

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. ЛЕКЦИИ.

ВВЕДЕНИЕ

Современная техника ставит перед инженерами множество задач, решение которых связано с исследованием механического движения и механического взаимодействия материальных тел.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. ЛЕКЦИИ.

ВВЕДЕНИЕ

Современная техника ставит перед инженерами множество задач, решение которых связано с исследованием механического движения и механического взаимодействия материальных тел.

Существуют различные виды движения (механическое, химическое, биологическое и др.). Наука о механическом движении и взаимодействии материальных тел и называется механикой.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. ЛЕКЦИИ.

ВВЕДЕНИЕ

Современная техника ставит перед инженерами множество задач, решение которых связано с исследованием механического движения и механического взаимодействия материальных тел.

Существуют различные виды движения (механическое, химическое, биологическое и др.). Наука о механическом движении и взаимодействии материальных тел и называется механикой.

Механическим движением называют происходящее с течением времени изменение взаимного расположения материальных тел в пространстве.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. ЛЕКЦИИ.

ВВЕДЕНИЕ

Современная техника ставит перед инженерами множество задач, решение которых связано с исследованием механического движения и механического взаимодействия материальных тел.

Существуют различные виды движения (механическое, химическое, биологическое и др.). Наука о механическом движении и взаимодействии материальных тел и называется механикой.

Механическим движением называют происходящее с течением времени изменение взаимного расположения материальных тел в пространстве.

Под механическим взаимодействием понимают те действия материальных тел друг на друга, в результате которых происходит изменение движения этих тел или изменение их формы (деформация).

За основную меру механического взаимодействия в механике принимают величину, называемую силой.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. ЛЕКЦИИ. ВВЕДЕНИЕ

Общим названием «механика» объединен целый комплекс дисциплин, занимающих различными вопросами механических взаимодействий твердых, жидких и газообразных объектов.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. ЛЕКЦИИ. ВВЕДЕНИЕ

Общим названием «механика» объединен целый комплекс дисциплин, занимающих различными вопросами механических взаимодействий твердых, жидких и газообразных объектов.



ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. ЛЕКЦИИ. ВВЕДЕНИЕ

Общим названием «механика» объединен целый комплекс дисциплин, занимающих различными вопросами механических взаимодействий твердых, жидких и газообразных объектов.



Во всех этих областях наряду со специфическими закономерностями и методами исследования используются общие понятия и методы, которые и составляют предмет **теоретической механики**.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. ЛЕКЦИИ. ВВЕДЕНИЕ

Общим названием «механика» объединен целый комплекс дисциплин, занимающих различными вопросами механических взаимодействий твердых, жидких и газообразных объектов.



Во всех этих областях наряду со специфическими закономерностями и методами исследования используются общие понятия и методы, которые и составляют предмет **теоретической механики**.

Роль и значение **теоретической механики** в инженерном образовании определяется тем, что она является научной базой основных направлений развития современной техники.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Материальной точкой называется геометрическая точка, обладающая массой - (МТ).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Материальной точкой называется геометрическая точка, обладающая массой - (МТ).

Абсолютно твердым называется тело, расстояния между точками которого остаются неизменным за все время исследования – (ТТ).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Материальной точкой называется геометрическая точка, обладающая массой - (МТ).

Абсолютно твердым называется тело, расстояния между точками которого остаются неизменным за все время исследования – (ТТ).

Механической системой будем называть совокупность (множество) материальных точек и (или) тел, механически взаимодействующих между собой – (МС).

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

К основным понятиям теоретической механики относятся:
материальный объект, пространство и время.

Пространство *трехмерно, безгранично, однородно и изотропно.*

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

К основным понятиям теоретической механики относятся:
материальный объект, пространство и время.

Пространство *трехмерно, безгранично, однородно и изотропно.*

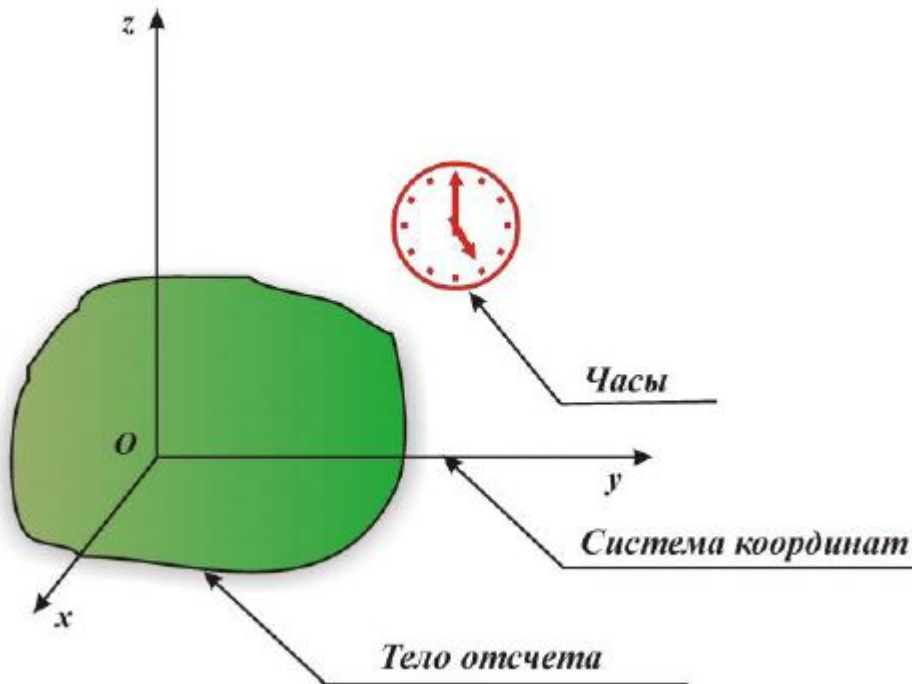
Время *абсолютно, независимо, равномерно, необратимо, одновременно.*

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

К основным понятиям теоретической механики относятся:
материальный объект, пространство и время.

Пространство *трехмерно, безгранично, однородно и изотропно.*

Время *абсолютно, независимо, равномерно, необратимо, одновременно.*



$$CO = TO + CK + Ч$$

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

После того, как мы ввели понятие системы отсчета, мы можем дать более четкое определение понятия механического движения.

Если положение точек материального объекта в заданной системе отсчета изменяется с течением времени, то говорят, что объект совершает механическое движение в пространстве тела отсчета. В противном случае говорят, что объект покоится в заданном пространстве (в пространстве тела отсчета).

Движение и покой объединяются общим понятием **механического состояния** материального объекта в заданном пространстве.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Материальные объекты, движение и равновесие которых приходится изучать, разделяются на **свободные** и **несвободные**. Тело в пространстве называется **свободным**, если его из занимаемого положения можно переместить в любое соседнее. Свободным телом в пространстве Земли является, например, летящий самолет.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

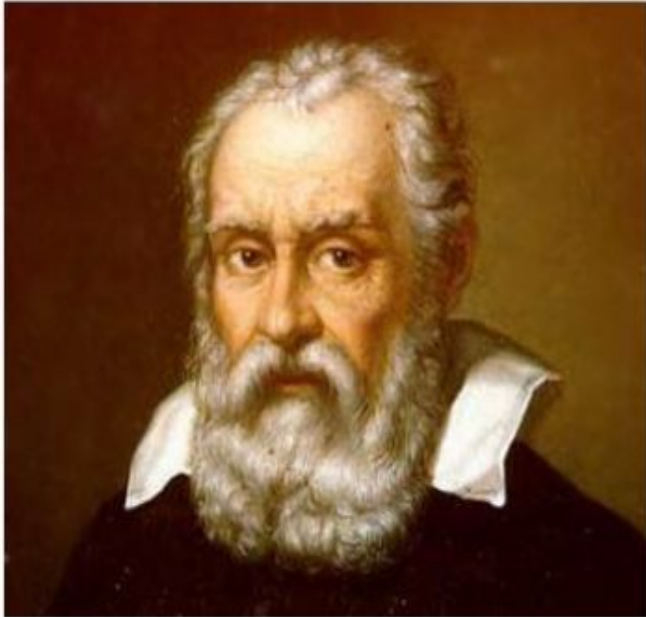
Материальные объекты, движение и равновесие которых приходится изучать, разделяются на **свободные** и **несвободные**. Тело в пространстве $Oxyz$ называется **свободным**, если его из занимаемого положения можно переместить в любое соседнее. Свободным телом в пространстве Земли является, например, летящий самолет.

Твердое тело называют **несвободным** в пространстве $Oxyz$, если на его положение в этом пространстве наложены какие-либо ограничения. Например, имеется хотя бы одно направление, по которому тело не может перемещаться. Очевидно, тело будет **несвободным**, если оно опирается на тело отсчета или соединено с ним через посредство других тел.

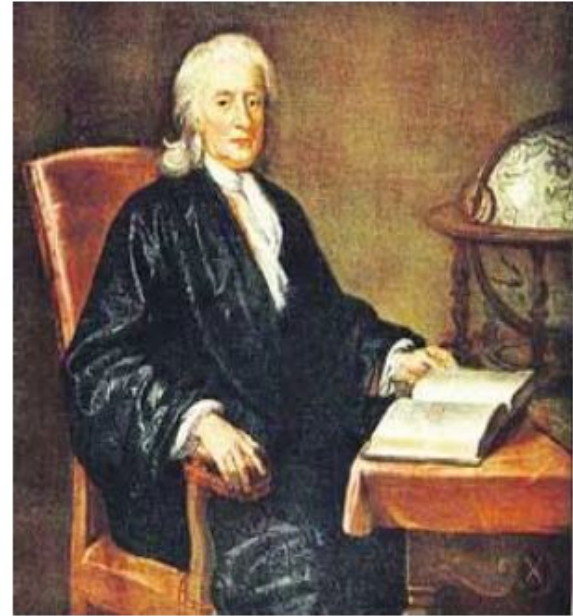
Ограничения на положение тела в пространстве называются **связями**.

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Теоретическую механику, в основу которой положены законы *Галилея - Ньютона*, часто называют классической механикой, в отличие от релятивистской механики, основанной на идеях *А.Эйнштейна* о связи пространства и времени с движущейся материей.



Галилей (1564–1642)



Ньютон (1643–1727)

Теоретическая механика является одним из важнейших курсов, изучаемых в высшей школе. Ее законы и выводы широко применяются в целом ряде других дисциплин при решении самых разнообразных и сложных технических задач. Все технические расчеты при постройке различных сооружений, при проектировании машин, при изучении полетов различных летательных аппаратов и т.п. основаны на законах теоретической механики. В этом заключается ее прикладное значение.

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Теоретическую механику можно условно разделить на три раздела: *статику*, *кинематику* и *динамику*.



В **статике** рассматриваются условия равновесия неподвижных материальных объектов под действием сил.

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Теоретическую механику можно разделить на три раздела: *статика*, *кинематику* и *динамику*.



В **статике** рассматриваются условия равновесия неподвижных материальных объектов под действием сил.

В **кинематике** рассматриваются общие законы движения материальных объектов без учета действующих нагрузок.

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Теоретическую механику можно разделить на три раздела: *статику*, *кинематику* и *динамику*.



В **статике** рассматриваются условия равновесия неподвижных материальных объектов под действием сил.

В **кинематике** рассматриваются общие законы движения материальных объектов без учета действующих нагрузок.

В **динамике** изучается движение материальных объектов под действием сил.

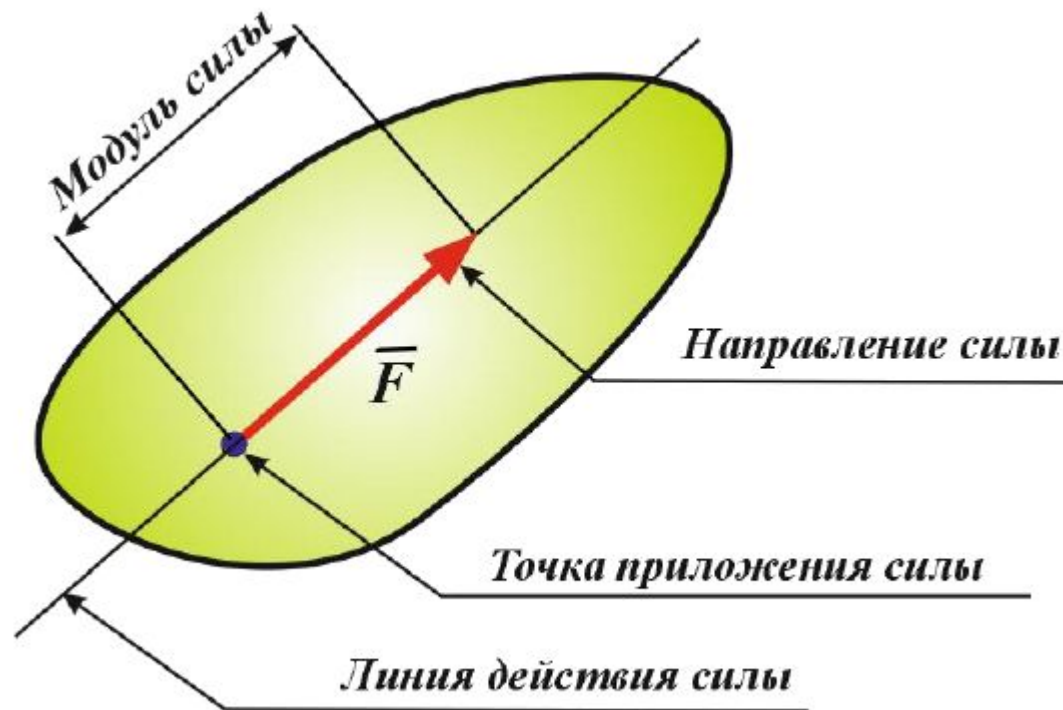
СТАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА (ТТ)

Статика есть общее учение о **силах**. В **статике** изучаются законы **равновесия** абсолютно твердых тел под действием приложенных к ним сил и способы преобразования систем сил в простейшие, им эквивалентные.

Под **равновесием** будем понимать состояние покоя тела по отношению к другим телам, например по отношению к Земле.

Статика. Основные понятия

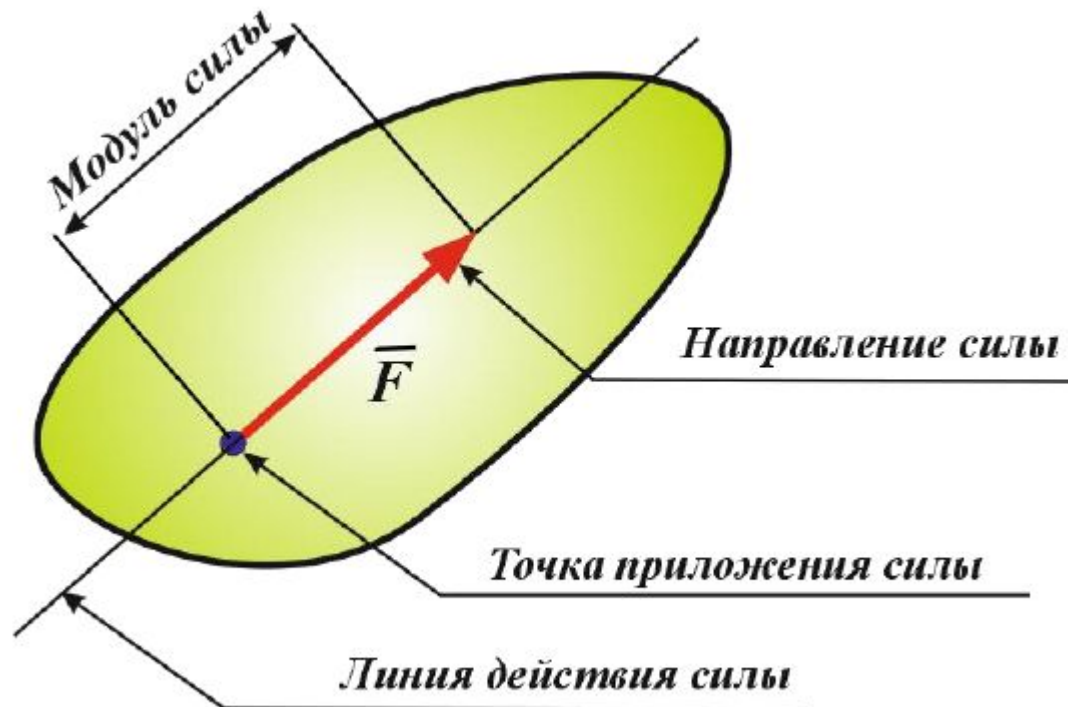
1. Основным понятием статики является сила. Сила – основная мера механического взаимодействия материальных тел



Статика. Основные понятия

1. Основным понятием статики является сила. Сила – основная мера механического взаимодействия материальных тел

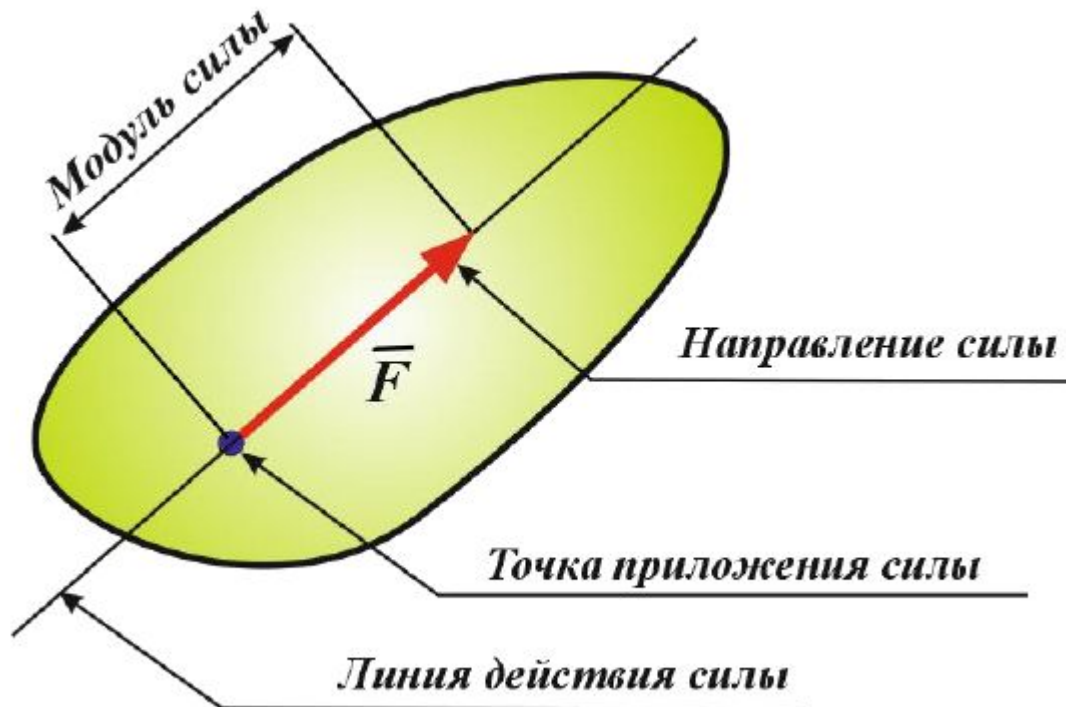
Это простейшее понятие – его нельзя определить через более простые, уже известные понятия. Сила – величина векторная. Она характеризуется модулем (абсолютной величиной), линией действия и направлением вдоль линии действия, а также точкой приложения. Размерность силы – ньютон (Н).



Статика. Основные понятия

1. Основным понятием статики является сила. Это простейшее понятие – его нельзя определить через более простые, уже известные понятия. **Сила** – величина векторная. Она характеризуется **модулем** (абсолютной величиной), **линией действия** и **направлением** вдоль линии действия, а также **точкой приложения**. Размерность силы – **ньютон (Н)**.

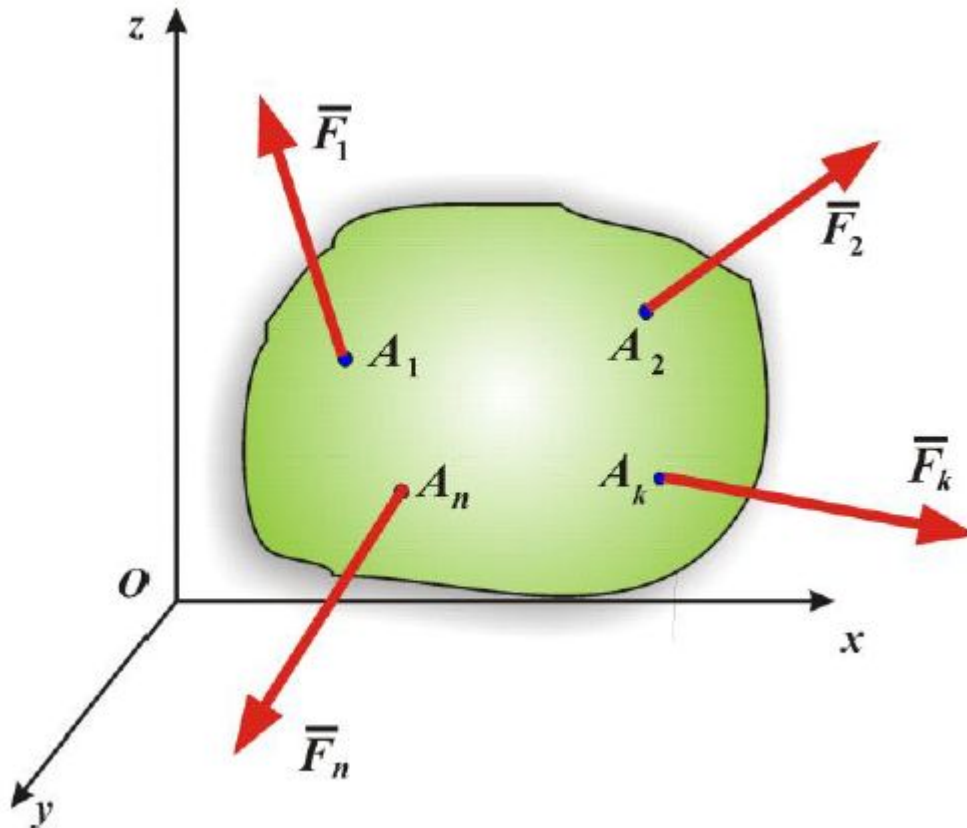
Силу, как и все другие векторные величины, будем обозначать буквой с чертой над ней – \vec{F} , а модуль силы той же буквой но без черты – F .



Статика. Основные понятия

2. Система сил – совокупность сил, действующих на рассматриваемое тело или тела.

$$\left(\overline{F}_1, \overline{F}_2, \dots, \overline{F}_n \right) \sim \left\{ \overline{F}_k \right\}_n.$$



Статика. Основные понятия

Система сил может быть:

- ***сходящейся*** , если линии всех сил системы пересекаются в одной точке; эта точка называется *точкой схода* ;

Статика. Основные понятия

Система сил может быть:

- ***сходящейся*** , если линии всех сил системы пересекаются в одной точке; эта точка называется *точкой схода* ;
- ***плоской*** , если все силы лежат в одной плоскости;
- **пространственной**, если силы не лежат в одной плоскости;

Статика. Основные понятия

Система сил может быть:

- ***сходящейся*** , если линии всех сил системы пересекаются в одной точке; эта точка называется *точкой схода* ;
- ***плоской*** , если все силы лежат в одной плоскости;
- ***пространственной***, если силы не лежат в одной плоскости;
- ***системой параллельны сил*** , если линии действия сил параллельны друг другу.

Статика. Основные понятия

3. Если одну систему сил $\{\overline{F}_k\}_n$, действующих на свободное твердое тело, можно заменить другой системой $\{\overline{Q}_k\}_m$, не изменяя при этом состояние покоя или движения, в котором находится тело, то такие две системы сил называют *эквивалентными*.

$$\left(\overline{F}_k\right)_n \sim \left\{\overline{Q}_k\right\}_m$$

Статика. Основные понятия

3. Если одну систему сил $\{\overline{F}_k\}_n$, действующих на свободное твердое тело, можно заменить другой системой $\{\overline{Q}_k\}_m$, не изменяя при этом состояние покоя или движения, в котором находится тело, то такие две системы сил называют *эквивалентными*.

$$\left(\overline{F}_k\right)_n \sim \left\{\overline{Q}_k\right\}_m$$

Эквивалентные системы сил обладают свойствами *рефлексивности*, если:

$$\left\{\overline{F}_k\right\}_n \sim \left\{\overline{Q}_k\right\}_m, \text{ то } \left\{\overline{Q}_k\right\}_m \sim \left\{\overline{F}_k\right\}_n,$$

и *транзитивности*, если :

$$\left\{\overline{F}_k\right\}_n \sim \left\{\overline{T}_k\right\}_r \text{ и } \left\{\overline{Q}_k\right\}_m \sim \left\{\overline{T}_k\right\}_r, \text{ то } \left\{\overline{F}_k\right\}_n \sim \left\{\overline{Q}_k\right\}_m.$$

Статика. Основные понятия

3. Если одну систему сил $\{\overline{F}_k\}_n$, действующих на свободное твердое тело, можно заменить другой системой $\{\overline{Q}_k\}_m$, не изменяя при этом состояние покоя или движения, в котором находится тело, то такие две системы сил называют *эквивалентными*.

$$\left(\overline{F}_k\right)_n \sim \left\{\overline{Q}_k\right\}_m$$

Эквивалентные системы сил обладают свойствами *рефлексивности*, если:

$$\left\{\overline{F}_k\right\}_n \sim \left\{\overline{Q}_k\right\}_m, \text{ то } \left\{\overline{Q}_k\right\}_m \sim \left\{\overline{F}_k\right\}_n,$$

и *транзитивности*, если :

$$\left\{\overline{F}_k\right\}_n \sim \left\{\overline{T}_k\right\}_r \text{ и } \left\{\overline{Q}_k\right\}_m \sim \left\{\overline{T}_k\right\}_r, \text{ то } \left\{\overline{F}_k\right\}_n \sim \left\{\overline{Q}_k\right\}_m.$$

4. Система сил называется **уравновешенной**, или **эквивалентной нулю**, если свободное твердое тело не изменит состояния покоя под действием этих сил.

Условия, при которых система сил оказывается уравновешенной, называются **условия равновесия этих сил**. Законы равновесия твердых тел совпадают с условиями равновесия сил приложенных к этим телам.

$$\left\{\overline{F}_k\right\}_n \sim 0.$$

Статика. Основные понятия

5. Сила называется **уравновешивающей** данную систему сил, если она вместе с этой системой образует уравновешенную систему сил:

$$\{\overline{F}_k, \overline{Q}\}_n \sim 0.$$

отсюда следует, что любая из сил уравновешенной системы является уравновешивающей силой для всех остальных сил.

Статика. Основные понятия

5. Сила называется **уравновешивающей** данную систему сил, если она вместе с этой системой образует уравновешенную систему сил:

$$\{\overline{F}_k, \overline{Q}\}_n \sim 0.$$

отсюда следует, что любая из сил уравновешенной системы является уравновешивающей силой для всех остальных сил.

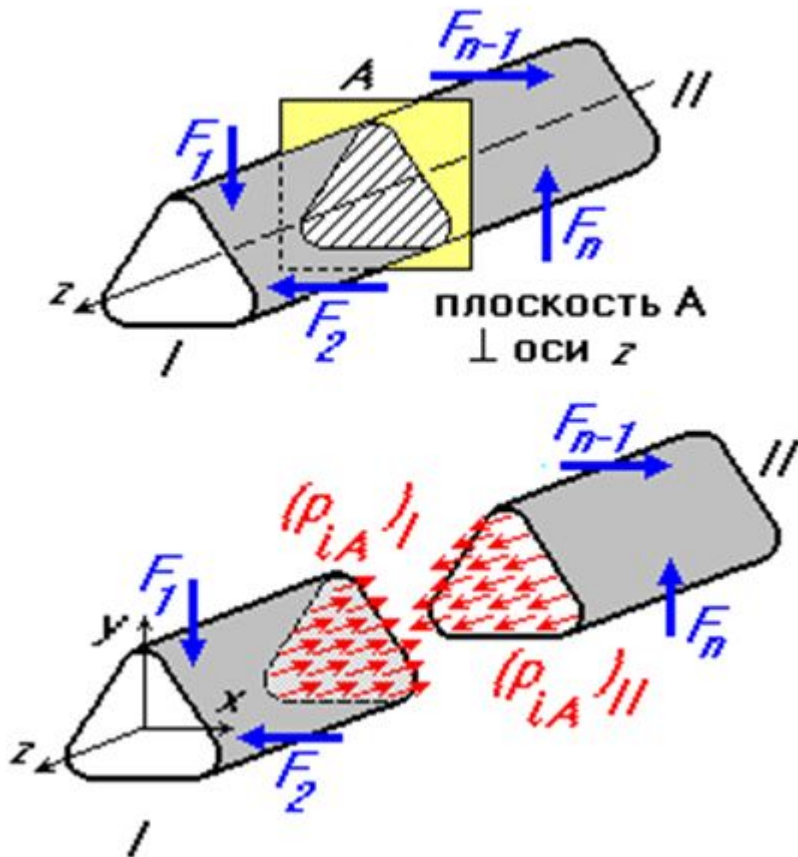
6. Сила, эквивалентная системе сил, называется **равнодействующей** данной системы сил:

$$\overline{R} \sim \{\overline{F}_k\}_n.$$

Следует отметить, что не всякая система сил имеет равнодействующую

Статика. Основные понятия

7. Силы, действующие на данное тело (или систему тел), можно разделить на *внешние* и *внутренние*. Внешними называют силы, которые действуют на это тело, со стороны других тел, а внутренними – силы, с которыми части данного тела действуют друг на друга.



P_{iA} - система внутренних сил в сечении A.

$$(P_{iA})_I = -(P_{iA})_{II}$$

Внутренние силы P_{iA} - реакции внутренних связей.

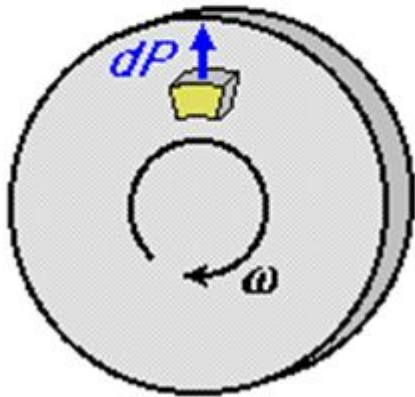
Статика. Основные понятия

8. Сила, приложенная к телу в какой-нибудь одной его точке, называется **сосредоточенной**. Силы, действующие на все точки данного объема или данной части поверхности тела, называются **распределенными**.

К **объемным силам** относят
силы инерции ;
электромагнитные силы ;
силы веса и т.п.

Размерность объемных сил :

Н/м^3 или МН/м^3

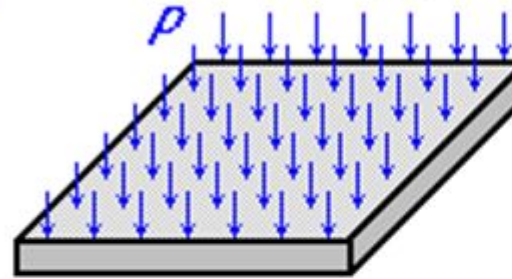


dP - центробежная сила,
действующая на
элемент диска

Поверхностные силы

подразделяют на следующие :

ρ - **давление** , нагрузка , распределенная
по поверхности



Размерность давления
 Н/м^2 или МН/м^2

q - **интенсивность** , нагрузка , приходящаяся
на единицу длины



Размерность интенсивности
 Н/м , кН/м или МН/м

F - **сосредоточенная сила** , действующая
на небольшой участок детали



Размерность силы
 Н , кН , МН

Статика. Основные понятия

Задачами статики являются:

- 1. Преобразование систем сил, действующих на твердое тело, в системы их эквивалентные, в частности приведение данной системы сил к простейшему виду;**

Статика. Основные понятия

Задачами статики являются:

- 1. Преобразование систем сил, действующих на твердое тело, в системы их эквивалентные, в частности приведение данной системы сил к простейшему виду;**
- 2. Определение условий равновесия систем сил, действующих на твердое тело.**

Статика. Основные понятия

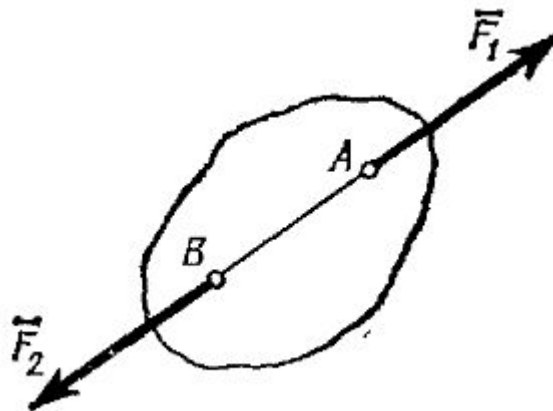
Задачами статики являются:

- 1. Преобразование систем сил, действующих на твердое тело, в системы их эквивалентные, в частности приведение данной системы сил к простейшему виду;**
- 2. Определение условий равновесия систем сил, действующих на твердое тело.**

Решать задачи статики можно или путем соответствующих геометрических построений (**геометрический и графический** методы), или с помощью численных расчетов (**аналитический** метод).

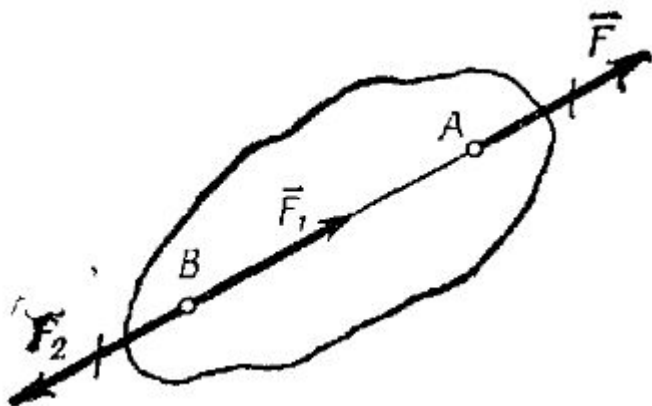
Статика. Аксиомы статики

Аксиома №1: если на свободное абсолютно твердое тело действуют две силы, то тело может находиться в равновесии тогда и только тогда, когда эти силы равны по модулю и направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны.



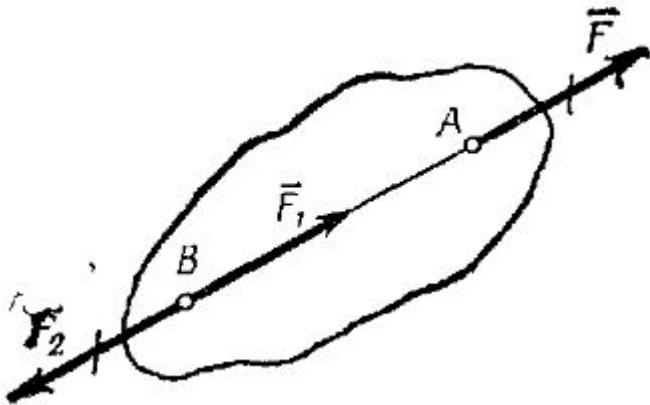
Статика. Аксиомы статики

Аксиома №2: действие данной системы сил на абсолютно твердое тело не изменяется, если к ней прибавить или от нее отнять уравновешенную систему сил, т.е. две системы сил, отличающиеся на уравновешенную систему, эквивалентны друг другу.



Статика. Аксиомы статики

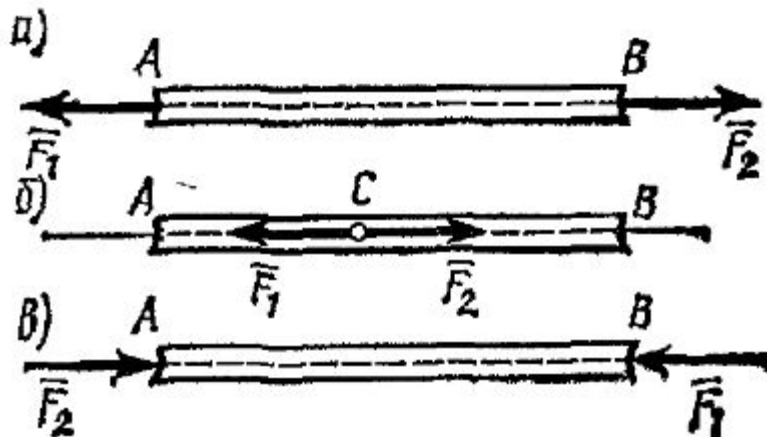
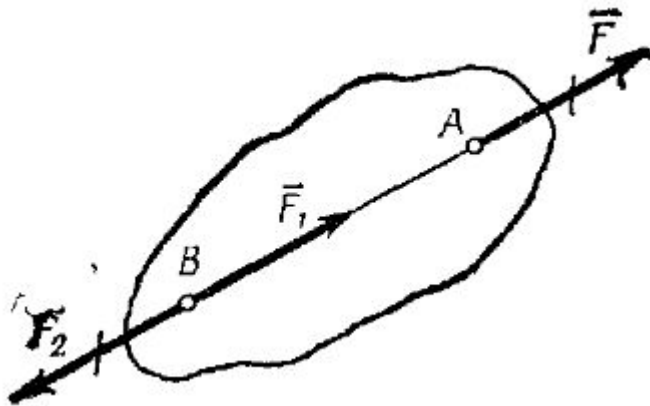
Аксиома №2: действие данной системы сил на абсолютно твердое тело не изменяется, если к ней прибавить или от нее отнять уравновешенную систему сил, т.е. две системы сил, отличающиеся на уравновешенную систему, эквивалентны друг другу.



Следствие: действие силы на абсолютно твердое тело не изменится, если перенести точку приложения силы вдоль ее линии действия, в любую точку тела. Вектор силы при этом будем называть скользящим.

Статика. Аксиомы статики

Аксиома №2: действие данной системы сил на абсолютно твердое тело не изменяется, если к ней прибавить или от нее отнять уравновешенную систему сил, т.е. две системы сил, отличающиеся на уравновешенную систему, эквивалентны друг другу.



Следствие: действие силы на абсолютно твердое тело не изменится, если перенести точку приложения силы вдоль ее линии действия, в любую точку тела. Вектор силы при этом будем называть **скользящим**.

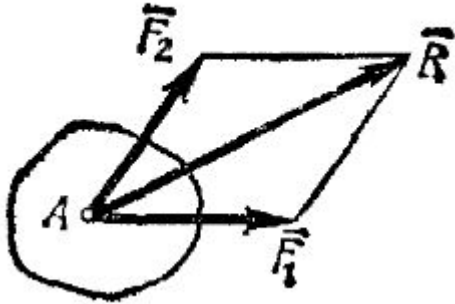
Полученный результат может быть использован только при определении условий равновесия конструкции и не может быть использован при определении внутренних усилий.

При определении внутренних усилий переносить точку приложения силы вдоль линии действия нельзя!

Статика. Аксиомы статики

Аксиома №3: Закон параллелограмма сил: две силы, приложенные к телу в одной точке, имеют равнодействующую, приложенную в той же точке и изображаемую диагональю параллелограмма, построенного на этих силах, как на сторонах. Вектор \vec{R} , равный диагонали параллелограмма, построенного на векторах \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , называется геометрической суммой векторов \vec{F}_1 и \vec{F}_2 :

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2.$$

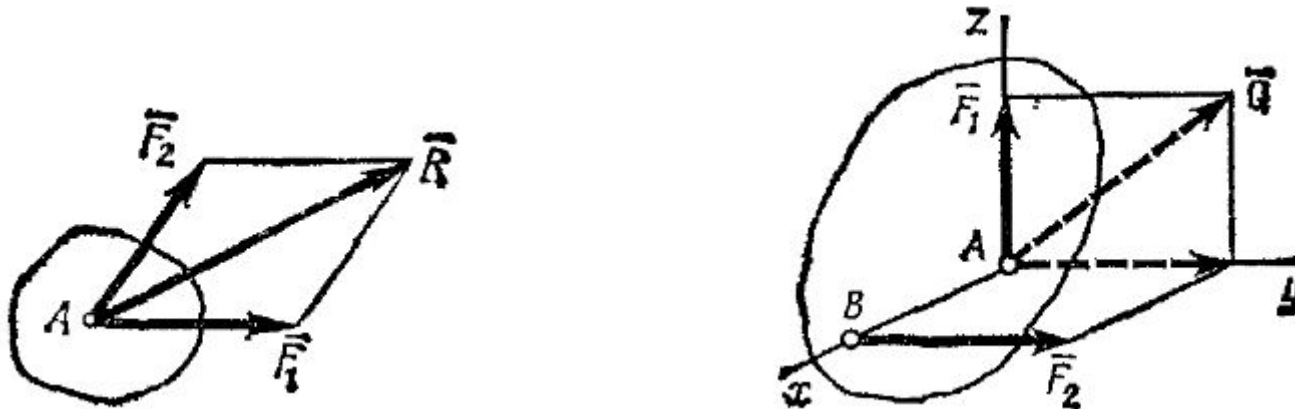


Статика. Аксиомы статики

Аксиома №3: Закон параллелограмма сил: две силы, приложенные к телу в одной точке, имеют равнодействующую, приложенную в той же точке и изображаемую диагональю параллелограмма, построенного на этих силах, как на сторонах. Вектор \vec{R} , равный диагонали параллелограмма, построенного на векторах \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , называется геометрической суммой векторов \vec{F}_1 и \vec{F}_2 :

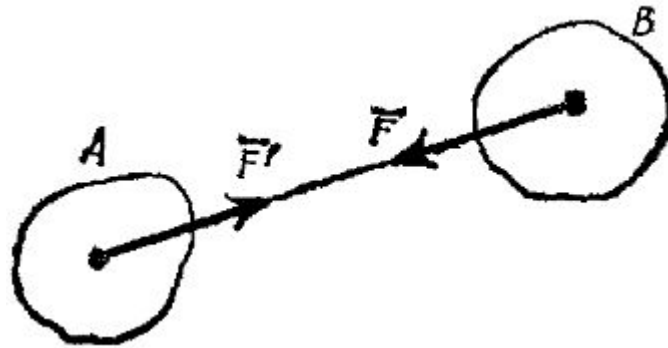
$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2.$$

Другая формулировка закона параллелограмма: две силы, приложенные к телу в одной точке, имеют равнодействующую, равную векторной сумме этих сил и приложенную в той же точке.



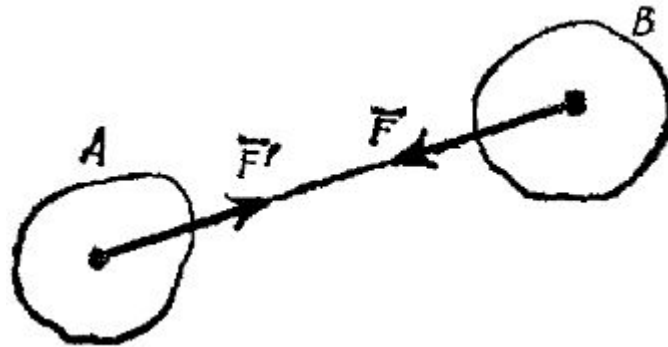
Статика. Аксиомы статики

Аксиома №4: закон равенства действия и противодействия: при всяком действии одного материального тела на другое имеет место такое же численно, но противоположное по направлению противодействие. Этот закон является одним из основных законов механики. Заметим, что силы \vec{F} и \vec{F}' как приложенные к разным телам, не образуют уравновешенную систему сил.



Статика. Аксиомы статики

Аксиома №4: закон равенства действия и противодействия: при всяком действии одного материального тела на другое имеет место такое же численно, но противоположное по направлению противодействие. Этот закон является одним из основных законов механики. Заметим, что силы F и F' как приложенные к разным телам, не образуют уравновешенную систему сил.



Свойство внутренних сил: две любые части тела действуют друг на друга с равными по модулю и противоположно направленными силами. Следовательно, при изучении условий равновесия тела необходимо учитывать только **внешние силы**.

Статика. Аксиомы статики

Аксиома №5: принцип отвердевания: равновесие изменяемого (деформируемого тела), находящегося под действием данной системы сил, не нарушится, если тело считать отвердевшим (абсолютно твердым).

Принцип отвердевания широко используется в инженерных расчетах т.к. позволяет рассматривать любое изменяемое тело (ремень, трос, цепь и т.д.) или любую изменяемую конструкцию как абсолютно жесткие и применять к ним методы статики твердого тела.

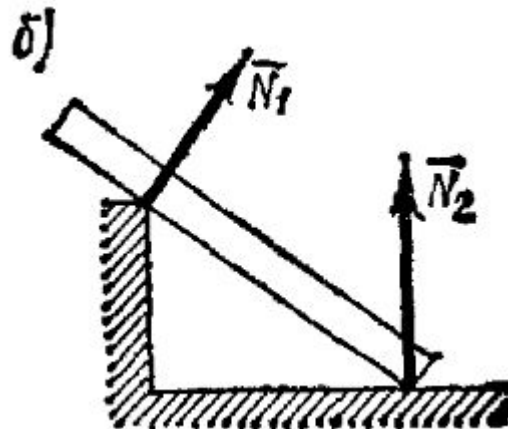
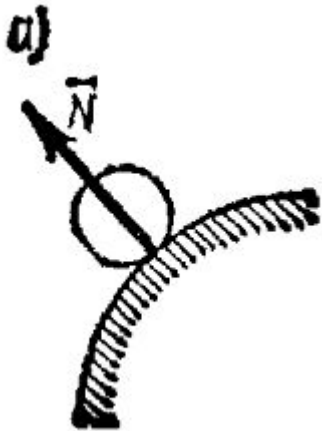
Статика. Связи. Реакции связей

Гладкая плоскость (поверхность) или опора

Гладкой называется поверхность, трением о которую можно пренебречь.

Реакция \vec{N} гладкой поверхности или опоры направлена по общей нормали к поверхности соприкасающихся тел в точке их касания и приложена в этой точке.

Когда одна из поверхностей является точкой (б), то реакция направлена по нормали к другой поверхности.



Статика. Связи. Реакции связей

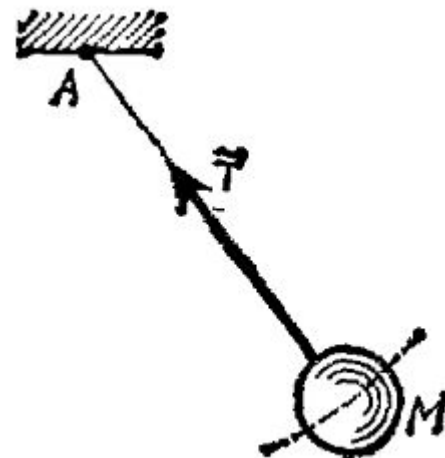
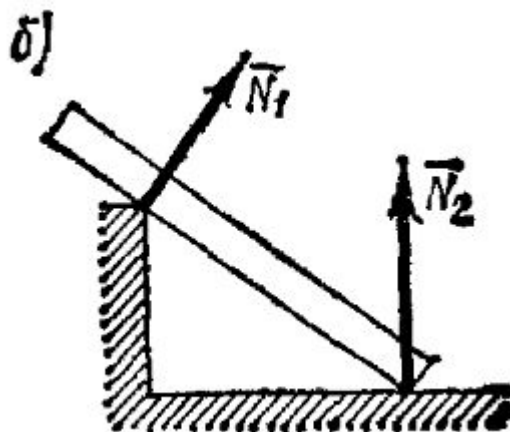
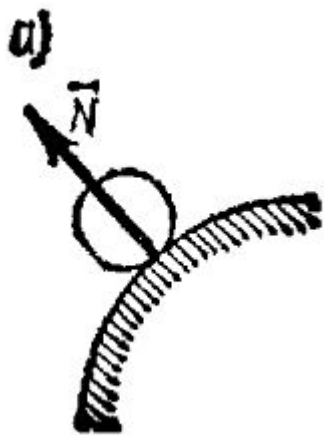
Гладкая плоскость (поверхность) или опора

Гладкой называется поверхность, трением о которую можно пренебречь.

Реакция \vec{N} гладкой поверхности или опоры направлена по общей нормали к поверхности соприкасающихся тел в точке их касания и приложена в этой точке.

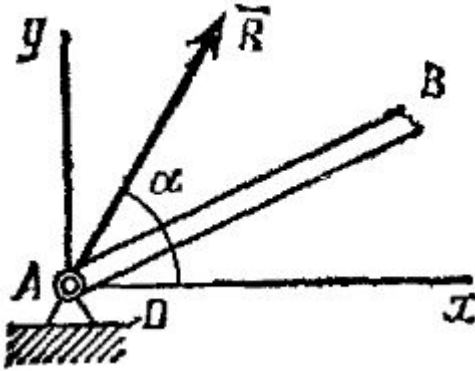
Когда одна из поверхностей является точкой (б), то реакция направлена по нормали к другой поверхности.

Нить – связь этого типа не дает телу удаляться от точки подвеса нити по направлению AM , поэтому реакция \vec{T} направлена вдоль нити к точке подвеса.



Статика. Связи. Реакции связей

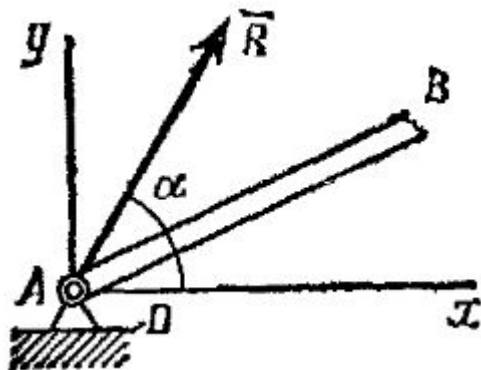
3. Цилиндрический шарнир (подшипник)



При этом осуществляется такое соединение двух тел при котором одно тело может вращаться по отношению к другому вокруг общей оси (оси шарнира). Реакция цилиндрического шарнира может иметь любое направление в плоскости Ax .

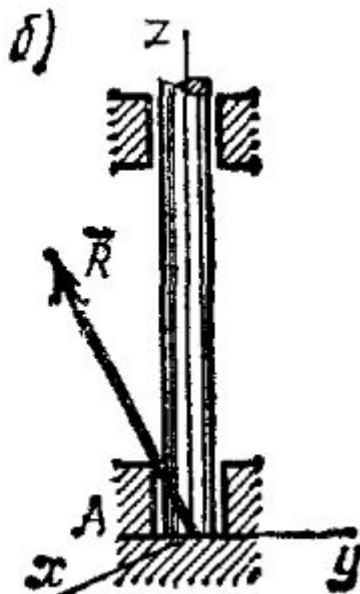
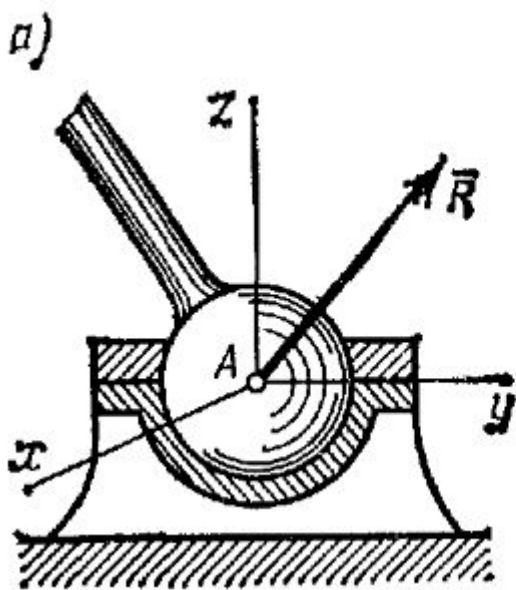
Статика. Связи. Реакции связей

3. Цилиндрический шарнир (подшипник)



При этом осуществляется такое соединение двух тел при котором одно тело может вращаться по отношению к другому вокруг общей оси (оси шарнира). Реакция цилиндрического шарнира может иметь любое направление в плоскости Ax .

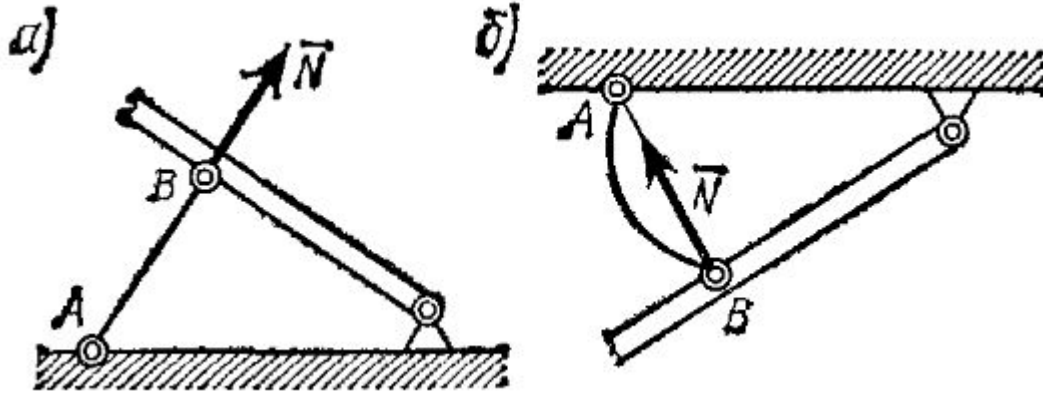
4. Сферический шарнир и подпятник



Тела, соединенные сферическим шарниром, могут как угодно поворачиваться одно относительно другого вокруг центра шарнира. Реакция сферического шарнира \vec{R} может иметь любое направление в пространстве. Произвольное направление в пространстве может иметь и реакция подпятника.

Статика. Связи. Реакции связей

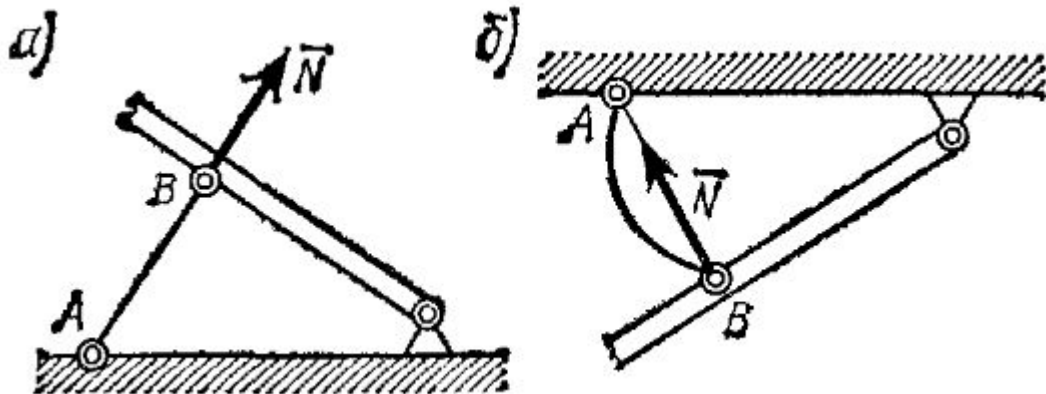
5. Невесомый стержень.



Реакция \vec{N} невесомого шарнирно закрепленного прямолинейного и криволинейного стержня направлена вдоль его оси.

Статика. Связи. Реакции связей

5. Невесомый стержень.

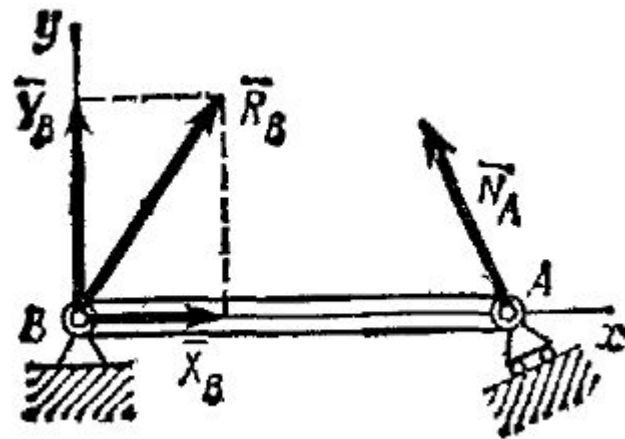


Реакция \overline{N} невесомого шарнирно закрепленного прямолинейного и криволинейного стержня направлена вдоль его оси.

6. Подвижная шарнирная опора.

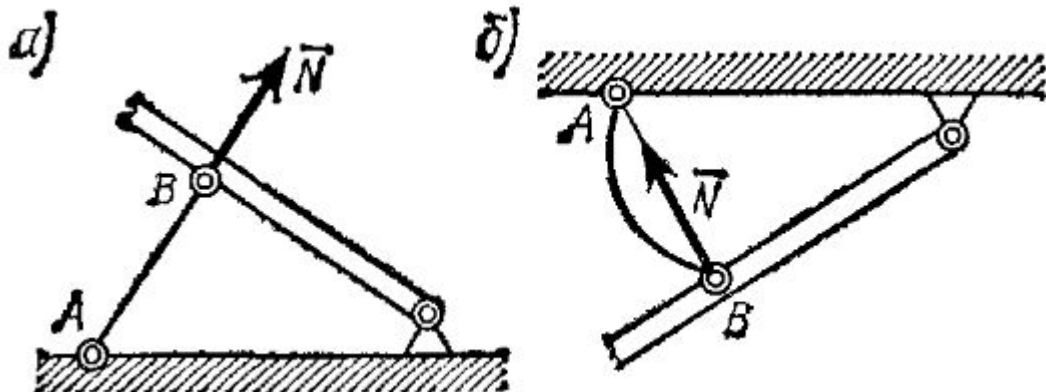
Реакция \overline{N}_A такой опоры направлена по нормали к поверхности, на которую опираются катки подвижной опоры.

и \overline{R}_B .



Статика. Связи. Реакции связей

5. Невесомый стержень.



Реакция \vec{N} невесомого шарнирно закрепленного прямолинейного и криволинейного стержня направлена вдоль его оси.

6. Подвижная шарнирная опора.

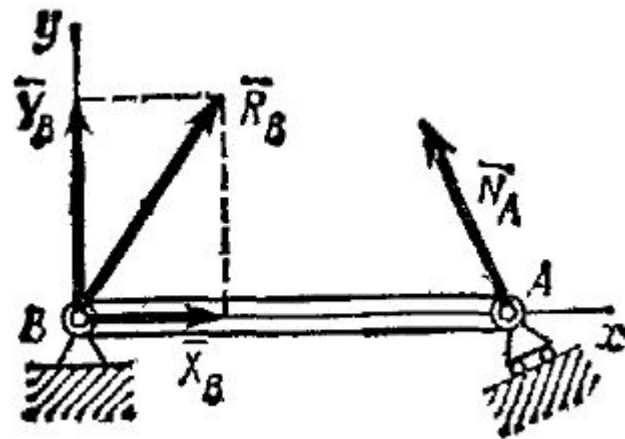
Реакция \vec{N} такой опоры направлена по нормали к поверхности, на которую опираются катки подвижной опоры.

7. Неподвижная шарнирная опора.

Реакция \vec{R}_B такой опоры проходит через ось шарнира и может иметь любое направление в плоскости чертежа. При определении реакции ее представляют в виде проекций на оси

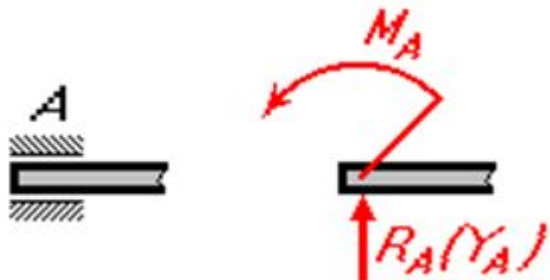
$$\vec{R}_B \quad \text{и} \quad \vec{N}_A$$

$$\vec{X}_B \quad \vec{Y}_B$$



Статика. Связи. Реакции связей

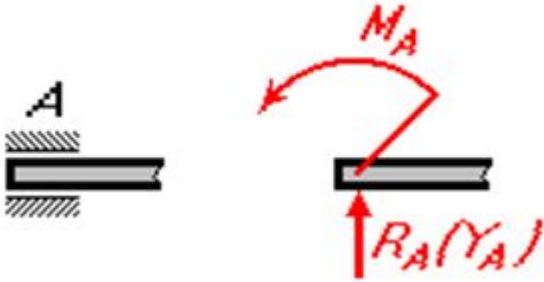
8. Скользящая заделка.



Реакции такой опоры представлены сосредоточенной силой \bar{R}_A (\bar{Y}_A), и сосредоточенным моментом M_A .

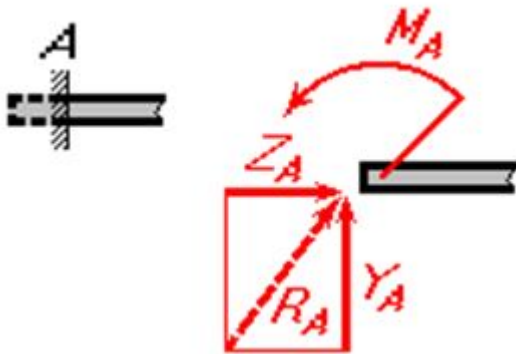
Статика. Связи. Реакции связей

8. Скользящая заделка.



Реакции такой опоры представлены сосредоточенной силой \overline{R}_A (\overline{Y}_A), и сосредоточенным моментом M_A .

9. Жесткая заделка.



Реакции такой опоры представлены сосредоточенной силой \overline{R}_A или двумя ее проекциями на оси X и Z и сосредоточенным моментом M_A .