

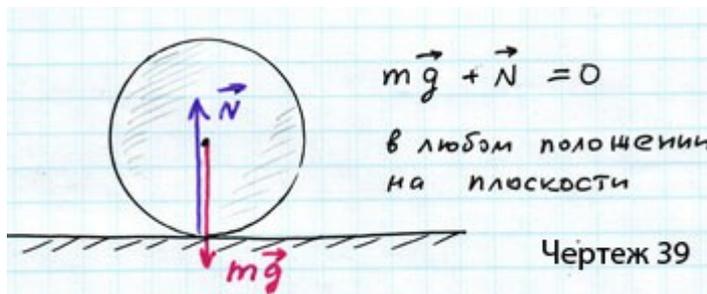
Тема 5. Равновесие тел

1. Виды равновесия

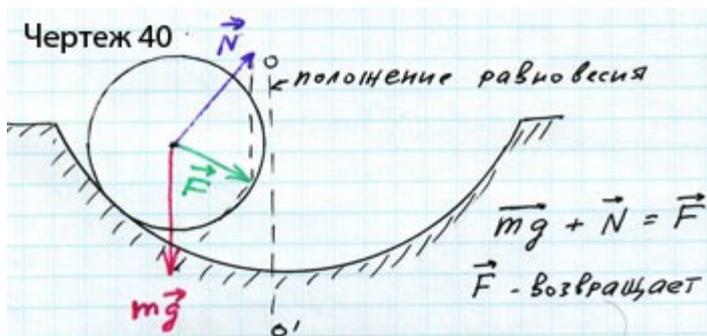
Статика - это раздел механики, в котором изучают равновесие абсолютно твердых тел (см. Тема 2, п. 6).

В механике различают:

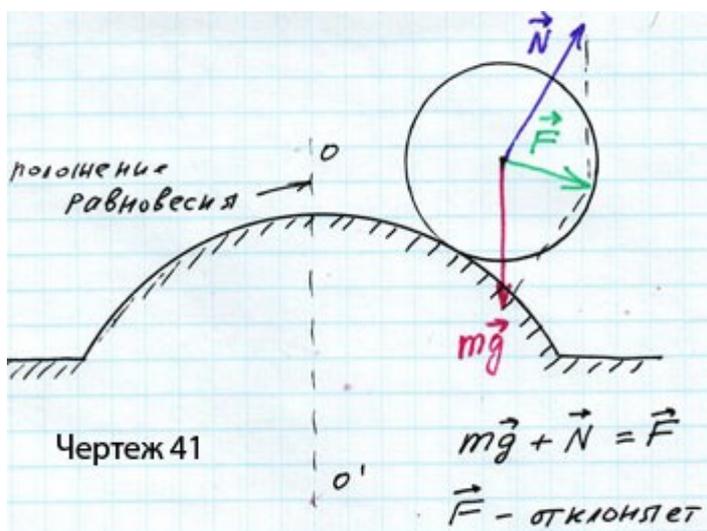
а) **безразличное равновесие** - когда сумма приложенных к телу сил равна нулю \rightarrow ускорение равно нулю \rightarrow тело покоится или движется прямолинейно и равномерно. **Положение равновесия** - это такое положение тела, когда сумма сил, действующих на него, равна нулю. В этом случае любое положение тела является положением равновесия.



б) **устойчивое равновесие** - когда при отклонении тела от положения равновесия возникает сила, стремящаяся вернуть тело в положение равновесия. Значит, в этом случае сумма сил, действующих на тело, не равна нулю. Данная сумма сил будет меняться в зависимости от отклонения тела от положения равновесия: чем больше отклонение, тем больше возвращающая сила. Она – эта сила, в большинстве случаев, является результирующей силой (см. Тема 3, п.2) и направлена к положению равновесия.

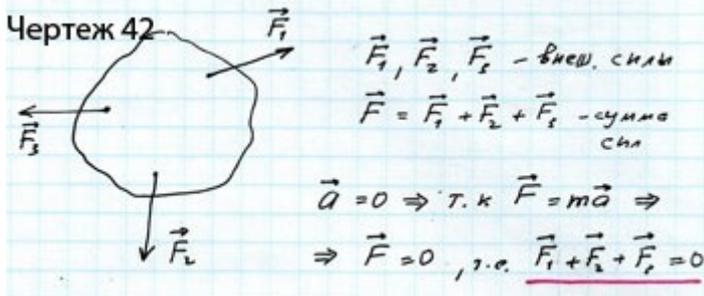


в) **неустойчивое равновесие** - когда при отклонении тела от положения равновесия возникает сила, стремящаяся удалить тело от положения равновесия. Результирующая сила в этом случае направлена от положения равновесия.



2. Первое условие равновесия

Если на тело действуют несколько сил, то его ускорение должно быть равно нулю $\mathbf{a}=\mathbf{0}$, следовательно сумма этих сил (результатирующая) также должна быть равна нулю:



Это и есть 1-ое условие равновесия тела, не имеющего оси вращения:

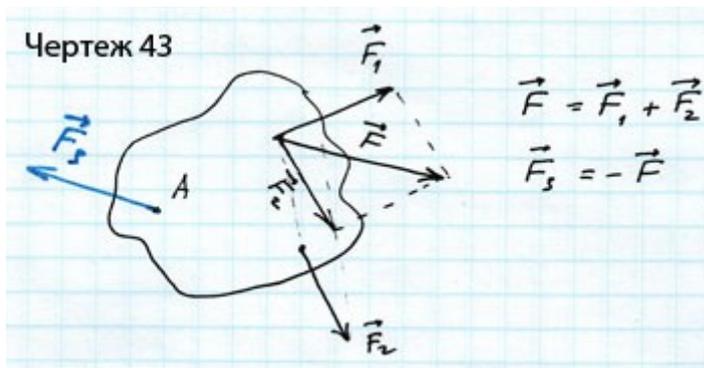
Тело находится в равновесии, если геометрическая (векторная) сумма внешних сил, приложенных к нему, равна нулю.

Пример:

На тело действуют две силы \mathbf{F}_1 и \mathbf{F}_2 . Как должна быть направлена сила \mathbf{F}_3 , приложенная в данной точке \mathbf{A} , чтобы тело находилось в равновесии?

Решение:

- перенесем, например, силу \mathbf{F}_2 так, чтобы построить сумму сил \mathbf{F}_1 и \mathbf{F}_2 (по правилу треугольника или параллелограмма - безразлично);
- строим векторную сумму $\mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2$ (по правилу треугольника или параллелограмма - безразлично);



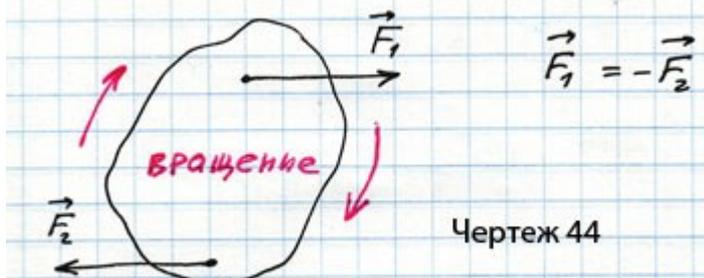
в) из точки \mathbf{A} строим вектор $\mathbf{F}_3 = -\mathbf{F}$.

Итак, 1-ое условие равновесия записывается следующим образом:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0$$
$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$$

3. Момент силы

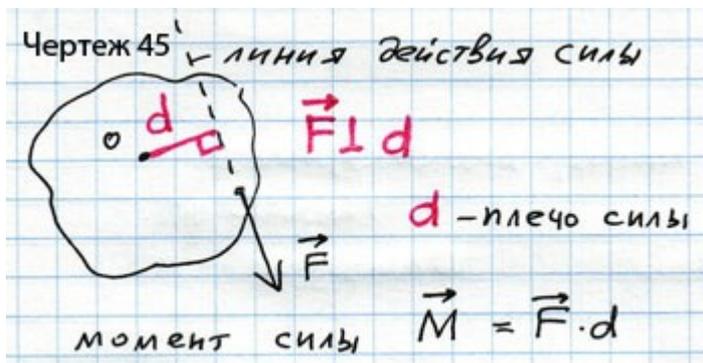
При действии на тело, например, 2-х сил, равных по величине и противоположных по направлению, оно может поворачиваться на некоторый угол относительно точки или оси.



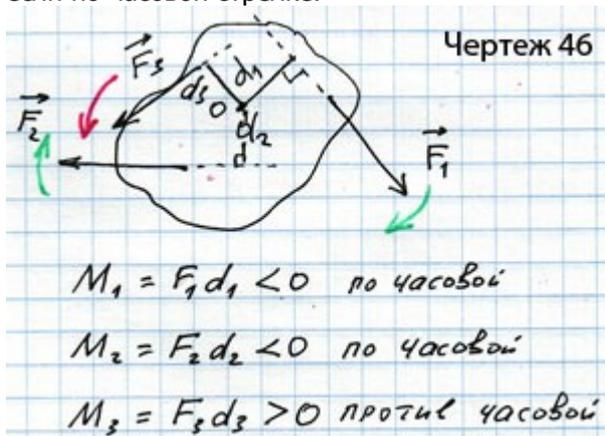
Следовательно, необходимо еще одно условие равновесия. Для того, чтобы это сделать, введем новую физическую величину - момент силы.

Момент силы - это физическая величина, равная произведению силы на ее плечо: $\mathbf{M} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{d}$

Плечо силы - это кратчайшее расстояние от точки приложения силы до оси (или точки) вращения, т.е. перпендикуляр.

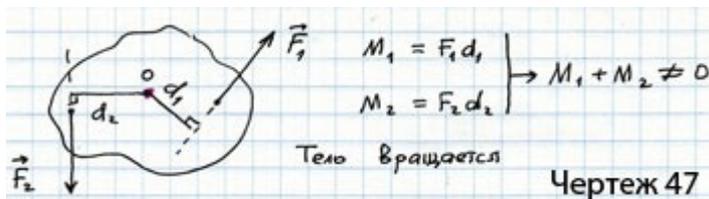


Момент силы - вектор, который направлен также, как и сила, Обозначение: \mathbf{M} , $[\mathbf{M}] - \text{Н/м}$
 Числовое значение момента силы имеет знак "+", если он вращает против часовой стрелки, и знак "-" - если по часовой стрелке.



4. Второе условие равновесия

Представим две ситуации, когда на тело действуют две силы. Оно имеет ось вращения O .

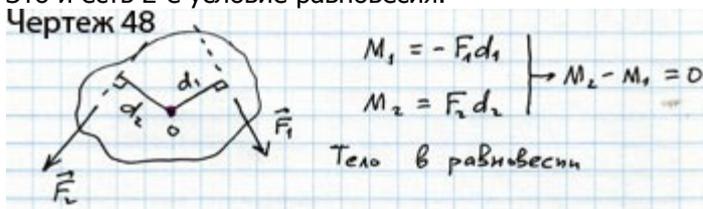


Отсюда видно, что **сумма моментов сил относительно оси вращения должна быть равна нулю** - тогда тело будет находиться в равновесии.

$$M_1 + M_2 + \dots + M_n = 0$$

$$\sum_{i=1}^n M_i = 0$$

Это и есть 2-е условие равновесия.



Общее условие равновесия объединяет 1-ое и 2-ое:

$$\left. \begin{aligned} \sum \vec{F}_i &= 0 \\ \sum M_i &= 0 \end{aligned} \right\}$$

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение статики.
2. При каких условиях тело находится в безразличном равновесии?
3. Чем характерно положение равновесия?
4. При каких условиях тело находится в устойчивом равновесии?
5. При каких условиях тело находится в неустойчивом равновесии?
6. Как возникает возвращающая или отклоняющая сила?
7. Сформулируйте 1-е условие равновесия.
8. Может ли тело под действием нескольких вращаться?
9. Что такое «момент силы»?
10. Как найти плечо силы?
11. Когда числовое значение момента силы имеет знак «+» и когда – «-»?
12. Сформулируйте 2-е условие равновесия.
13. Запишите общее условие равновесия тела.