

Рассмотрим самый простой и распространённый механизм — рычаг.

*Рычаг представляет собой твёрдое тело, которое может вращаться вокруг неподвижной опоры.*

На рисунке 164 показано, как рабочий для поднятия груза использует в качестве рычага лом. В первом случае рабочий с силой  $F$  нажимает на конец лома  $B$ , во втором — приподнимает конец  $B$ .

Рабочему нужно преодолеть вес груза  $P$  — силу, направленную вертикально вниз. Он поворачивает для этого лом вокруг оси, проходящей через единственную *неподвижную* точку лома — точку его опоры  $O$ . Сила  $F$ , с которой рабочий действует на рычаг, меньше силы  $P$ , таким образом, рабочий получает *выигрыш в силе*. При помощи рычага можно поднять такой тяжёлый груз, который без рычага поднять нельзя.

На рисунке 167 изображён рычаг, ось вращения которого  $O$  (точка опоры) расположена между точками приложения сил  $A$  и  $B$ . На рисунке 168 показана схема этого рычага. Обе силы  $F_1$  и  $F_2$ , действующие на рычаг, направлены в одну сторону.

**Кратчайшее расстояние между точкой опоры и прямой, вдоль которой действует на рычаг сила, называется плечом силы.**

*Чтобы найти плечо силы, надо из точки опоры опустить перпендикуляр на линию действия силы.*



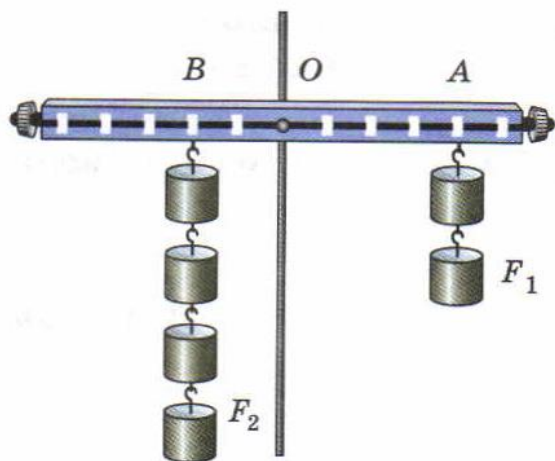


Рис. 167. Рычаг с осью вращения

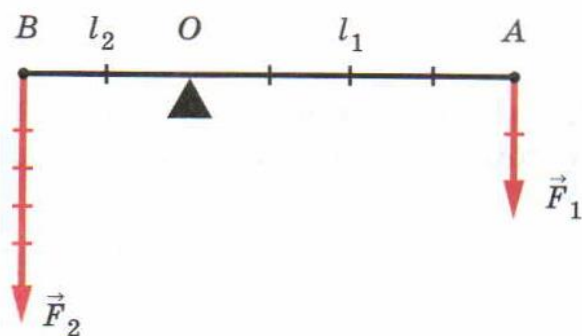


Рис. 168. Графическое изображение рычага с осью вращения

Длина этого перпендикуляра и будет плечом данной силы. На рисунке 168 показано, что  $OA$  — плечо силы  $F_1$ ;  $OB$  — плечо силы  $F_2$ . Силы, действующие на рычаг, могут повернуть его вокруг оси в двух направлениях: по ходу или против хода часовой стрелки. Так, сила  $F_1$  (см. рис. 167) вращает рычаг по ходу часовой стрелки, а сила  $F_2$  вращает его против хода часовой стрелки.

Условие, при котором рычаг находится в равновесии под действием приложенных к нему сил, можно установить на опыте. При этом надо помнить, что результат действия силы зависит не только от её числового значения (модуля), но и от того, в какой точке она приложена к телу и как направлена.

К рычагу (см. рис. 167) по обе стороны от точки опоры подвешивают различные грузы так, чтобы рычаг каждый раз оставался в равновесии. Действующие на рычаг силы равны весам этих грузов. Для каждого случая измеряют модули сил и их плечи. Из опыта, изображённого на рисунке 167, видно, что сила 2 Н уравнивает силу 4 Н. При этом, как видно из рисунка, плечо меньшей силы в 2 раза больше плеча большей силы.

На основании таких опытов было установлено условие (правило) равновесия рычага.

**Рычаг находится в равновесии тогда, когда силы, действующие на него, обратно пропорциональны плечам этих сил.**

Это правило можно записать в виде формулы

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1},$$

где  $F_1$  и  $F_2$  — силы, действующие на рычаг,  $l_1$  и  $l_2$  — плечи этих сил (см. рис. 168).

Правило равновесия рычага было установлено Архимедом около 287—212 гг. до н. э.

Из этого правила следует, что *меньшей силой можно уравновесить при помощи рычага большую силу*. Пусть одно плечо рычага в 2 раза больше другого (см. рис. 167). Тогда, прикладывая в точке  $A$  силу, например, в 400 Н, можно в точке  $B$  уравновесить рычаг силой, равной 800 Н. Чтобы поднять ещё более тяжёлый груз, нужно увеличить длину плеча рычага, на которое действует рабочий.

*Пример.* С помощью рычага рабочий поднимает каменную глыбу массой 240 кг (см. рис. 164). Какую силу прикладывает он к большему плечу рычага, равному 2,4 м, если меньшее плечо равно 0,6 м?

Запишем условие задачи и решим её.

Дано:
$m = 240 \text{ кг}$
$g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$
$l_1 = 2,4 \text{ м}$
$l_2 = 0,6 \text{ м}$
$F_1 — ?$

Решение:

По правилу равновесия рычага  $\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$ , откуда  $F_1 = F_2 \frac{l_2}{l_1}$ , где  $F_2 = P$  — вес плиты. Вес плиты  $P = gm$ ,  $P = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 240 \text{ кг} \approx 2400 \text{ Н}$ .

$$\text{Тогда } F_1 = 2400 \text{ Н} \cdot \frac{0,6 \text{ м}}{2,4 \text{ м}} = 600 \text{ Н}.$$

**Ответ:**  $F_1 = 600 \text{ Н}$ .



В нашем примере рабочий преодолевает силу 2400 Н, прикладывая к рычагу силу 600 Н. Он получает выигрыш в силе в 4 раза. Но при этом плечо, на которое действует рабочий, в 4 раза длиннее того, на которое действует вес плиты ( $l_1 : l_2 = 2,4 \text{ м} : 0,6 \text{ м} = 4$ ).

Применяя правило рычага, можно меньшей силой уравновесить бóльшую силу. При этом плечо меньшей силы должно быть длиннее плеча большей силы.

**?** Вопросы

1. Что представляет собой рычаг?
2. Что называют плечом силы?
3. Как найти плечо силы?
4. Какое действие оказывают на рычаг силы?
5. В чём состоит правило равновесия рычага?
6. Кто установил правило равновесия рычага?