

ПРОИЗВОЛЬНАЯ ПЛОСКАЯ СИСТЕМА СИЛ.

ЛЕКЦИЯ 3

<mailto:esolodovnik@yandex.ru>

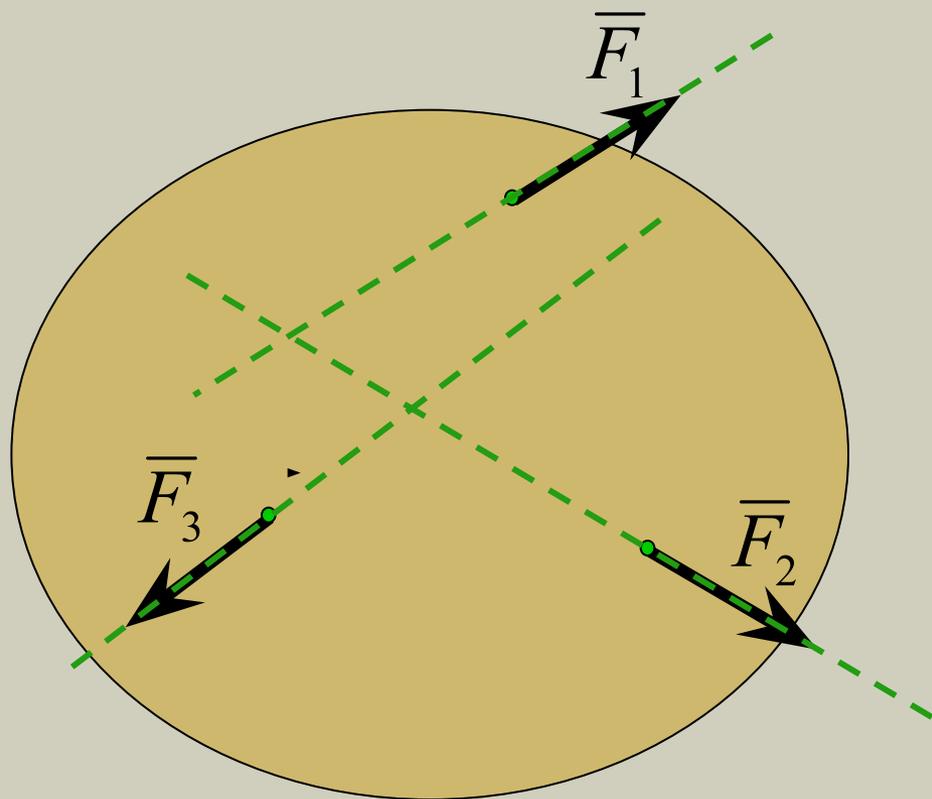
Составитель: Солодовник Е.В.

кафедра Механики деформируемого твердого
тела

ТОГУ

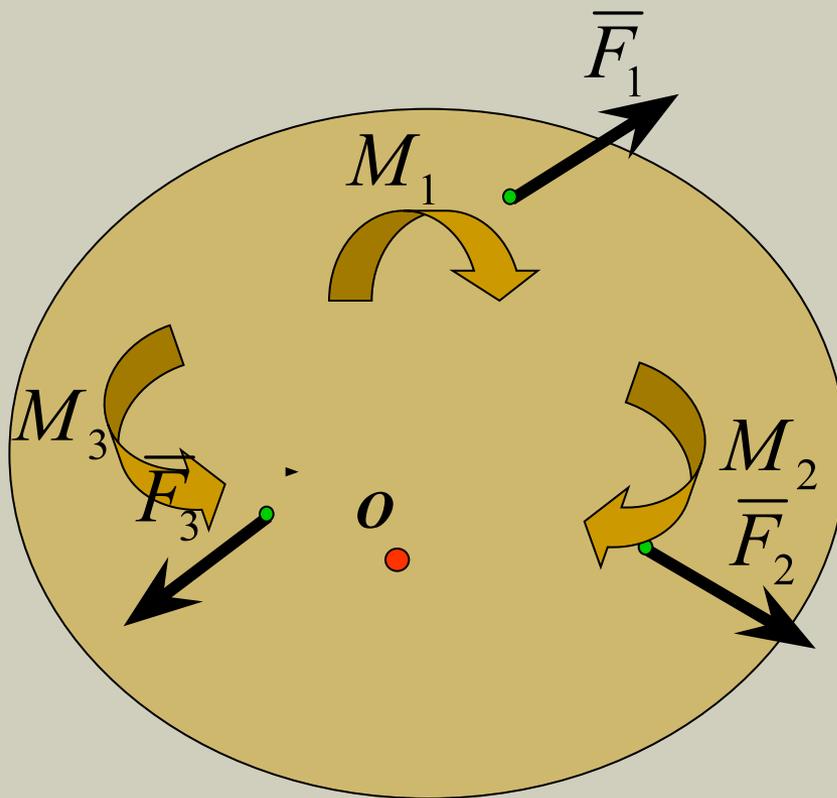
3.1. Приведение произвольной плоской системы сил к простейшему виду

Плоской произвольной системой сил (ППСС) называется плоская система сил, линии действия которых не пересекаются в одной точке.



Приведение произвольной плоской системы сил к простейшему виду

1. Выберем центр приведения – **точку O**



2. Перенесем в точку **O** последовательно все силы. При этом, согласно *теореме о параллельном переносе силы*, к системе добавляется пара сил с соответствующим моментом.

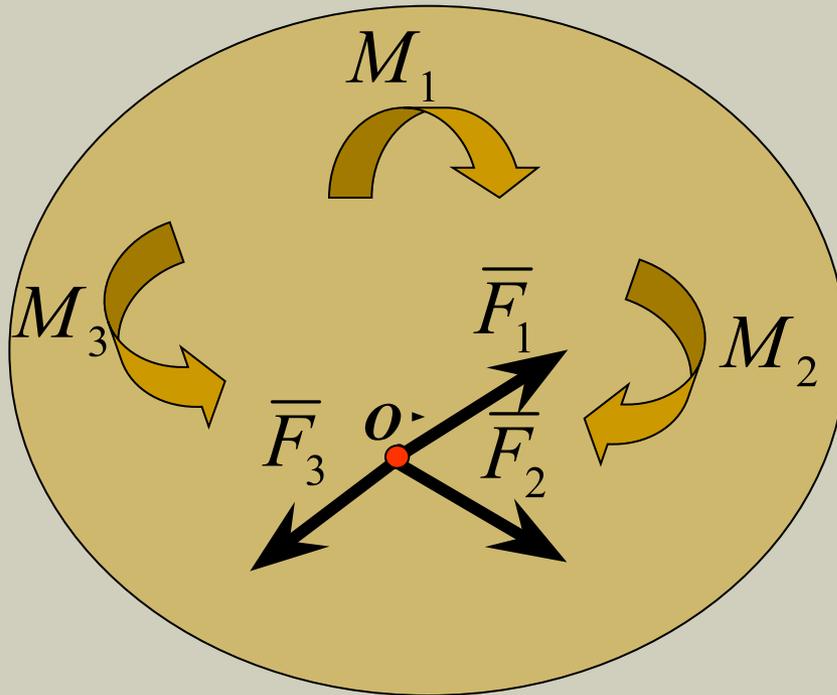
Приведение произвольной плоской системы сил к простейшему виду

3. В результате приведения всех сил к **точке** **O** получена система сил, сходящихся в одной точке:

$$\bar{F}_1, \bar{F}_2, \bar{F}_3$$

и система пар сил с моментами, равными моментам переносимых сил относительно центра приведения:

$$\begin{aligned} M_1 &= M_O(\bar{F}_1), \\ M_2 &= M_O(\bar{F}_2), \\ M_3 &= M_O(\bar{F}_3). \end{aligned}$$



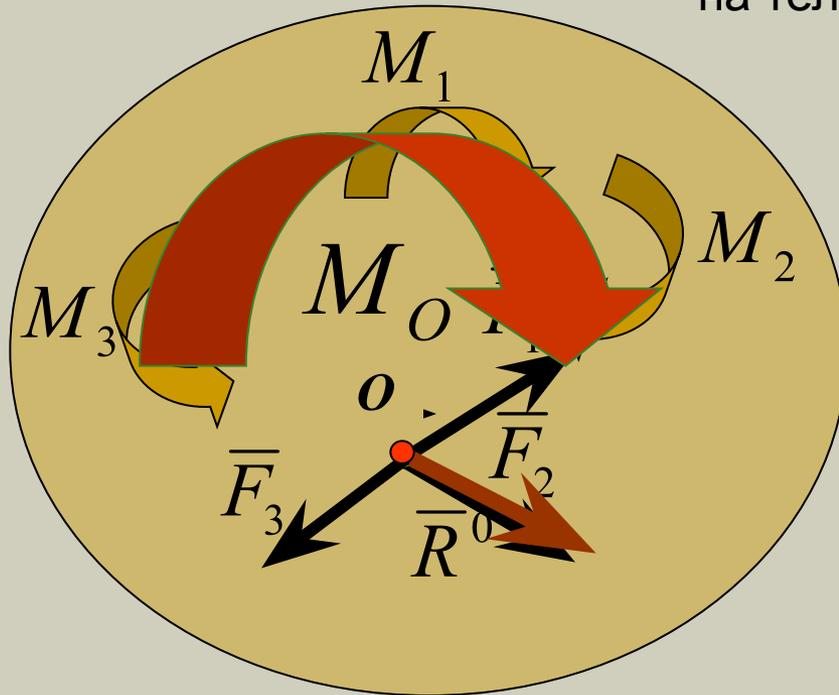
Приведение произвольной плоской системы сил к простейшему виду

4. Система сил, сходящихся в точке **O** приводится к одной результирующей силе R^0 – главному вектору всех сил, равному геометрической сумме всех сил действующих на тело:

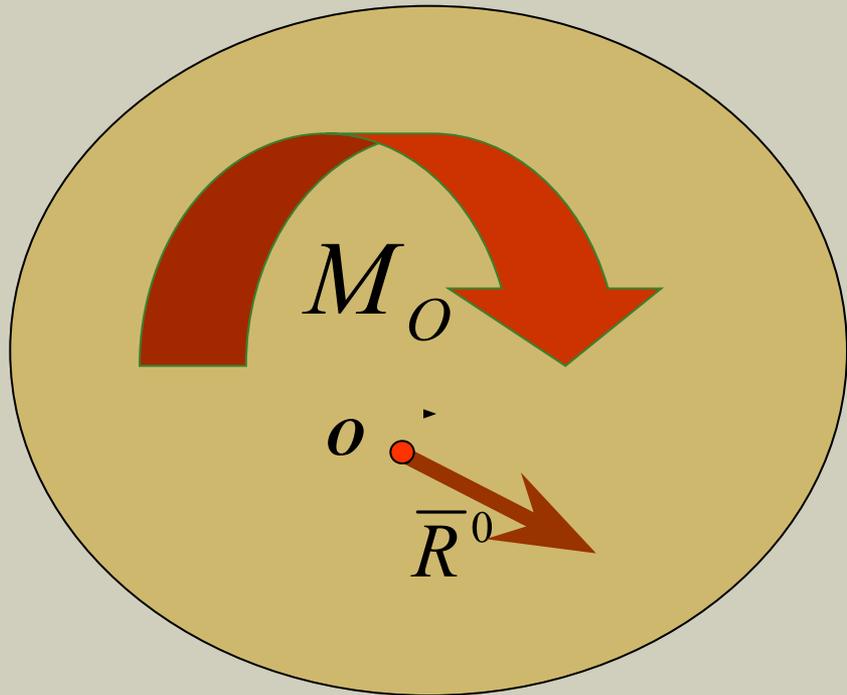
$$\bar{R}^0 = \sum \bar{F}_k = \bar{F}_1 + \bar{F}_2 + \dots + \bar{F}_n$$

Моменты складываются и приводятся к одному результирующему моменту M_0 – главному моменту всех сил

$$M_0 = \sum M_0(\bar{F}_i)$$



Таким образом произвольная плоская система сил приводится к **главному вектору всех сил**, равному геометрической сумме всех сил действующих на тело и к **главному моменту всех сил**, равному сумме моментов всех действующих сил относительно центра приведения.



3.2. Условия равновесия произвольной плоской системы сил

Условия равновесия произвольной плоской системы сил

- Необходимым и достаточным условием равновесия плоской системы сил являются равенство нулю **главного вектора всех сил системы R^0** и **главного момента всех сил системы M_0**

$$\bar{R}^0 = \sum \bar{F}_k = 0$$

и

$$M_0 = \sum M_0(\bar{F}_i) = 0$$

Три формы уравнений равновесия для плоской произвольной системы сил

Основная форма условий равновесия (I форма)

$$\begin{cases} \sum F_{kx} = 0 \\ \sum F_{ky} = 0 \\ \sum M_O(F_k) = 0 \end{cases}$$

За моментную точку (точка O) может быть выбрана любая точка плоскости

II форма условий равновесия

$$\begin{cases} \sum M_A(F_k) = 0 \\ \sum M_B(F_k) = 0 \\ \sum F_{kx} = 0 \end{cases}$$

Ось x не должна быть перпендикулярной к прямой, проходящей через центры A и B

III форма условий равновесия

$$\begin{cases} \sum M_A(F_k) = 0 \\ \sum M_B(F_k) = 0 \\ \sum M_C(F_k) = 0 \end{cases}$$

Центры A , B и C не должны лежать на одной прямой

где :

$$\sum F_{kx} = 0 \quad - \text{уравнение проекций всех сил на ось } x$$

$$\sum F_{ky} = 0 \quad - \text{уравнение проекций всех сил на ось } y$$

$$\sum M_O(F_k) = 0 \quad - \text{уравнения моментов всех сил относительно разных точек: } O,$$

$$\sum M_A(F_k) = 0 \quad A, B, C.$$

$$\sum M_B(F_k) = 0$$

$$\sum M_C(F_k) = 0$$

Моментной может быть выбрана любая точка плоскости.

Важно!

- Для одного твердого тела можно составить только три (!) независимых уравнения равновесия по одной из предложенных форм (I, II, III)

Важно!

- В задаче на равновесие одного твердого тела может быть только **три** неизвестные силы (обычно это реакции связей). Тогда задача будет статически определимой, то есть *решаемой!*

3.3. Виды сил, действующих на тело

Виды сил, действующих на тело:

Активные силы – силы, стремящиеся изменить положение данного тела.

Как правило заданы по условию задачи.

- **Сосредоточенные силы** - силы, действие которых сосредоточено в одной точке.
- **Распределенная нагрузка.**
- **Пары сил с заданным моментом.**

Реактивные силы - силы, препятствующие изменению положения данного тела.

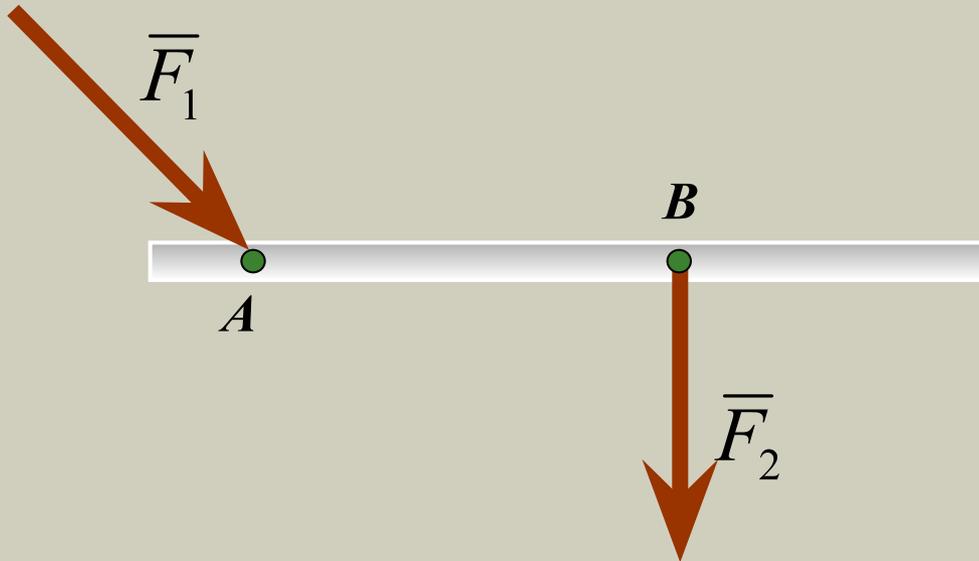
Возникают в результате действия связей на тело.

Как правило являются неизвестными силами. Их действие зависит от активной нагрузки на тело.

см. таблицу реакций связей



Сосредоточенные силы - силы, действие которых сосредоточено в одной точке.



Распределенная нагрузка - силы, действие которых распределено на определенном участке.

Действие распределенной нагрузки характеризуется *интенсивностью q*

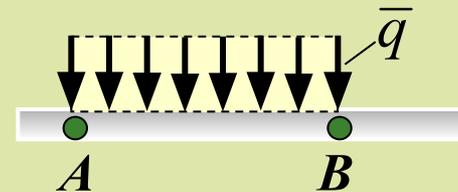
Интенсивность q – сила, действующая на единицу длины отрезка.

Измеряется в *Ньютонах/метр*.

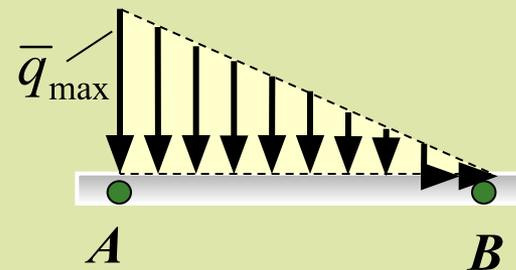
При решении задач распределенная нагрузка заменяется *сосредоточенной силой Q* ,

модуль которой равен суммарному значению всей действующей нагрузки (силовой фигуры), и приложенной так, чтобы линия действия силы прошла через центр тяжести силовой фигуры.

1. Равномерно распределенная нагрузка

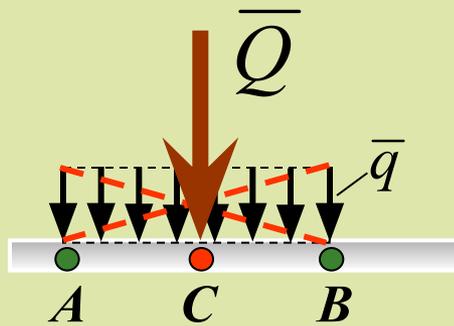


2. Неравномерно распределенная нагрузка



Замена распределенной нагрузки сосредоточенной силой

1. Равномерно распределенная нагрузка:



$$Q = q \cdot l$$

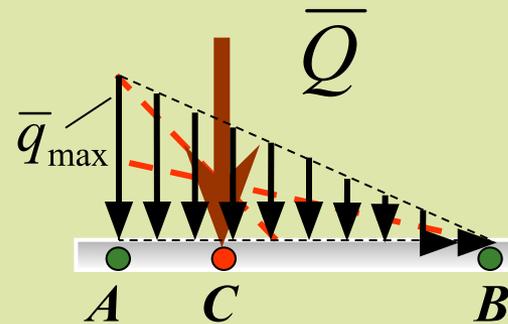
$$AC = \frac{1}{2}l$$

q – интенсивность,

$l = AB$ – длина участка,

Q – результирующая
сосредоточенная сила.

2. Равномерно убывающая нагрузка:



$$Q = \frac{1}{2}q \cdot l$$

$$AC = \frac{1}{3}l$$

q – интенсивность,

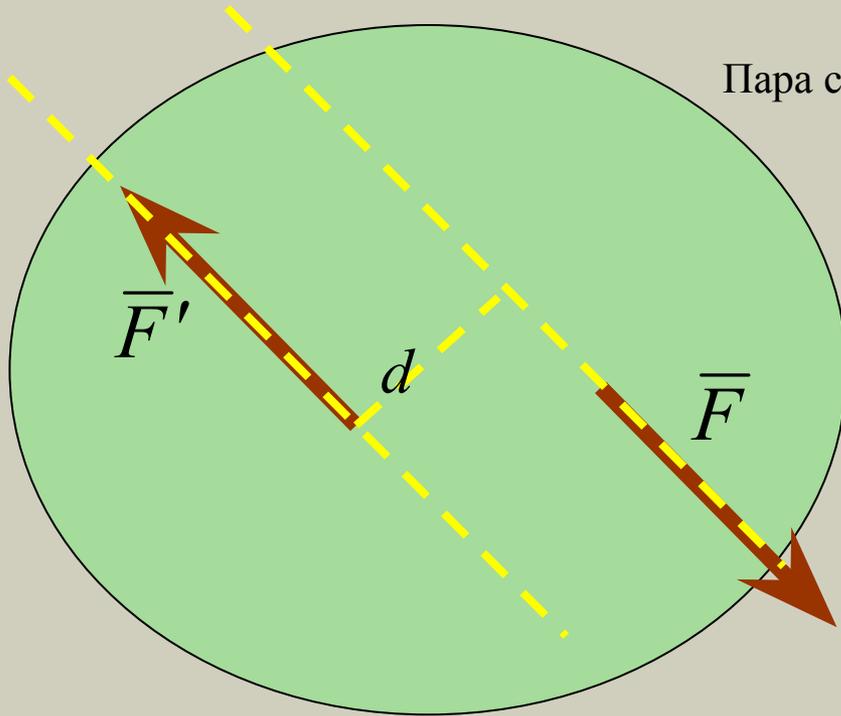
$l = AB$ – длина участка,

Q – результирующая
сосредоточенная сила.



Пара сил – это система двух равных по модулю параллельных сил, направленных в противоположные стороны.

Силы пары не образуют уравновешенную систему сил, хотя геометрическая сумма сил пары равна нулю.



Парой сил *Плечом пары* называется расстояние между линиями действия сил пары.

- Действие пары сил на твёрдое тело характеризуется моментом пары сил
- *Момент пары в плоскости* – это алгебраическая величина, значение которой равно произведению одной из сил пары на ее плечо.

$$M = F \cdot d$$