

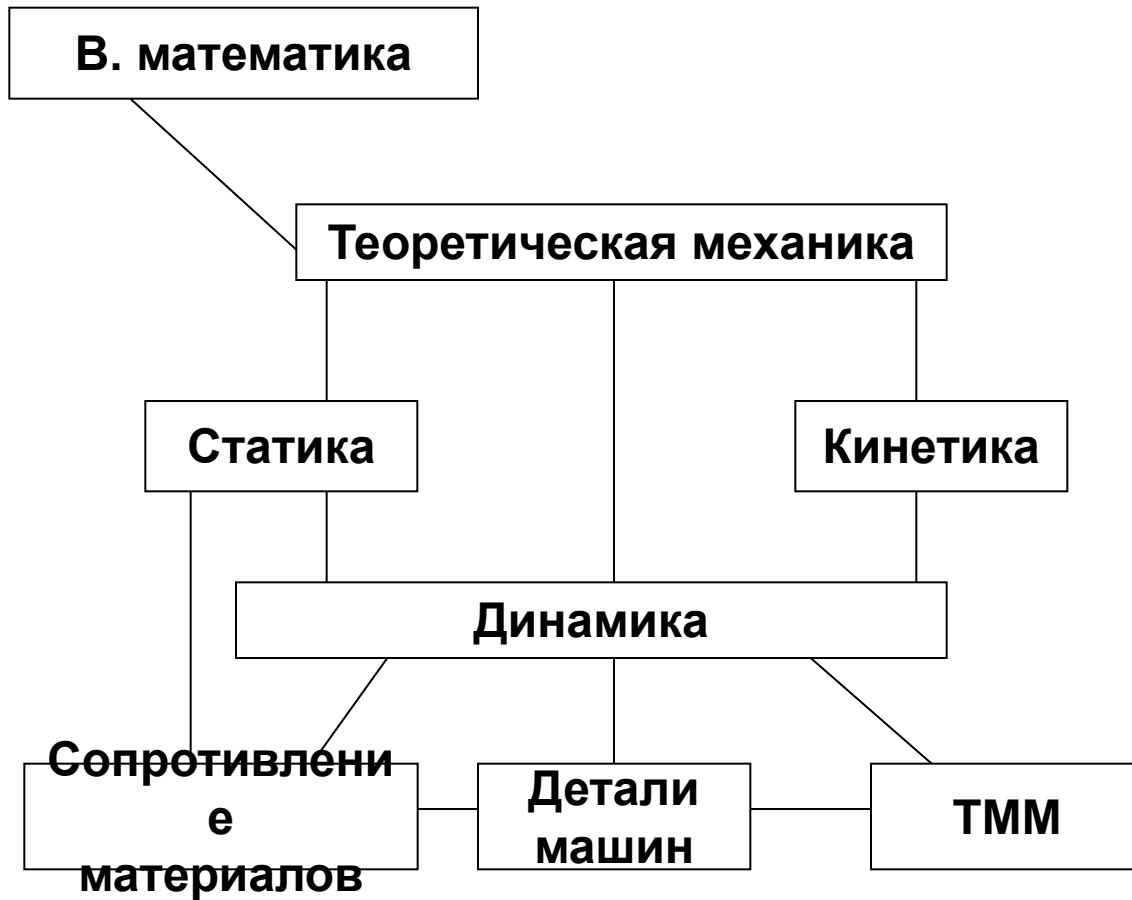
Теоретическая (техническая) механика

- Преподаватель:
- Пирогов Сергей Петрович

Механика - наука о движении и равновесии материальных тел и взаимодействии между ними.

- **Теоретическая (классическая механика)** - это наука, в которой изучаются общие свойства движения и равновесия материальных тел.
- В **статике** (от слова "статус"-покой) изучаются силы и законы равновесия материальных тел. **Кинематика** ("кинема" - движение) изучает движение тел без учета действия сил, а **динамика** ("динамо"- сила в движении)- движение тел под действием сил.

- **Сопротивление материалов** – наука, в которой изучается поведение твердых деформируемых тел при различных видах нагружения
- Задачи - инженерные методы расчета элементов сооружений и машин на прочность, жесткость и устойчивость.



Структура курса теоретической механики и связь ее с другими дисциплинами

СТАТИКА

- **Сила** - это количественная мера взаимодействия материальных тел.

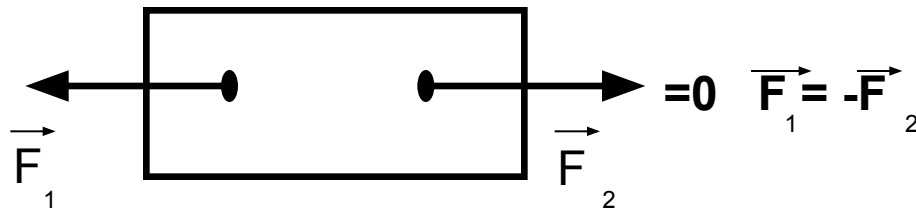
Действие силы определяется тремя факторами: величиной (модулем), направлением и точкой приложения, то есть сила является векторной величиной

Система сил - это любая совокупность сил, действующая на данный объект

- **Основные задачи статики:**
 - 1. Приведение данной системы сил к простейшему виду (упрощение).
 - 2. Исследование условий равновесия данной системы сил.

Аксиомы статики

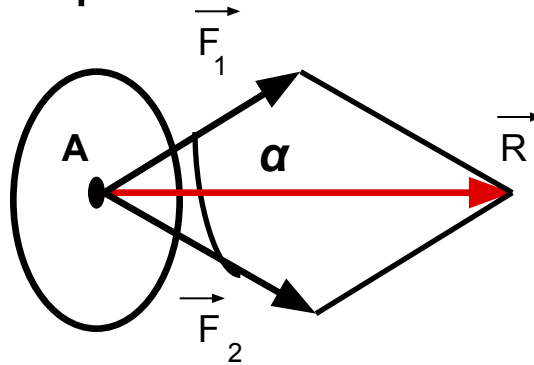
1. Если на свободное твердое тело действуют две силы, то тело может находиться в равновесии, если эти силы равны по величине и направлены по одной прямой в разные стороны (рис.1.3).



2. Действие данной системы сил не изменится, если к ней добавить или от нее отнять уравновешенную систему сил.

3. Аксиома параллелограмма.

Две силы, приложенные в одной точке, имеют равнодействующую, приложенную в той же точке, по величине и направлению равную диагонали параллелограмма, построенного на этих силах, как на сторонах



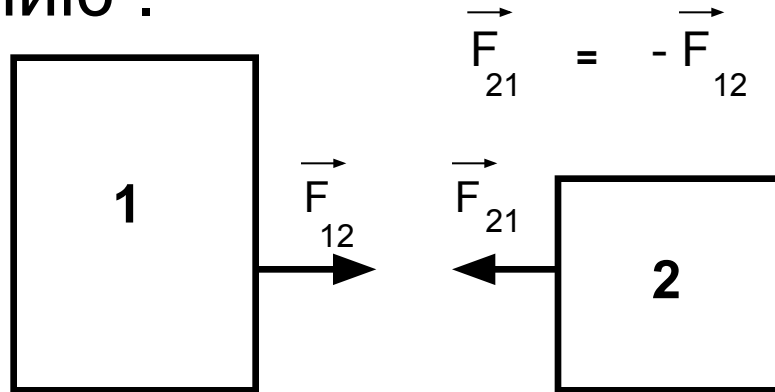
• Вектор R называется **геометрической суммой** этих сил.

Модуль его можно найти, применяя теорему косинусов

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos(\alpha)}.$$

Аксиома 4

Два тела взаимодействуют с силами, равными по величине и противоположными по направлению .



Это не зависит от того, касаются ли тела друг друга непосредственно или взаимодействуют на расстоянии.

Связи и их реакции

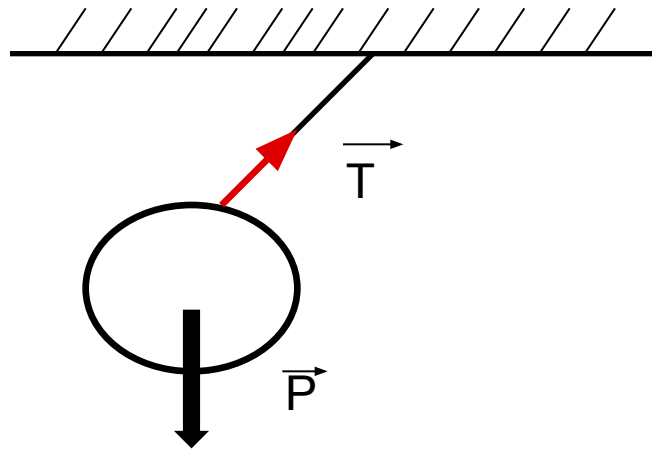
- **Свободным** называется тело, которое не связано с другими телами и может совершить из данного положения любое перемещение в пространстве.
- Тело, перемещение которого хотя бы в одном направлении ограничивается в пространстве другими телами, называется **несвободным**.
- Тела, которые препятствуют перемещению данного тела, называются **связями**, а силы, с которыми связи действуют на это тело, - **реакциями связей**.

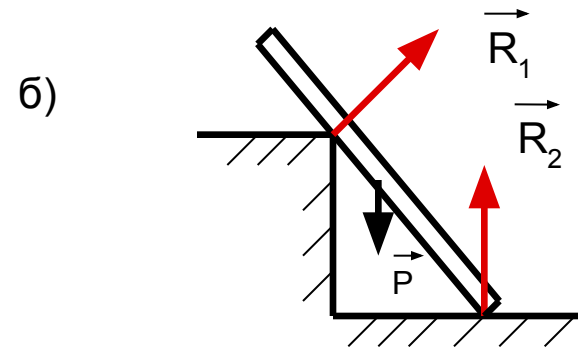
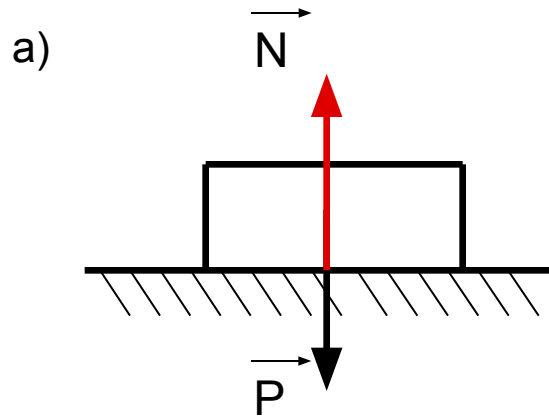
Реакция связи всегда направлена противоположно тому направлению, по которому связь препятствует перемещению тела.

Простейшие виды связей

1. Гибкая связь (нить, трос, цепь и т.д.).

Поскольку нить ограничивает перемещение подвешенного к ней тела только в одном направлении (вдоль нити от точки подвеса), то реакция нити также направлена вдоль нити, но к точке подвеса .

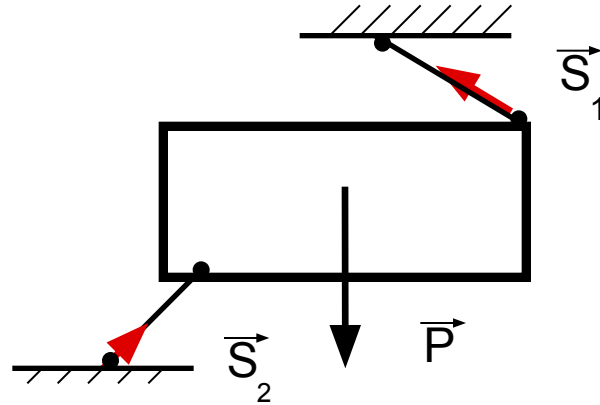




2. Гладкая (без трения) поверхность (опора).

В этом случае реакция направлена по нормали к поверхности .

Если одно из тел касается другого в точке, то реакция направлена по нормали к другому телу .



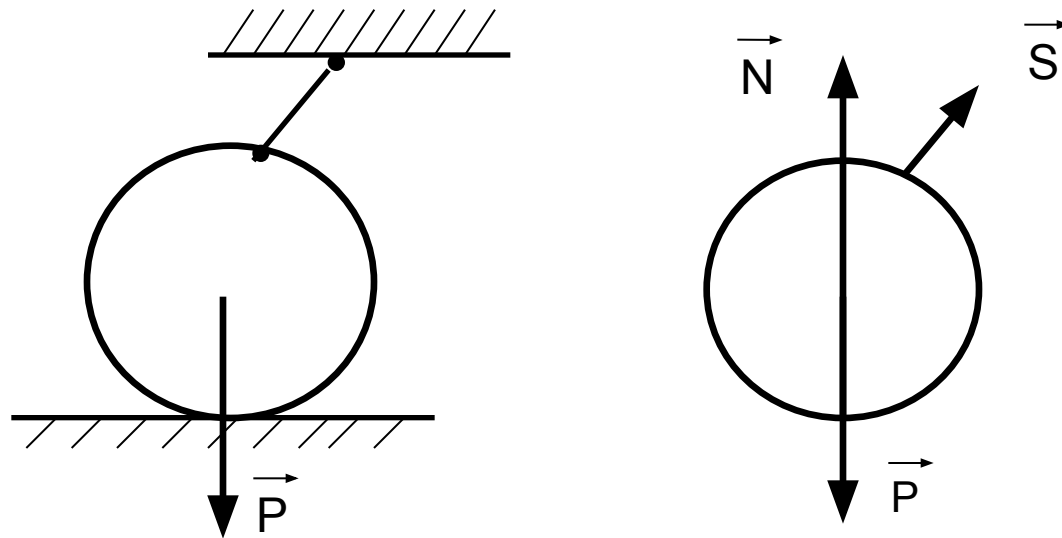
3. **Тонкий невесомый стержень** с шарнирным закреплением концов.

Реакция стержня на тело будет направлена вдоль стержня

В отличие от нити стержень может быть как сжат, так и растянут.

Принцип (аксиома) отбрасывания связей:

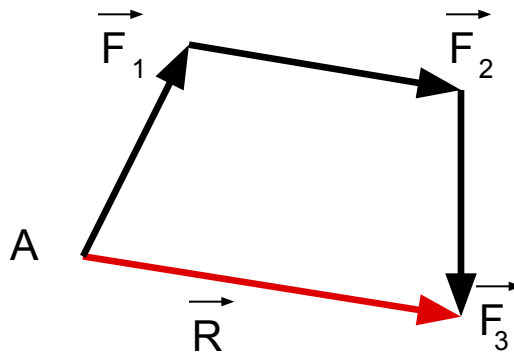
каждое несвободное тело можно считать свободным, если отбросить связи и заменить их действие реакциями связей



Сложение сил

Сложить две силы можно, используя аксиому параллелограмма сил, строя диагональ параллелограмма на этих силах, как на сторонах.

Если нужно сложить несколько сил, то следует построить силовой многоугольник, прикладывая каждую последующую силу к концу предыдущей. Замыкающая сторона силового многоугольника и будет равна геометрической сумме этих сил.

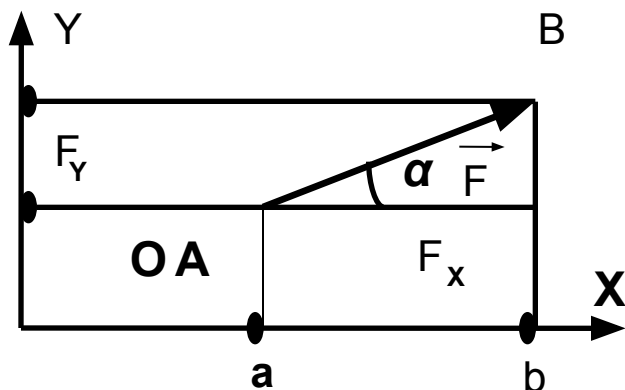


$$\vec{R} = \sum \vec{F}_k$$

Проекция силы на ось

- **Проекцией силы на ось** называется скалярная величина, равная взятой с соответствующим знаком длине отрезка, заключенного между проекциями начала и конца вектора силы.
- Проекция считается положительной, если направление от начала к концу проекции совпадает с положительным направлением оси .

$$F_x = F \cos \alpha$$

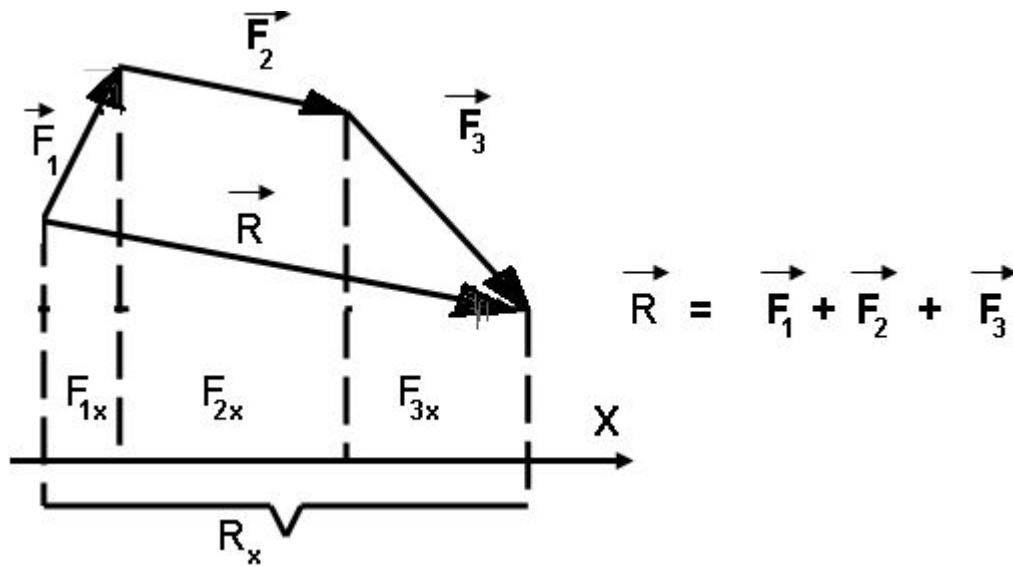


Проекция силы на ось равна произведению модуля силы на косинус угла между силой и положительным направлением оси.

- Зная величины проекций силы на взаимно перпендикулярные оси X , Y и Z , модуль силы можно вычислить, как

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}.$$

Аналитический способ сложения сил



Из рисунка видно, что проекция вектора суммы сил равна сумме проекций сил на эту же ось

$$R_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = \sum F_{ix}$$

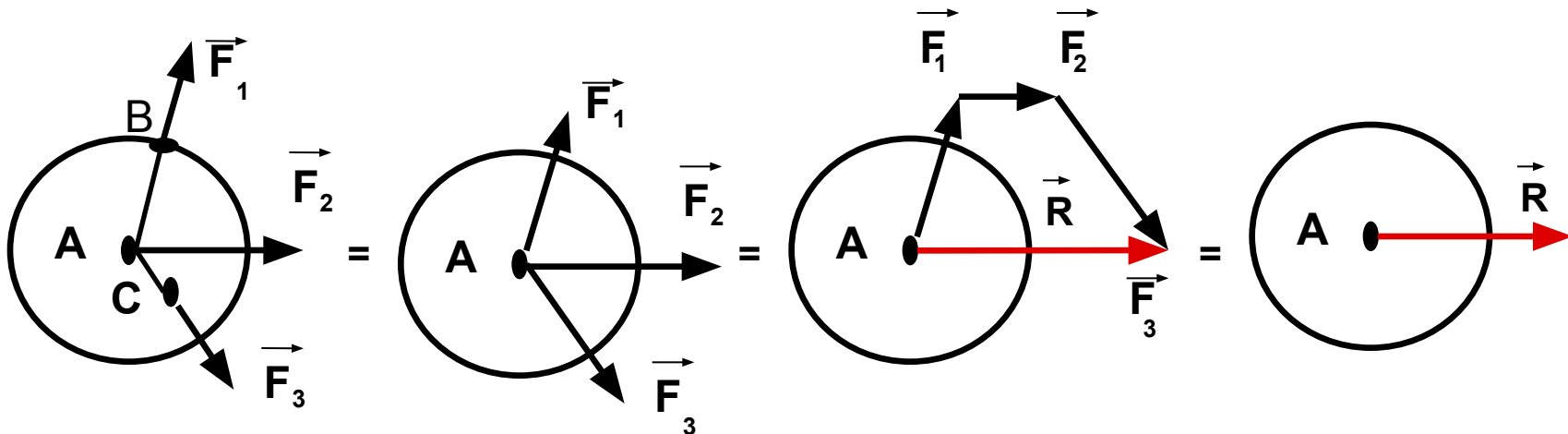
$$R_y = \sum F_{iy} \quad R_z = \sum F_{iz}$$

Сходящаяся система сил

Это система сил, линии действия которых пересекаются в одной точке A

Можно последовательно сложить все силы, строя силовой многоугольник, таким образом заменяя все силы одной равнодействующей.

Следовательно, система сходящихся сил имеет равнодействующую, приложенную в точке пересечения сил и равную геометрической сумме всех сил данной системы.



Вторая задача статики - разработка условий равновесия.

Они могут быть получены в двух видах:

1. Геометрическое условие. Очевидно, что система сходящихся сил будет эквивалентна нулю, если силовой многоугольник, построенный из сил системы, будет замкнут.

2. Аналитическое условие. Величина равнодействующей будет равна нулю, если выполняются условия:

$$\Sigma F_{kx} = 0; \quad \Sigma F_{ky} = 0; \quad \Sigma F_{kz} = 0.$$

Если все силы лежат в одной плоскости
(плоская сходящаяся система сил),
остаются два значащих уравнения

$$\Sigma F_{kx} = 0; \quad \Sigma F_{ky} = 0.$$

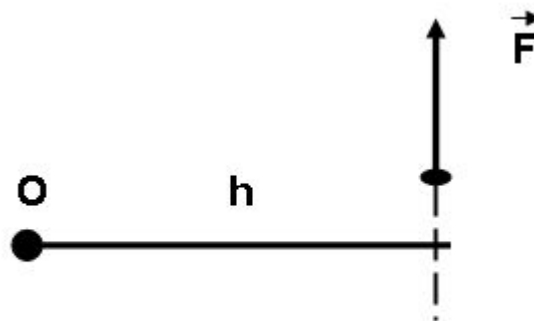
Плоская произвольная система СИП

- Это система сил, как угодно расположенных в одной плоскости
- Для данной системы нужно решить те же задачи - упрощение и изучение условий равновесия

Для характеристики вращательного действия силы вводится понятие момента силы относительно точки.

Алгебраическим моментом силы относительно точки называется величина, равная произведению модуля силы на кратчайшее расстояние между точкой и линией действия силы (плечо)

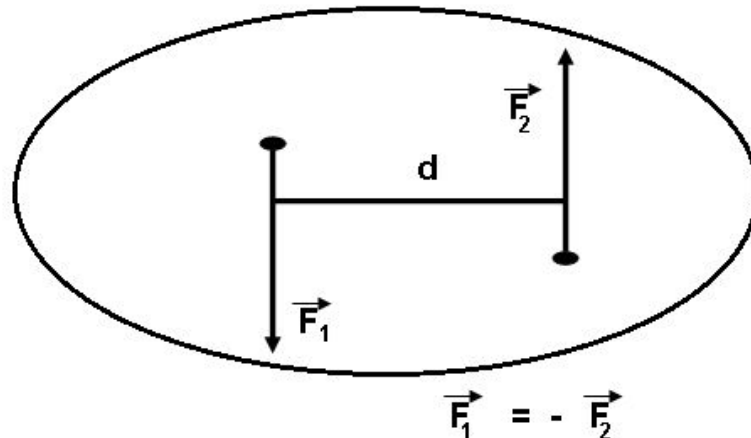
$$m_0(\vec{F}) = \pm F \cdot h$$



Знак момента определяется следующим образом:
если сила стремится повернуть тело вокруг данной точки против часовой стрелки, то он считается положительным, в противном случае - отрицательным.

Пара сил и ее свойства

- **Парой сил** называется система, состоящая из двух сил, равных по модулю, противоположных по направлению и не лежащих на одной прямой
- Плоскость, в которой лежат силы пары, называется **плоскостью действия пары**, а кратчайшее расстояние между силами пары называется **плечом пары**.



Сумма сил пары равна нулю, поэтому пара сил не имеет равнодействующей, однако она оказывает на тело вращательное действие, характеризующееся ее моментом.

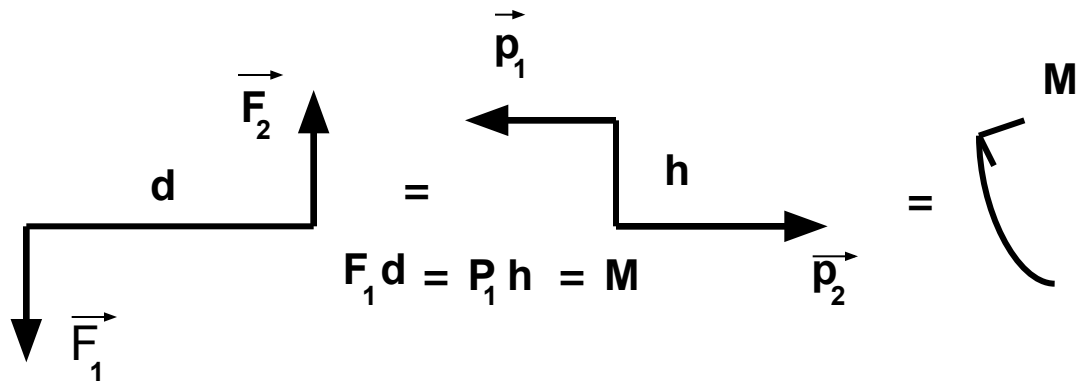
- **Моментом пары** называется алгебраическая величина, модуль которой равен произведению одной из сил на плечо пары

$$m = \pm F_1 d = \pm F_2 d.$$

- Момент пары считается положительным, если пара стремится повернуть тело против часовой стрелки, и отрицательным, если пара стремится повернуть тело по часовой стрелке.

Эффект действия пары на твердое тело не зависит от ее положения в плоскости, поэтому ее можно переносить в плоскости действия в любое положение. Кроме того, не изменяя действия пары на тело, ее можно заменить другой парой с равным моментом.

Поэтому часто пары изображают в виде круговой стрелки и называют пару **сосредоточенным моментом**.

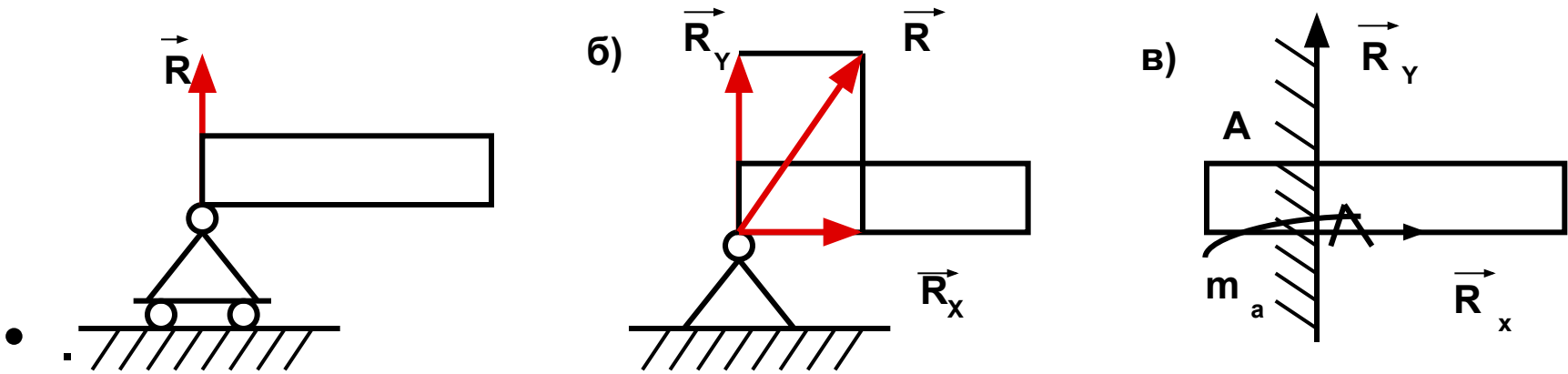


Условия равновесия плоской произвольной системы сил

Для равновесия плоской произвольной системы сил необходимо и достаточно, чтобы сумма проекций всех сил на оси X и Y и сумма моментов всех сил относительно произвольной точки были равны нулю

$$\sum F_{kx} = 0, \quad \sum F_{ky} = 0, \quad \sum m_0(\overset{\square}{F}_k) = 0$$

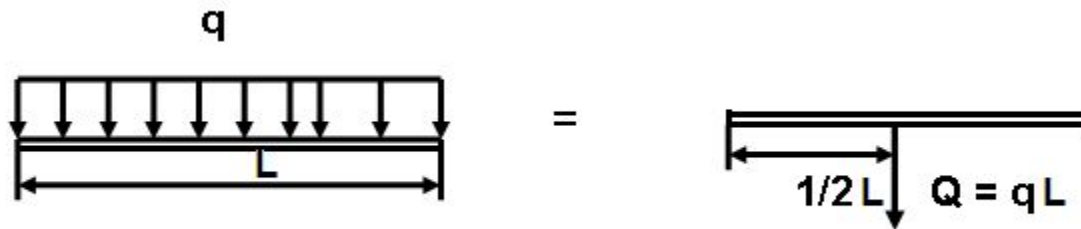
Опорные устройства балок



1. Шарнирно подвижная опора
2. Шарнирно неподвижная опора
3. Жесткая заделка

Распределенная нагрузка

Часто силы бывают приложены на целом участке тела (например, снеговая нагрузка, ветровая и т.д.). Такая нагрузка называется распределенной. Равномерно распределенная нагрузка характеризуется интенсивностью q



Единица измерения интенсивности - $[Н/м]$, $[кН/м]$.

При решении задач статики распределенную нагрузку можно заменить ее равнодействующей, которая равна произведению интенсивности на длину участка, на который действует распределенная нагрузка, и которая приложена в середине этого участка