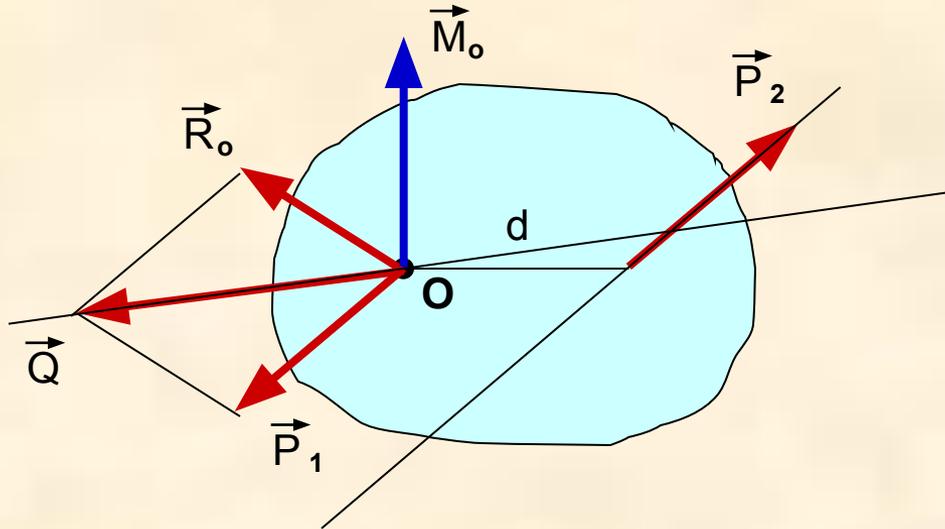


УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ СИЛ

Произвольная пространственная система сил в общем случае может быть приведена к двум скрещивающимся силам



Силы \vec{Q} и \vec{P}_2 - скрещивающиеся

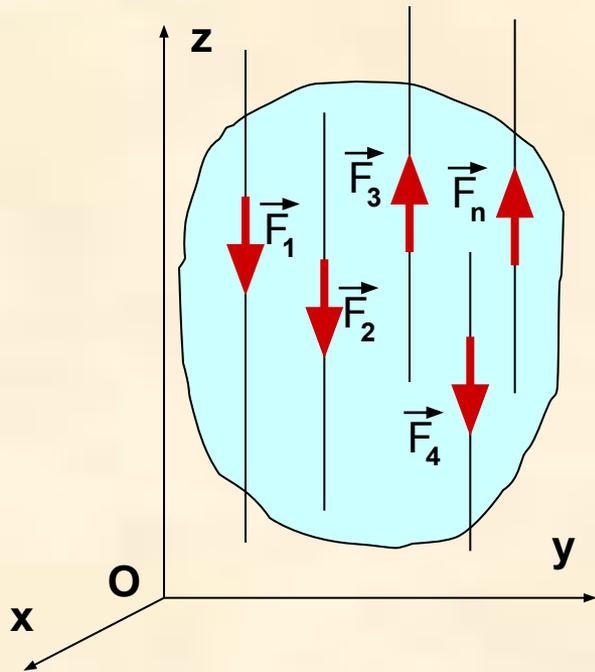
Для равновесия произвольной пространственной системы сил необходимо и достаточно, чтобы главный вектор и главный момент этой системы сил относительно произвольно выбранного центра приведения были равны нулю.

Необходимые и достаточные условия равновесия произвольной пространственной системы сил

$$\begin{cases} \vec{R}_O = \sum_{k=1}^n \vec{F}_k = 0, \\ M_O = \sum_{k=1}^n M_O(\vec{F}_k) = 0. \end{cases} \quad \longrightarrow \quad \begin{cases} \sum_{k=1}^n F_{kx} = 0, \\ \sum_{k=1}^n F_{ky} = 0, \\ \sum_{k=1}^n F_{kz} = 0. \end{cases} \quad \begin{cases} \sum_{k=1}^n M_x(\vec{F}_k) = 0, \\ \sum_{k=1}^n M_y(\vec{F}_k) = 0, \\ \sum_{k=1}^n M_z(\vec{F}_k) = 0. \end{cases}$$

УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ СИЛ

Условия равновесия пространственной системы параллельных сил



$$\sum_{k=1}^n F_{kx} = 0 \quad (1),$$

$$\sum_{k=1}^n F_{ky} = 0 \quad (2),$$

$$\sum_{k=1}^n F_{kz} = 0 \quad (3),$$

$$\sum_{k=1}^n M_x(F_k) = 0 \quad (4),$$

$$\sum_{k=1}^n M_y(F_k) = 0 \quad (5),$$

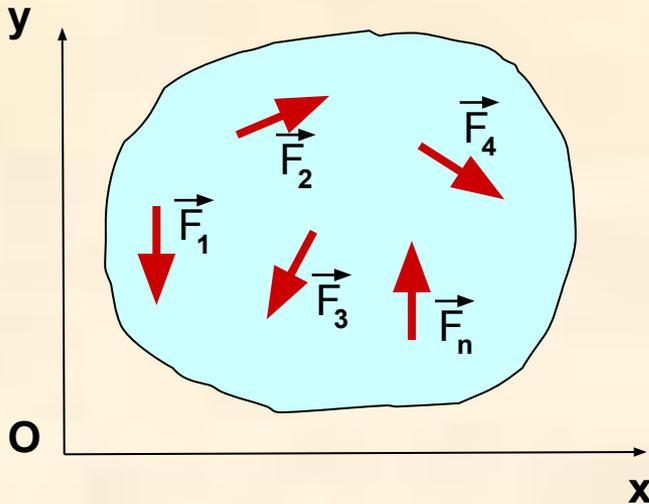
$$\sum_{k=1}^n M_z(F_k) = 0 \quad (6).$$



$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{k=1}^n F_{kz} = 0, \\ \sum_{k=1}^n M_x(F_k) = 0, \\ \sum_{k=1}^n M_y(F_k) = 0. \end{array} \right.$$

УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ СИЛ

Условия равновесия произвольной плоской системы сил



$$\sum_{k=1}^n F_{kx} = 0 \quad (1),$$

$$\sum_{k=1}^n F_{ky} = 0 \quad (2),$$

$$\sum_{k=1}^n F_{kz} = 0 \quad (3),$$

$$\sum_{k=1}^n M_x(\vec{F}_k) = 0 \quad (4),$$

$$\sum_{k=1}^n M_y(\vec{F}_k) = 0 \quad (5),$$

$$\sum_{k=1}^n M_z(\vec{F}_k) = 0 \quad (6).$$



$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{k=1}^n F_{kx} = 0, \\ \sum_{k=1}^n F_{ky} = 0, \\ \sum_{k=1}^n M_O(\vec{F}_k) = 0. \end{array} \right. \quad (I)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{k=1}^n M_A(\vec{F}_k) = 0, \\ \sum_{k=1}^n M_B(\vec{F}_k) = 0, \\ \sum_{k=1}^n M_C(\vec{F}_k) = 0. \end{array} \right. \quad (II)$$

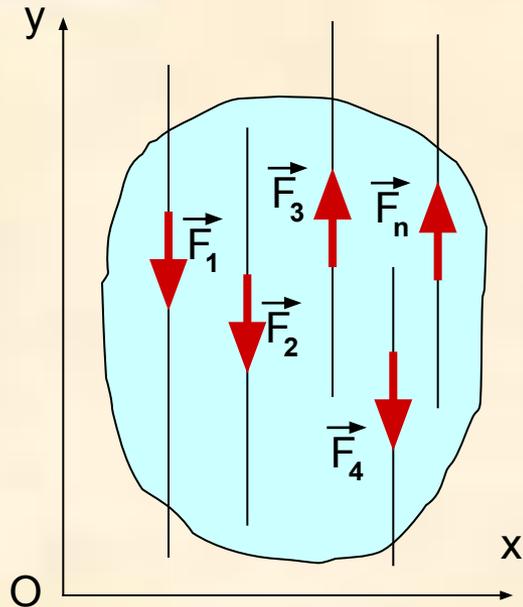
Условие:
точки А, В, С
не лежат
на одной
прямой!

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{k=1}^n M_A(\vec{F}_k) = 0, \\ \sum_{k=1}^n M_B(\vec{F}_k) = 0, \\ \sum_{k=1}^n F_{k\ell} = 0. \end{array} \right. \quad (III)$$

Условие:
ось ℓ ∇ АВ!

УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ СИЛ

Условия равновесия плоской системы параллельных сил



$$\sum_{k=1}^n F_{kx} = 0,$$

$$\sum_{k=1}^n F_{ky} = 0,$$

$$\sum_{k=1}^n M_O(F_k) = 0.$$



$$\begin{cases} \sum_{k=1}^n F_{ky} = 0, \\ \sum_{k=1}^n M_O(F_k) = 0. \end{cases} \quad (I)$$

$$\begin{cases} \sum_{k=1}^n M_A(F_k) = 0, \\ \sum_{k=1}^n M_B(F_k) = 0. \end{cases} \quad (II)$$

Условие:
прямая $AB \neq Oy$!

УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ ЧАСТИЧНО ЗАКРЕПЛЕННЫХ ТЕЛ

Частично закрепленным называют АТТ в случае, когда связи, наложенные на тело, допускают некоторое его перемещение.

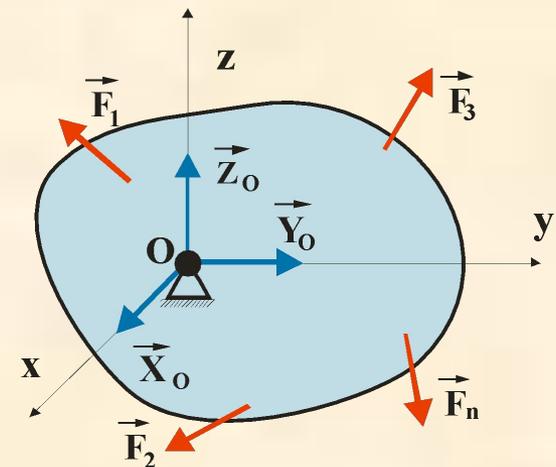
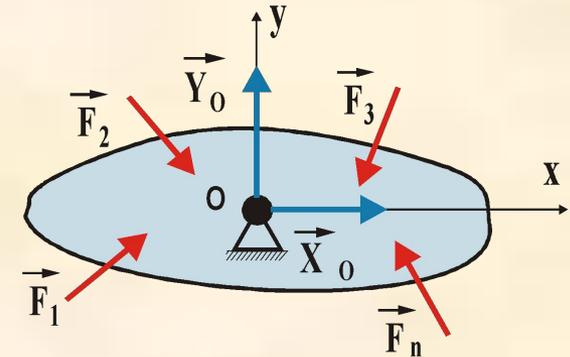
Условиями равновесия частично закрепленного тела называют уравнения, содержащие лишь активные силы и параметры, определяющие положение тела в пространстве и не содержащие реакций связей.

Условие равновесия рычага имеет вид: .

$$\sum M_0(\vec{F}_k) = 0$$

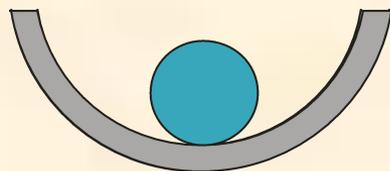
Условия равновесия тела с одной закрепленной точкой имеют вид:

$$\begin{cases} \sum M_x(\vec{F}_k) = 0, \\ \sum M_y(\vec{F}_k) = 0, \\ \sum M_z(\vec{F}_k) = 0. \end{cases}$$

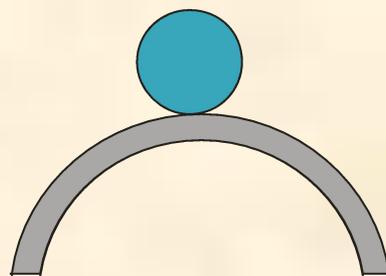


ПОНЯТИЕ ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ

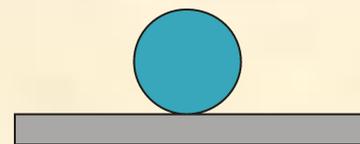
Устойчивым называют положение равновесия частично закрепленного АТТ, обладающее следующим свойством: при любом смещении тела из этого положения возникают силы (моменты), стремящиеся вернуть тело в первоначальное положение равновесия. В противном случае положение равновесия частично закрепленного АТТ называют не устойчивым.



устойчивое



неустойчивое



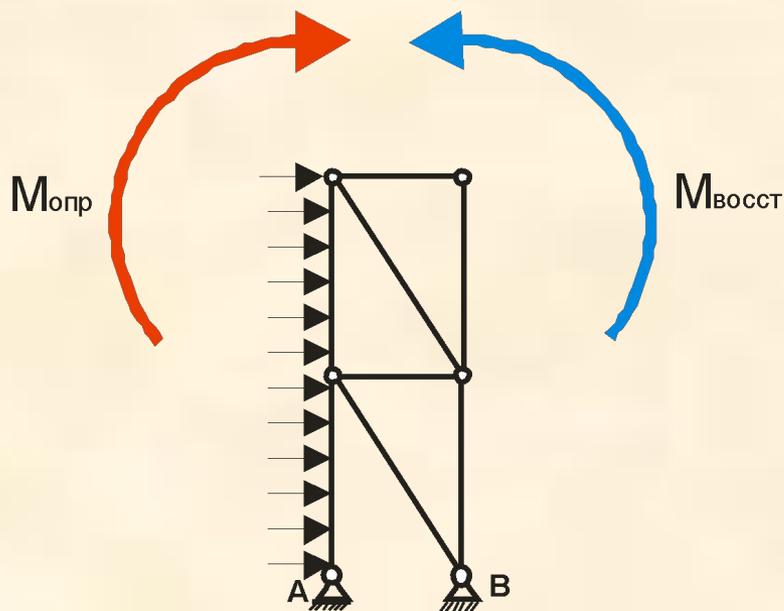
безразличное

Замечание. На практике равновесие частично закрепленного АТТ возможно лишь в устойчивых положениях равновесия. Более подробно критерии устойчивости положений равновесия рассматриваются в разделе «Динамика».

ПОНЯТИЕ ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ

Коэффициентом устойчивости в технике называют отношение величины восстанавливающего момента к величине опрокидывающего момента:

$$K_{уст.} = M_{восст.} / M_{опр.}$$



При построении различных сооружений (плотин, опор электропередач, телебашен, подъемных кранов и т.д.) стараются обеспечить: $K_{уст.} = 1.2 \div 2$.