

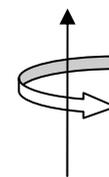
## Первое занятие Статика на плоскости

### Твердое тело. Условия покоя. Две задачи статики.

Классическая механика изучает наиболее простую модель реального тела: абсолютно твердое тело, расстояния между точками которого неизменны.

Свободное твердое тело может совершать шесть движений: перенос и вращение относительно каждой из трех осей декартовых координат. Условия покоя такого тела есть условия остановки всех движений, значит, их число должно быть равно шести.

Если тело движется в плоскости, то оно совершает перенос вдоль двух координат плоскости и вращение вокруг третьей оси. Значит, условий покоя должно быть 3. Положительные направления поворота и переноса согласуем по правилу правого винта.



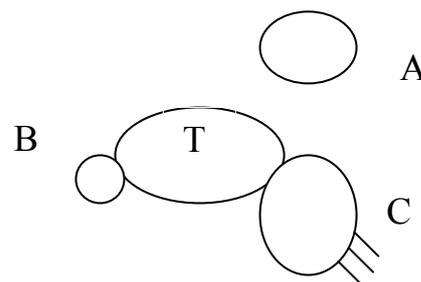
### Типы взаимодействия тел. Нагрузка и реакции связей. Проблема решения прямой задачи статики.

Согласно Галилею, состояние тела (положение и скорости) может измениться только в результате взаимодействия с другими телами. Взаимодействие состоит из **воздействий** тел друг на друга. Изменение состояния (**действие=ускорение**) тела Т есть результат воздействия тел окружения. Законы механики связывают меры воздействия с мерами действия (2й закон Ньютона). Именно поэтому обе меры не могут быть заданы одновременно. Заданные взаимодействия назовем **нагрузкой**.

Существует два типа взаимодействия тел: **дистанционное**, посредством электромагнитного или гравитационного полей, и **контактное**.

Дистанционное взаимодействие может считаться заданным. При контакте тела взаимодействуют по некоторой малой части своей поверхности.

Контактное тело может создавать нагрузку (гаечный ключ В). Чаще оно задает перемещения.



Неподвижные контактирующие тела (например С) называются **связями** тела Т, их воздействие на тело Т неизвестно и называется **реакциями связей**. **Прямая задача статики** состоит в определении реакций по нагрузке. Задача имеет единственное решение, если число неизвестных равно числу условий покоя.

### Сила

Взаимодействие двух точек двух тел характеризуется направлением и интенсивностью. Такие характеристики имеет вектор. Вектор **силы** есть мера взаимодействия. Система сил, действующих на тело, характеризуется главным вектором  $V = \sum F_k$

### Момент силы на плоскости

Сила может не только перемещать тело, но и поворачивать, если зафиксировать другую точку. Это свойство зависит не только от силы, но и от плеча силы. Определение момента как характеристики свойства силы поворачивать тело.

### Главный момент $M_o$ плоской системы сил.

$$M_o = \sum m_o(F_k).$$

Для сил, лежащих в плоскости  $xy$ ,  $V$  лежит в той же плоскости и имеет две проекции а  $M_o$  только одну.

Систему сил с  $V=0$  назовем *вращающей системой*, она характеризуется только своим моментом, который не зависит от центра. Поэтому часто будем называть вращающую систему просто моментом. Пример: пара, ее свойства.

### **Приведение распределенных сил (реакций) к силе и моменту.**

Задача имеет единственное решение, если число неизвестных равно числу уравнений. Распределенные силы в контакте со связью создают бесконечное число неизвестных для  $3x$  (6ти в пространстве) условий покоя. Выручает **теорема Пуансо**:

Не изменяя состояния тела, систему сил (реакций) можно заменить одной *силой*, равной  $V$  и приложенной в произвольной точке  $O$  контакта и *моментом*, равным  $M_o$  (теорема Пуансо). Если в контакте существует точка  $C$ , относительно которой  $M_C=0$ , то в точке  $C$  остается одна сила, которая называется *равнодействующей силы реакции*.

Пример: равномерное и линейное распределение – равнодействующая.

### **Приведенные реакции простейших связей**

**Заделка.** Сила и момент направлены произвольно. Шесть неизвестных в пространстве, 3 -на плоскости. Т.е. неизвестных столько, сколько уравнений и заделка достаточна для покоя.

Далее все реакции по принципу: нет ограничения- нет силы (момента).

### **Статически определимые и избыточные связи.**

В статике твердого тела рассматриваются только *статически определимые* связи. Это достаточные для покоя связи, все реакции которых исчезают вместе с нагрузкой.

Два простых мысленных эксперимента позволяют проверить нет ли среди связей избыточных. Во-первых можно мысленно дать малые перемещения опорам. Во-вторых можно мысленно нагреть тело. Если это повлияет на реакции, то связи избыточны.

**Пример с балкой.** Легко проверить что горизонтальное перемещение опоры  $B$  или нагрев балки в приведенном примере влияют на реакции  $X$  и  $N$  при  $\alpha=0$  и не влияют при других значениях.

Таким образом, при постановке новой связи нужно следить за тем, чтобы:

- 1) Реакции в двух точках не могли оказаться на прямой, соединяющей эти точки,
- 2) Моменты реакций не могли оказаться параллельными.

Тогда связи окажутся статически определимыми.

### **Условия сохранения покоя тела**

Векторные- Для плоской системы- Алгебраическая система- Ненулевой определитель (Нет пропорциональных столбцов= нет реакций на одной прямой и параллельных моментов)

### **Пример**