

# Техническа я механика

# Пара сил. Момент пары.

Теорию пар разработал французский ученый-механик Л. Пуансо (1777-1859гг)

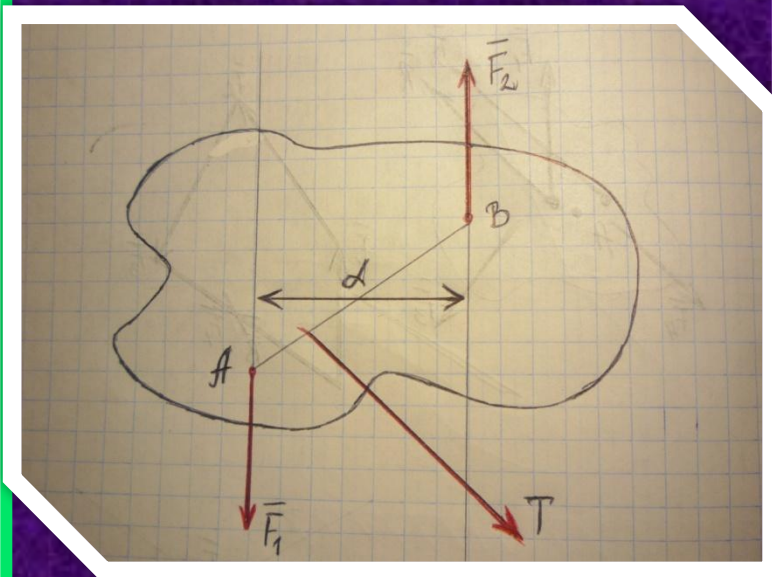


**Парой сил называется система двух равных по модулю, параллельных и направленных в противоположные стороны сил.**

**Система сил, образующих пара, не находится в равновесии.**

**Плоскостью действия пары называется плоскость, проходящая через линии действия пары сил.**

**Плечом пары называется расстояние  $a$  между**

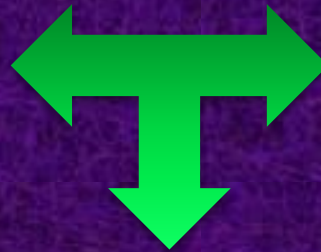


**Действие пары сил на твердое**

**тело сводится к некоторому  
вращательному эффекту,  
который характеризуется  
величиной, называемой  
моментом пары.**

# Момент пары определяется:

Модулем,  
равным  
произведению  
 $F \cdot d$



Направлением  
поворота пары  
в этой  
плоскости

Положением в  
пространстве  
плоскости  
действия пары

**Моментом пары сил называется вектор  $\vec{T}(\vec{F})$ , модуль которого равен произведению модуля одной из сил пары в ту сторону, откуда пара видна стремящейся повернуть тело против хода часовой стрелки ( $[T]=H*m$ ).**

**Момент пары может быть приложен в любой точке (такой вектор называется свободным).**

**Две пары сил, имеющие одинаковые моменты, эквивалентны, т.е. оказывают на тело одинаковое механическое действие.**

# Теорема 1 - о сложении пар:

- Если на тело действует несколько пар сил с моментами  $T_1, T_2, \dots, T_n$ , то сумма моментов всех пар сил эквивалентна одной паре с момента  $T = \sum_{i=1}^n T_i$

# Свойства пары сил:

1. Пару, не изменяя оказываемого ею на твердое тело действия, можно переносить куда угодно в плоскости ее действия
2. У данной пары можно произвольно менять модули сил или длину плеча, сохраняя неизменным ее момент
3. Пару можно перенести из данной плоскости в любую другую плоскость, параллельную данной



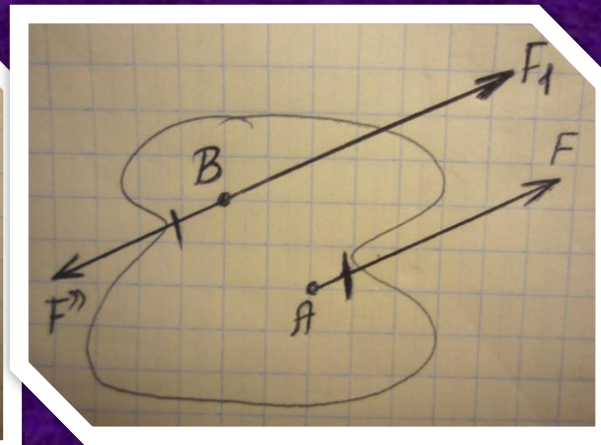
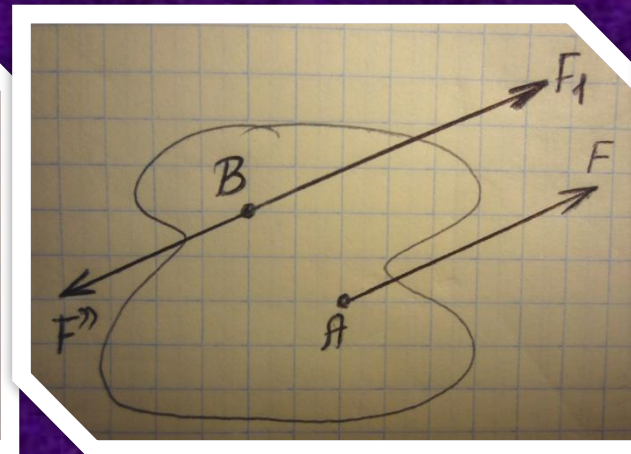
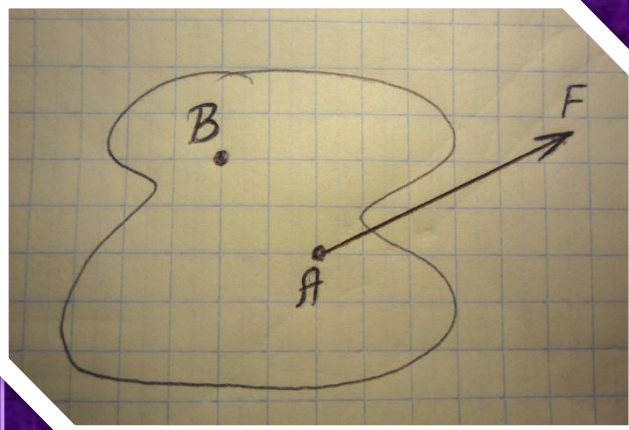
# Теорема 2:

**Силу, приложенную к абсолютно твердому телу, можно переносить в любую другую точку тела, прибавляя при этом пару с моментом, равным моменту переносимой силы относительно точки, куда сила переносится.**

**Действие силы при этом не изменится.**

# Доказательство теоремы

## 2:



1) Пусть имеется сила  $F$ , приложенная в  $(.)A$ . Требуется перенести ее в  $(.)B$ .

2) В  $(.)B$  добавим уравновешенную систему сил  $F' = F'' = F$

3) В итоге образовалась пара сил  $(\vec{F}''', \vec{F})$  и сила  $F' = F$ , но приложенная в  $(.)B$

# Теорема 3:

Любая система сил, действующих на абсолютно твердое тело, при приведении к произвольно выбранному центру заменяется одной силой, равной главному вектору системы сил и приложенной в центре приведения, и одной парой с моментом, равным главному моменту системы сил относительно центра

Для равновесия любой системы сил необходимо и достаточно, чтобы главный вектор этой системы сил и ее главный момент относительно любого центра были равны нулю:  $\vec{R}=0, \vec{M}_O=0$

# Теорема Вариньона:

**Если данная система сил имеет равнодействующую, то момент равнодействующей относительно любого центра равен сумме моментов сил системы**

**относительно того**



**Вариньон (1654-1722гг)  
франц. Физик, математик,**

**механик**

# Условия равновесия:

1

Для равновесия произвольной плоской системы сил необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на каждую из двух координатных осей и сумма их моментов относительно любого центра, лежащего в плоскости действия сил, были равны нулю:

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum M_0(F) = 0$$

# Условия равновесия:

2

Для равновесия произвольной плоской системы сил необходимо и достаточно, чтобы суммы моментов всех этих сил относительно каких-нибудь двух центров (А и В) и сумма их проекций на ось Ох, перпендикулярную прямой АВ, были равны нулю:

$$\sum M_A(\mathbf{F})=0$$

$$\sum M_B(\mathbf{F})=0$$

$$\sum F_x=0$$

# Условия равновесия:

3

Для равновесия произвольной плоской системы сил необходимо и достаточно, чтобы суммы моментов всех этих сил относительно любых трех центров А, В и С, не лежащих на одной прямой, были равны нулю:

$$\sum M_A(\vec{F})=0$$

$$\sum M_B(\vec{F})=0$$

$$\sum M_C(\vec{F})=0$$

(уравнения трех моментов)

**Благодарю за  
внимание!**

