, действующих между телами всегда, для возникновения сил упругости необходимо условие: тела должны быть деформированы. При исчезновении деформации исчезают и силы упругости.
- Под деформацией понимают изменение объёма или формы тела.
- Сила упругости – сила, возникающая при деформации и препятствующая смещению частиц в теле.



- Связь силы упругости с величиной деформации проста. Она была открыта экспериментально английским физиком Робертом Гуком.

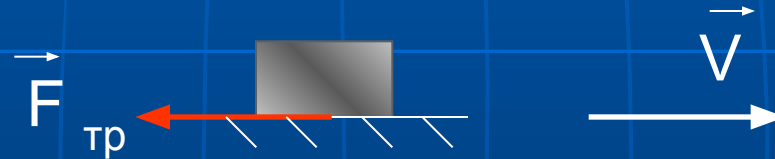
Закон Гука

- При упругой деформации растяжения(или сжатия) модуль силы упругости прямо пропорционален абсолютному значению изменения длины.
- $F = k|\Delta x|$ или $F = -k\Delta x$



Сила трения

- Силы трения действуют вдоль поверхности тел при их непосредственном соприкосновении.
- Главная особенность сил трения – они зависят от скорости движения тел относительно друг друга и во всех случаях препятствуют этому движению.



$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

Сила трения покоя – сила трения, действующая между двумя телами, неподвижными относительно друг друга.

Сила трения скольжения – сила трения, действующая между двумя движущимися телами. $F_{\text{тр}}$ тем больше, чем больше скорость движения.