

**Тема 4. Пара сил и момент сил
относительно точки. Плоская система
произвольно расположенных сил.**

1. Пара сил. Момент пары сил. Момент силы относительно точки

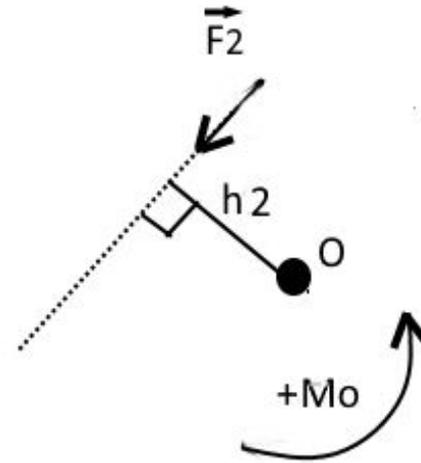
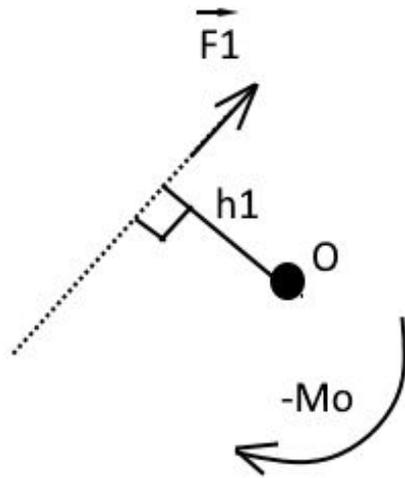
Сила, действующая на тело, вызывает вращательное движение тела, характеризуется как *момент силы*.

Момент силы относительно точки - скалярная величина, равная произведению силы на кратчайшее расстояние (плечо) от точки O до линии действия силы с учетом соответствующего знака “+” или “-”.

+M_o(F) **Положительный момент силы:** если сила поворачивает тело вокруг точки O против часовой стрелки.

-M_o(F) **Отрицательный момент силы:** если сила поворачивает тело вокруг точки O по ходу часовой стрелки.

Плечо относительно точки (h) - перпендикуляр, опущенный из точки O на линию действия силы.



M_o - момент силы относительно точки O

h - плечо относительно т. O

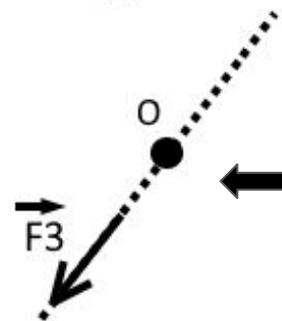
т. O - точка вокруг, которой совершается вращательное движения

\vec{F} - сила, действующая на т. O

$$M_o(\vec{F}) = \pm Fh.$$

Измеряется:

$$[M_o(F)] = \text{Н*м}$$

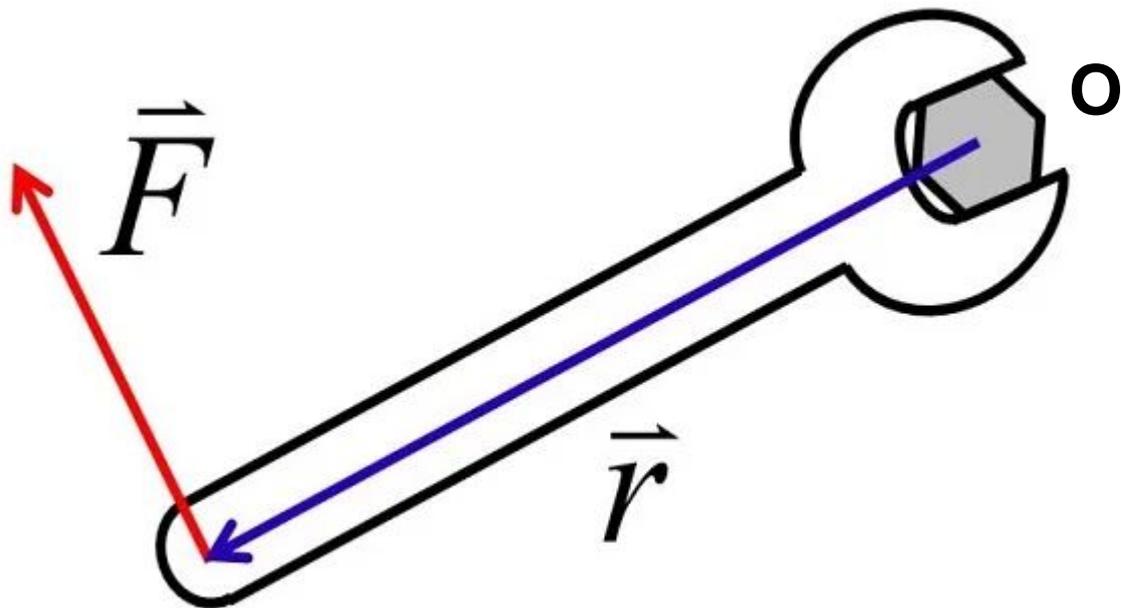


исключение:
если линия
действия силы
проходит через
точку O , то
момент силы
равен нулю.
 $M_o(F) = 0$

Пример вращательного движения

F - сила

r - плечо



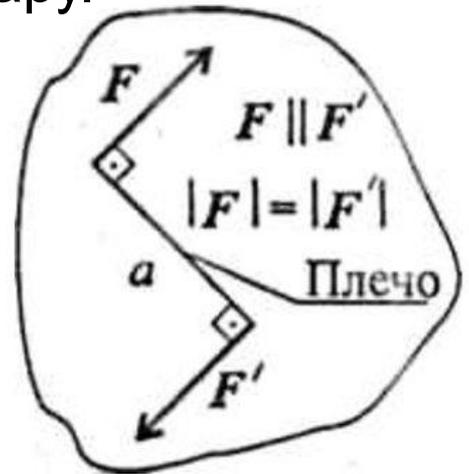
Пара сил

Пара сил - система двух сил, равных по модулю, параллельных друг другу и направленных в разные стороны.

Плечо пары сил - кратчайшее расстояние (перпендикуляр) между линиями действия сил, составляющих пару.

$F = F'$ - пара сил

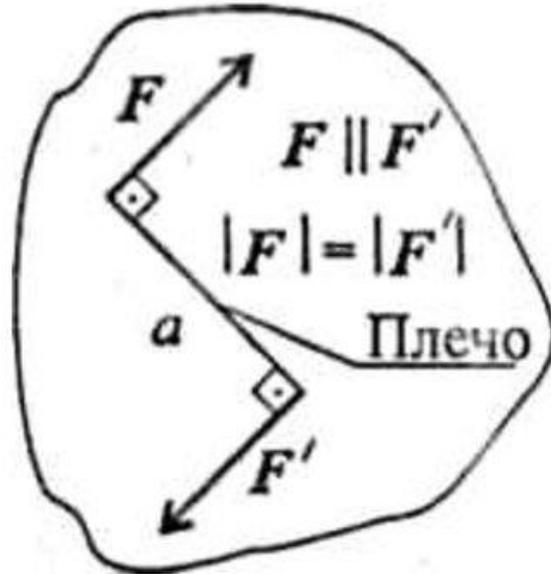
a - плечо пары сил



Момент пары сил

Момент пары сил - произведение, взятое со знаком “+” или “-”, модуля одной силы на плечо пары.

$$M(F;F') = \pm F \cdot a$$



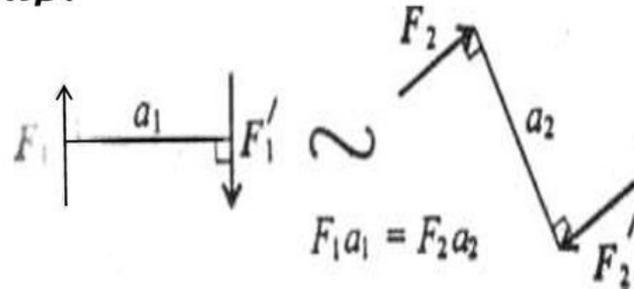
СВОЙСТВА ПАР

(БЕЗ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ):

1 ○ Пару сил можно перемещать в плоскости ее действия.

2 ○ Эквивалентность пар.

Две пары, моменты которых равны, эквивалентны.

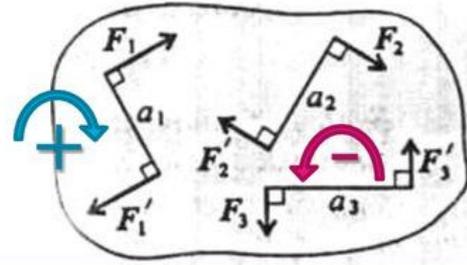


(две пары сил, которые одинаково действуют на тело)



СВОЙСТВА ПАР

(БЕЗ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ):



3 ◦ Сложение пар сил.

Систему пар сил можно
заменить

равнодействующей парой.

$$M_{\Sigma} = F_1 a_1 + F_2 a_2 + F_3 a_3 + \dots + F_n a_n;$$

$$M_{\Sigma} = \sum m_k$$

где $m_k = F_n \cdot a_n$

- 4 ◦ Равновесие пар. Для равновесия пар необходимо и достаточно, чтобы алгебраическая сумма моментов пар системы равнялась нулю

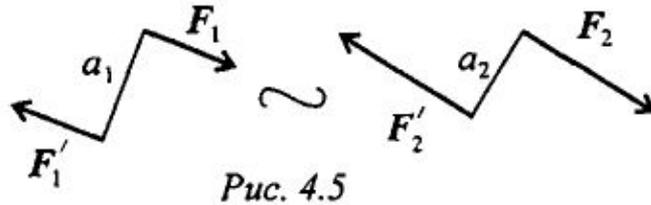
$$M_{\Sigma} = 0;$$

$$\sum m_k = 0$$



Решение задачи 1

Дана пара сил $|F_1| = |F_1'| = 42 \text{ кН}$; плечо 2 м. Заменить заданную пару сил эквивалентной парой с плечом 0,7 м (рис. 4.5).



$$m_1 = F_1 a_1; m_1 = 42 \cdot 2 = 84 \text{ кН}\cdot\text{м};$$
$$\text{Откуда } F_2 = \frac{84}{0,7} = 120 \text{ кН}.$$

- $M_1 = -M_2$
F - вектор. "-" не учитываем
F (сила) - не может быть отрицательной

Решение:

Пары сил эквивалентны, если моменты этих пар численно равны:

$$m_2 = F_2 a_2; m_1 = m_2.$$

Решение задачи 2

Дана система пар сил (рис. 4.6). Определить момент результирующей пары.

Решение:

Момент результирующей пары равен алгебраической сумме моментов пар системы:

$$M_{\Sigma} = \sum_0^n m_k.$$

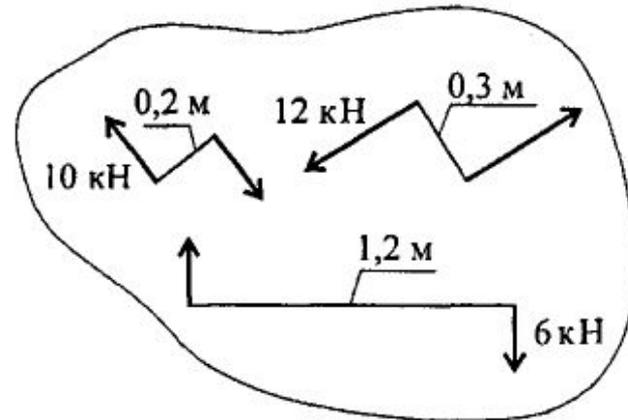


Рис. 4.6

Решение задачи 2

Подставив численные значения, получим:

$$m_1 = -10 \cdot 0,2 = -2 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$m_2 = 12 \cdot 0,3 = 3,6 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$m_3 = -6 \cdot 1,2 = -7,2 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$M_{\Sigma} = -2 + 3,6 - 7,2 = -5,6 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$