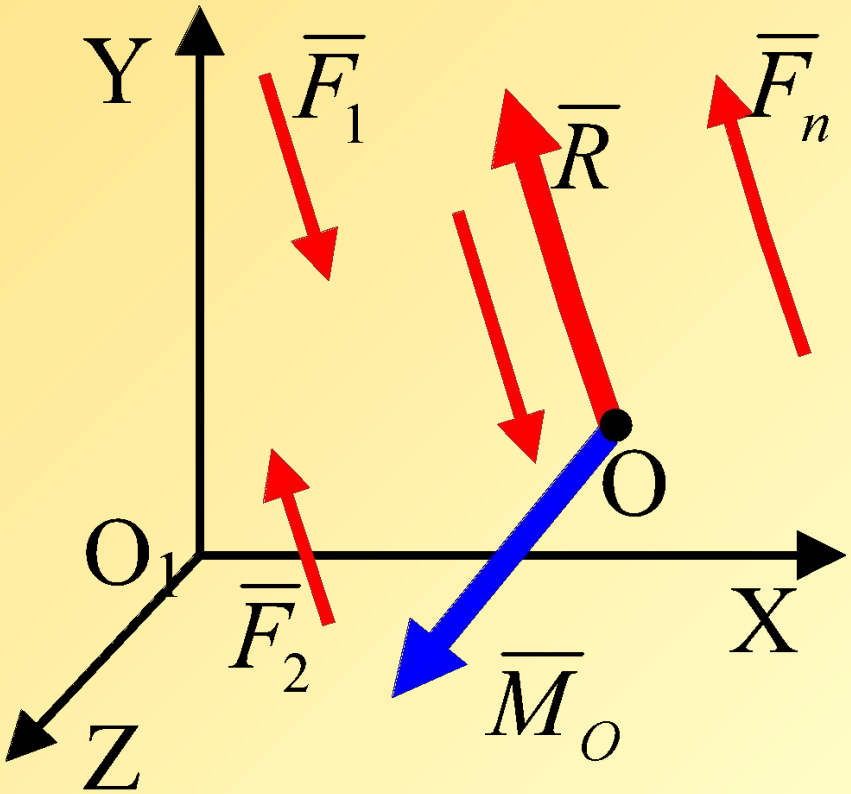
Теоретическая механика

Статика

Лекция № 3

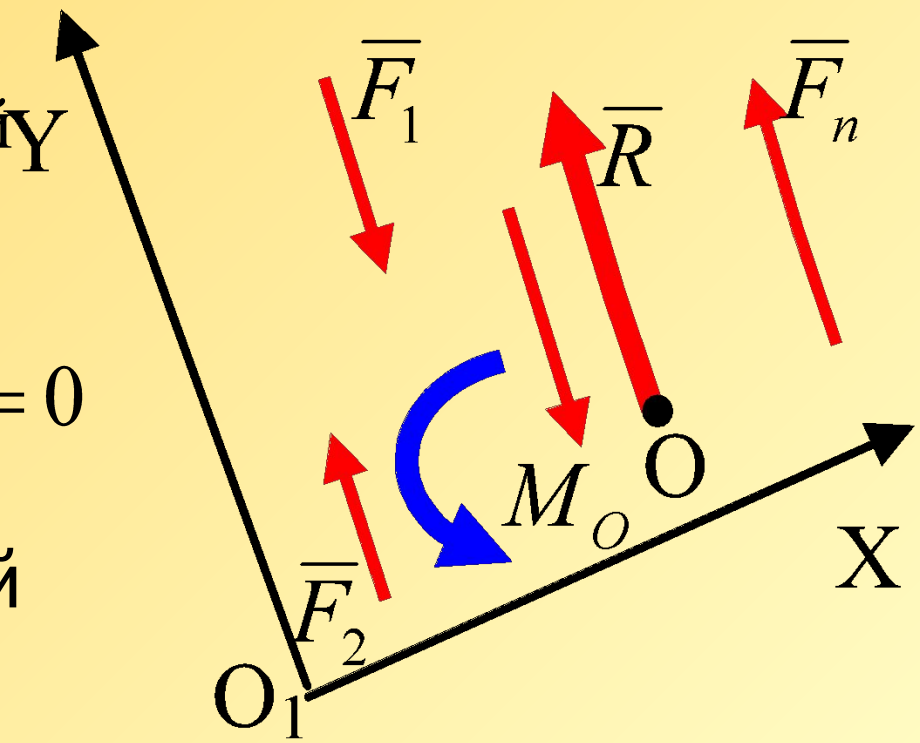
РАВНОВЕСИЕ ПЛОСКОЙ СИСТЕМЫ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СИЛ

- Пусть все силы лежат в плоскости O_1XY. При приведении этой системы сил к произвольному центру (точке) O получим главный вектор $\overline{R}$ // $\overline{F}_1, \overline{F}_2, \ldots \overline{F}_n$ приложенный в точке O, и пару сил с моментом $\overline{M}_O$ //O_1Z.



- Расположим ось O_1Y параллельно силам $\overline{F}_1, \overline{F}_2, \ldots \overline{F}_n$, тогда вектор $\overline{M}_O$ перпендикулярен плоскости O_1XY и его можно считать величиной алгебраической

Из условия следуют две формы аналитических условий равновесия плоской системы параллельных сил.



Из условия $\overline{R} = 0; M_O = 0$ следуют две формы аналитических условий равновесия плоской системы параллельных сил.

Основная форма условий равновесия

- Для равновесия плоской системы параллельных сил необходимо и достаточно, чтобы сумма проекций всех сил на ось *O1Y*, параллельную им, и сумма их моментов относительно ***любой*** точки *O*, лежащей в плоскости действия сил *O1XY*, были равны нулю.

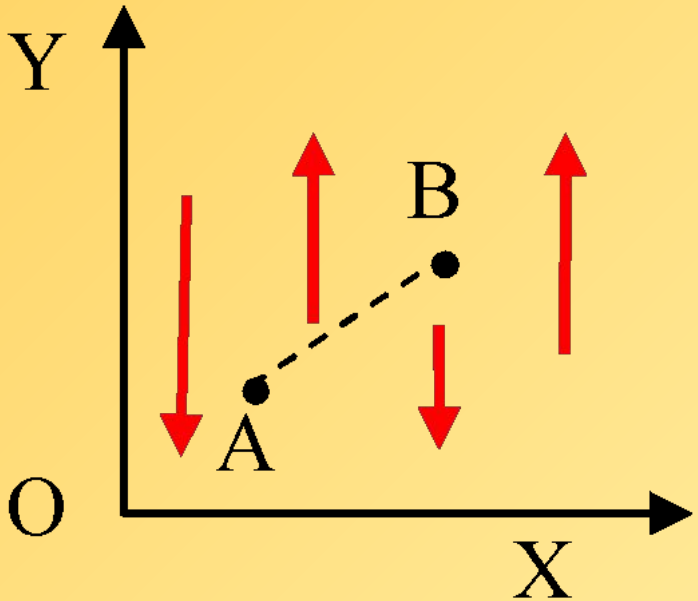
$$\sum F_{kY} = 0; \sum M_O = 0$$

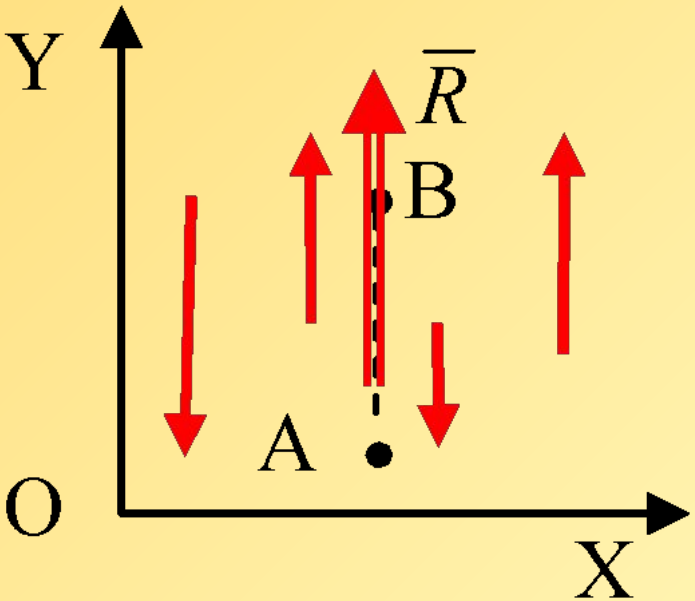
точка O любая в плоскости O_1XY

Вторая форма условий равновесия:

- Для равновесия плоской системы параллельных сил необходимо и достаточно, чтобы суммы моментов всех сил относительно любых двух точек *A* и *B* (причем прямая **AB *не параллельна силам***), были равны нулю

$$\boxed{\begin{gathered}\sum M_A = 0; \sum M_B = 0; \\ AB \text{ не паралльна силам}\end{gathered}}$$

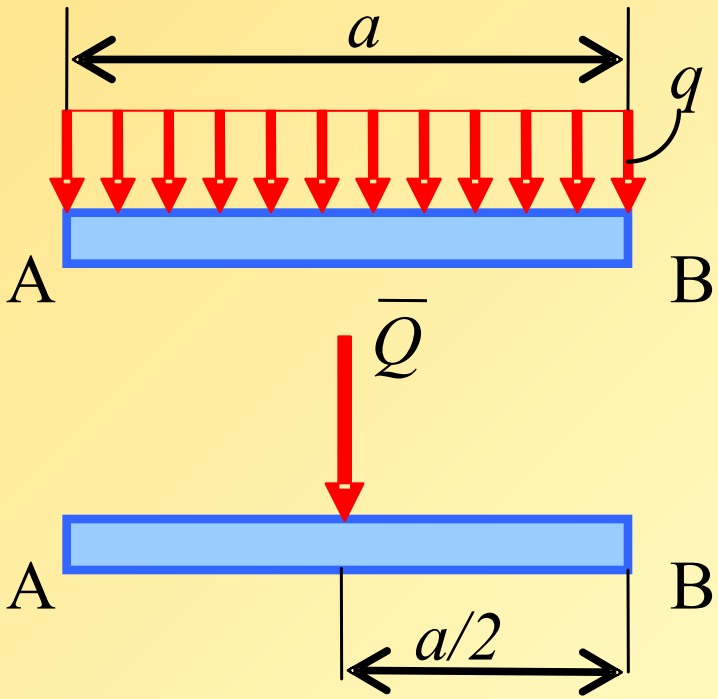




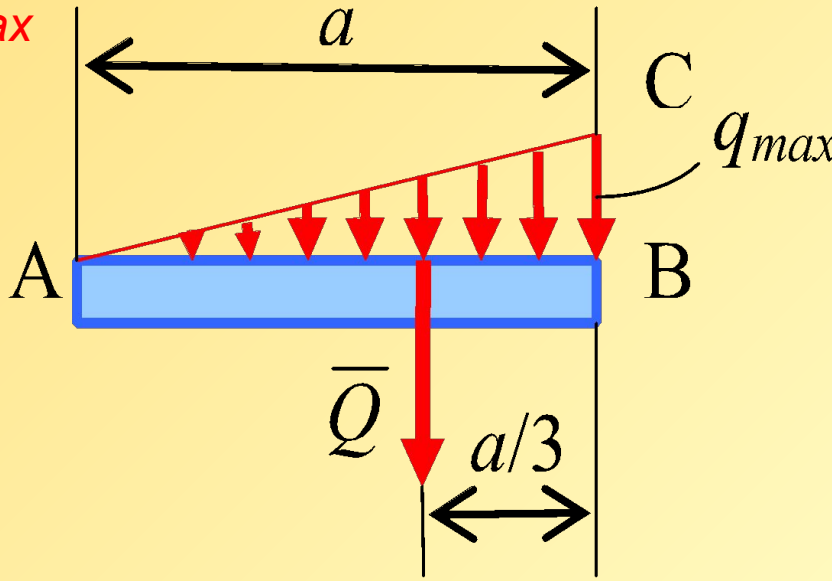
$$\overline{R} \neq 0, a \sum M_A = 0, \sum M_B = 0$$

РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ НАГРУЗКИ

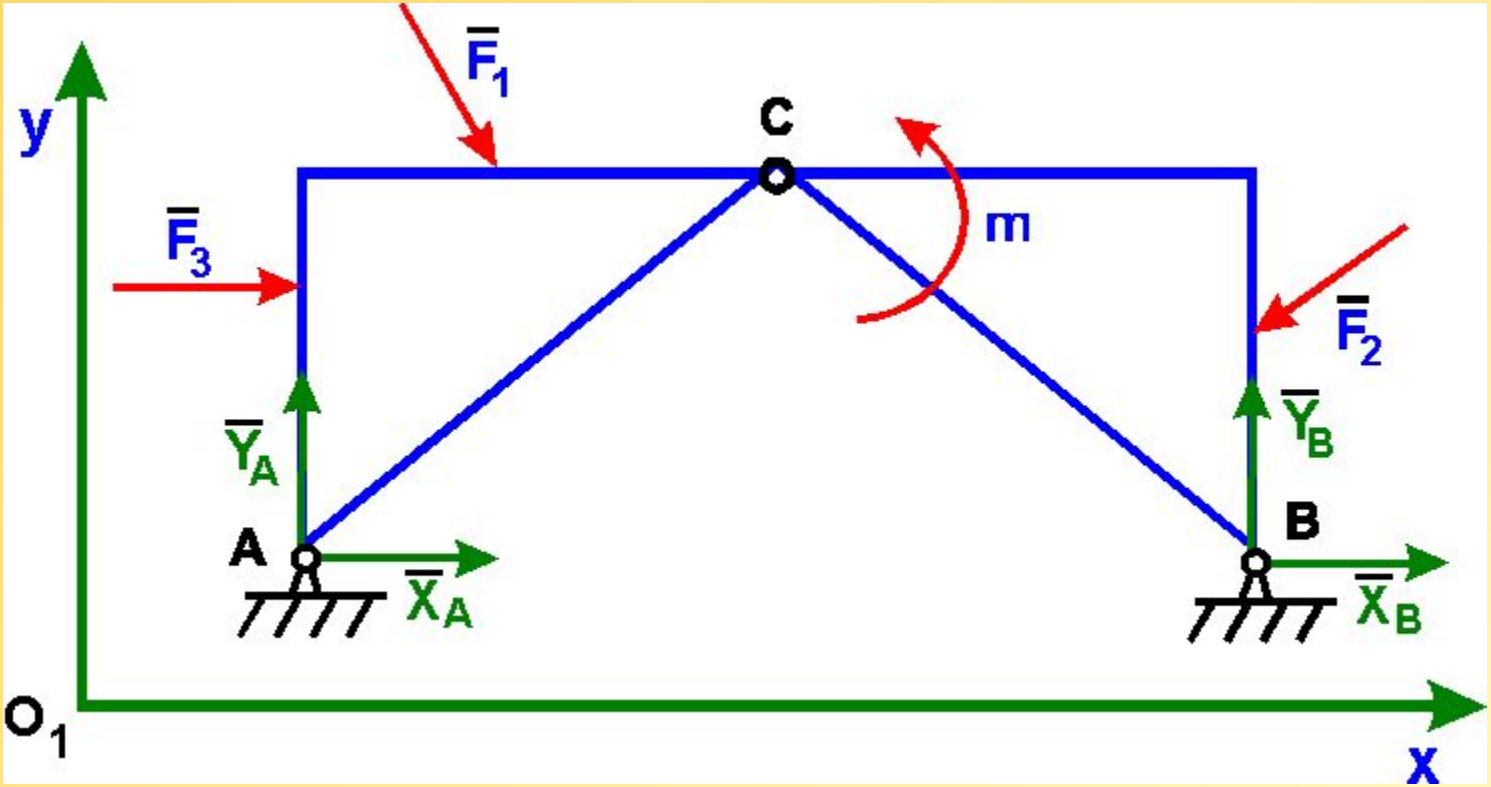
- ***равномерно распределенная*** вдоль прямой нагрузка. Это система параллельных сил, которая характеризуется постоянной ***интенсивностью*** *q* - значением силы, приходящейся на единицу длины нагруженного участка *AB* длиной *a*. Размерность распределенной нагрузки *[q]* = Н/м.
- При статических расчетах эту систему параллельных сил заменяют равнодействующей , приложенной в середине отрезка *AB*, ее модуль равен $Q = q \times a$.



- ***Неравномерно распределенная нагрузка.***
- Параллельные силы увеличиваются от нуля до q_{max} по линейному закону. Равнодействующая таких сил по модулю равна площади треугольника *ABC*,
- $Q = 0{,}5 \times q_{max} \times a$.
- Линия действия равнодействующей силы проходит через центр тяжести треугольника, т. е. на расстоянии $a/3$ от точки *B*.

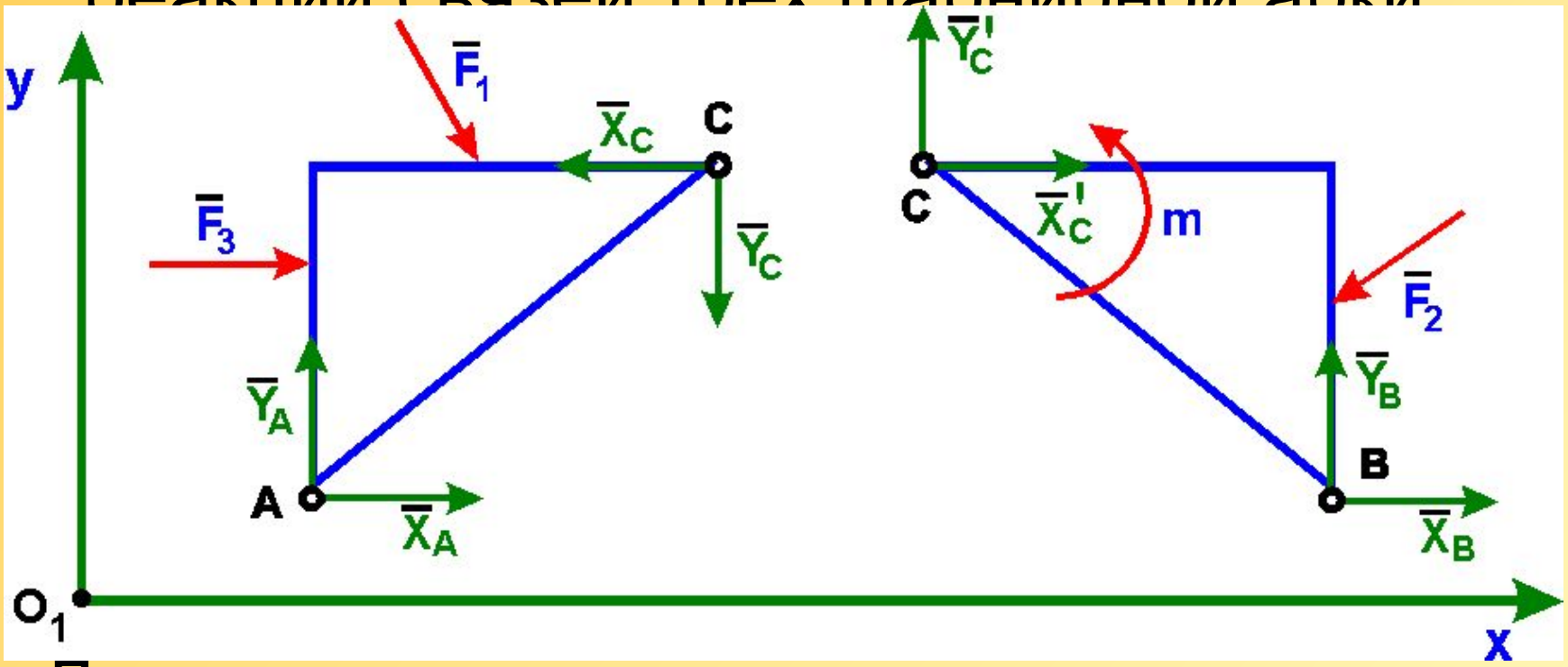


РАВНОВЕСИЕ СИСТЕМЫ ТЕЛ



Связи **между частями конструкции называются** *внутренними (шарнир С),*
скрепляющие конструкцию с другими телами,
- *внешними (шарниры А и В)***.**

реакций связей трех шарнирной арки



- Для определения внутренних и внешних реакций связей трех шарнирной арки расчленим конструкцию по соединительному шарниру *C* на две части и рассмотрим равновесие каждой из частей в отдельности.

- При действии на трех шарнирную арку заданной произвольной плоской системы сил для каждой части можно записать по три уравнения равновесия:

для *AC*

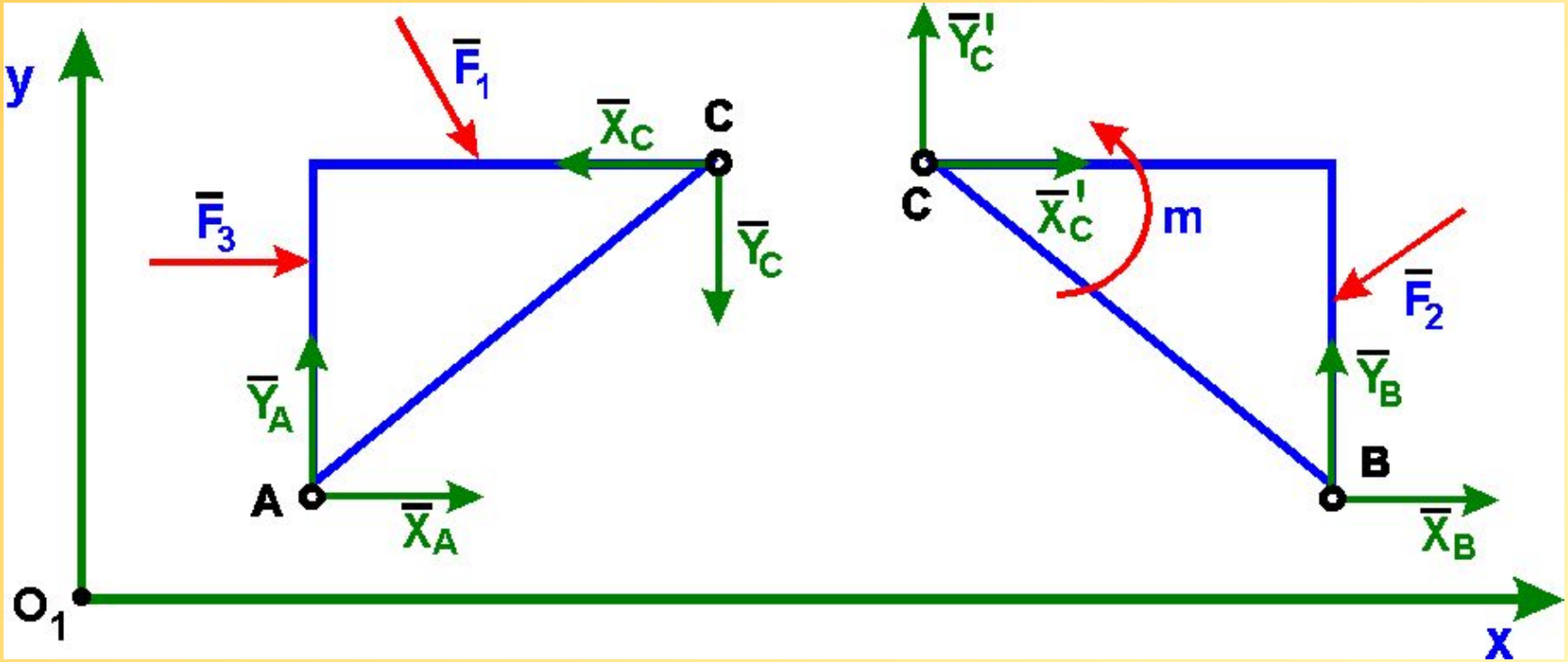
$$\begin{cases} \sum F_{kx} = 0, \\ \sum F_{ky} = 0, \\ \sum m_A(\boldsymbol{F}_k) = 0; \end{cases}$$

для *CB*

$$\begin{cases} \sum F_{kx} = 0, \\ \sum F_{ky} = 0, \\ \sum m_B(\boldsymbol{F}_k) = 0. \end{cases}$$

Статически определимые системы тел

- ***Системы тел (тело)***, для которых ***число неизвестных реакций связей равно числу уравнений равновесия***, называются **статически определимыми**. Если ***число неизвестных реакций связей больше числа уравнений равновесия*** (на одно, два и т.д.), то системы тел называются **статически неопределимыми** (соответственно один, два и т.д. раза). Такие задачи невозможно решить методами статики.



$$\begin{cases} \sum F_{kx} = 0, \\ \sum F_{ky} = 0, \\ \sum m_A(F_k) = 0; \end{cases} \qquad \begin{cases} \sum F_{kx} = 0, \\ \sum F_{ky} = 0, \\ \sum m_B(F_k) = 0. \end{cases}$$

Проверка решения задачи

- ***Для проверки решения задачи*** считают всю конструкцию отвердевшей (принцип отвердевания, аксиома 5, §1). В точке С две части конструкции соединены жестко. Реакции в этой точке отсутствуют.

- ***Графическая проверка***
- Строят в масштабе силовой многоугольник. Если многоугольник замкнут, то задача решена верно.

- ***Аналитическая проверка***
- Составляют одно - два уравнения равновесия для конструкции в целом. Если проверочные уравнения равновесия обращаются в тождества, то задача решена верно.