

13.12.2013  
Урок физики  
11 группа

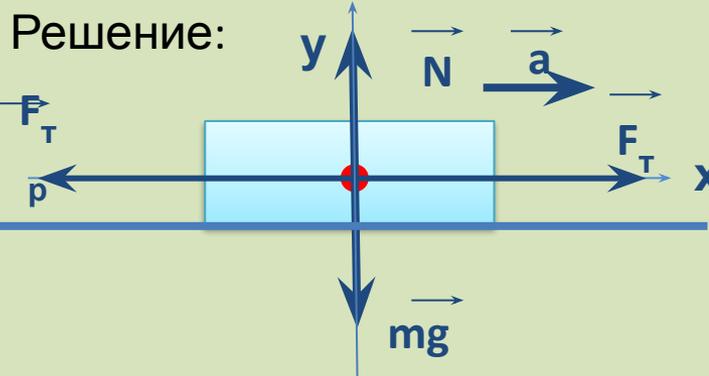
*"Физика - самый идеальный  
полигон для тренировки  
ума".*

*(Эйнштейн)*

# Анализ ошибок из самостоятельной работы по ОСНОВАМ ДИНАМИКИ



Решение:



$$\vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F}_T + \vec{mg} = m\vec{a}$$

$$\begin{aligned} \text{Ox: } 0 - F_{\text{тр}} + F_T + 0 &= ma \\ - F_{\text{тр}} + F_T &= ma \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Oy: } N - mg &= 0 \\ N &= mg \end{aligned}$$

$F_T - ? F_{\text{тр}} - ?$

$$\begin{cases} - F_{\text{тр}} + F_T = ma, \\ N = mg, \\ F_{\text{тр}} = \mu \cdot N \end{cases}$$

$$N = 1000 \cdot 10 = 10000 \text{ (H)}$$

$$\underline{F_{\text{тр}}} = 0,02 \cdot 10000 = \underline{200 \text{ (H)}}$$

$$- 200 + F_T = 1000 \cdot 2$$

$$F_T = 2000 + 200$$

$$\underline{F_T} = \underline{2200 \text{ H}}$$

# **Статика.**

**Условия  
равновесия тел.**

# План

1. Статика.
2. Равновесие тела и его виды:
  - устойчивое;
  - неустойчивое;
  - безразличное.
3. Момент силы.
4. Плечо силы.
5. Условия равновесия тел.
6. Равновесие тела на опоре.
7. Решение задач.

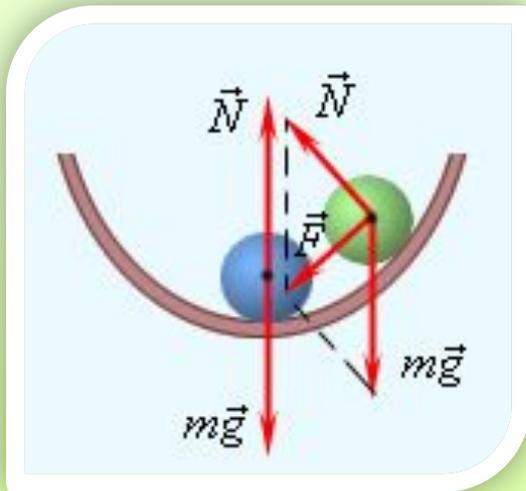
**Статика** – раздел механики, в котором изучают условия равновесия тел.

**Равновесие тела** – это такое его положение, которое сохраняется без дополнительных воздействий.

# Виды равновесия

## 1. Устойчивое равновесие –

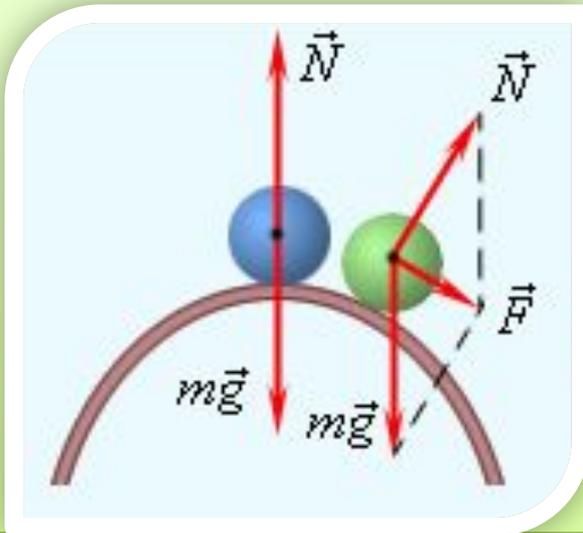
это такое равновесие, при котором возникает равнодействующая сила, возвращающая это тело в положение равновесия.



# Виды равновесия

## 2. Неустойчивое равновесие –

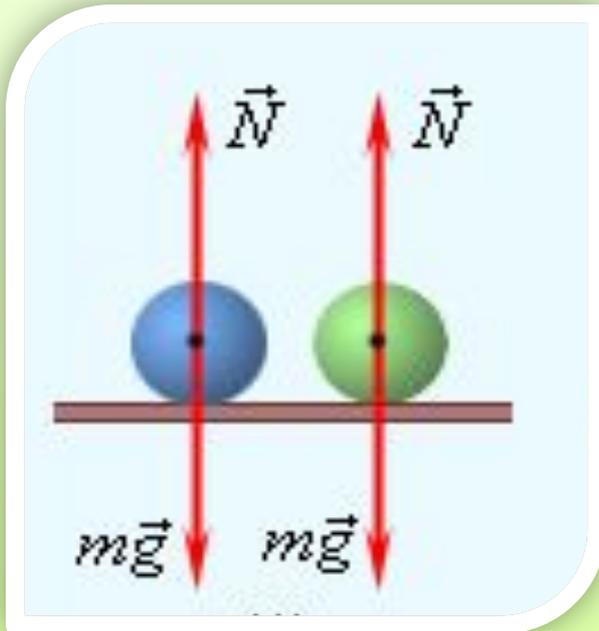
это такое равновесие, при котором возникает равнодействующая сила, направленная в противоположную сторону от положения равновесия.



# Виды равновесия

## 3. Безразличное равновесие –

это такое равновесие, при котором равнодействующая сил равна нулю.

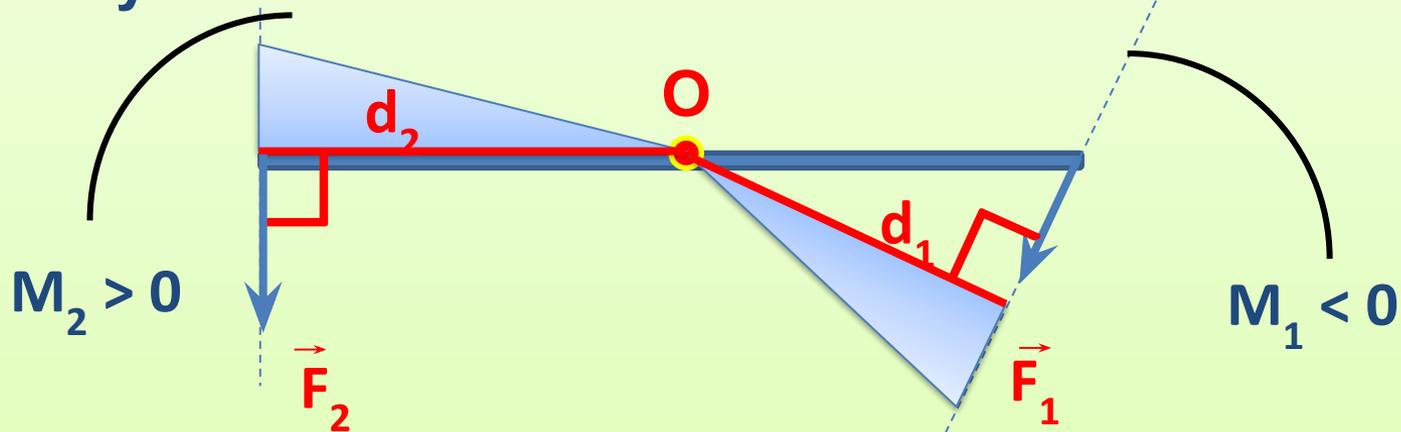


# Момент силы

- Если тело может вращаться около неподвижной оси, то для описания его движения или равновесия вводится понятие момента силы.
- **M** – момент силы;
- **Момент силы** – это произведение модуля силы **F** на ее плечо **d**
- $M = \pm F \cdot d$
- $[M] = \text{Н} \cdot \text{м}$

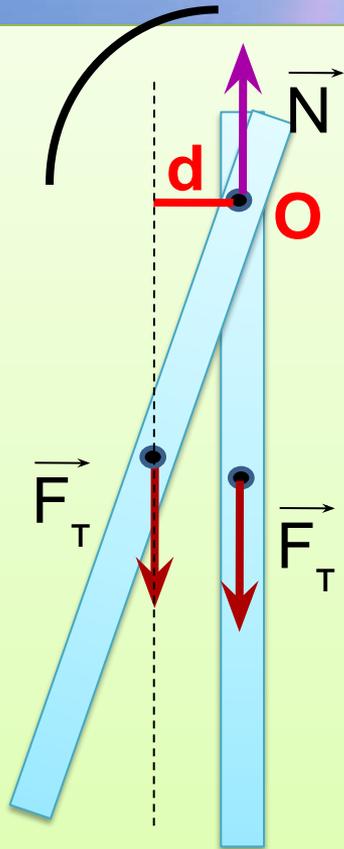
# Плечо силы

- Плечом силы  $d$  называется кратчайшее расстояние от центра вращения  $O$  (оси) до линии действия силы.
- Линия действия силы – это линия, вдоль которой действует сила.

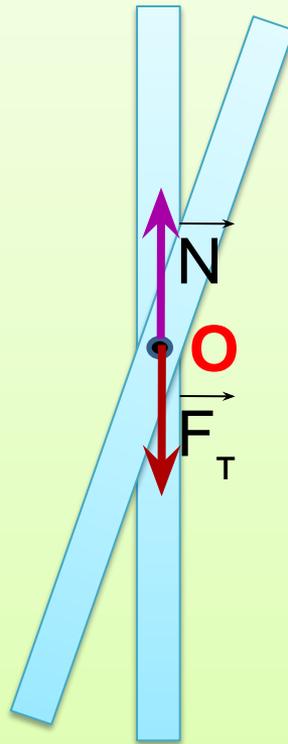


- Моменты сил, стремящихся вызвать вращение тел по часовой стрелке, обычно принято считать отрицательными, а против часовой стрелки – положительными.

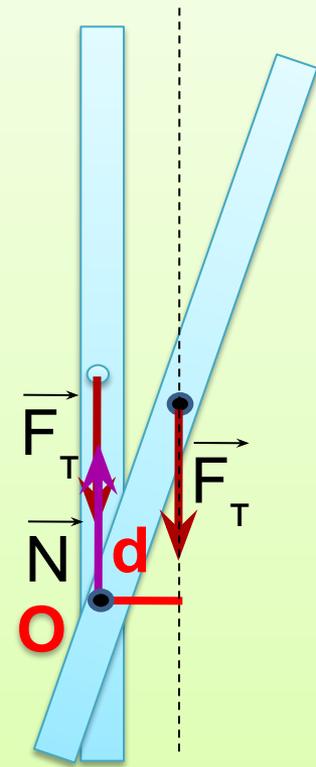
# Виды равновесия



Устойчивое  
 $M > 0$



Безразличное  
 $M = 0$



Неустойчивое  
 $M < 0$

# Условия равновесия тел

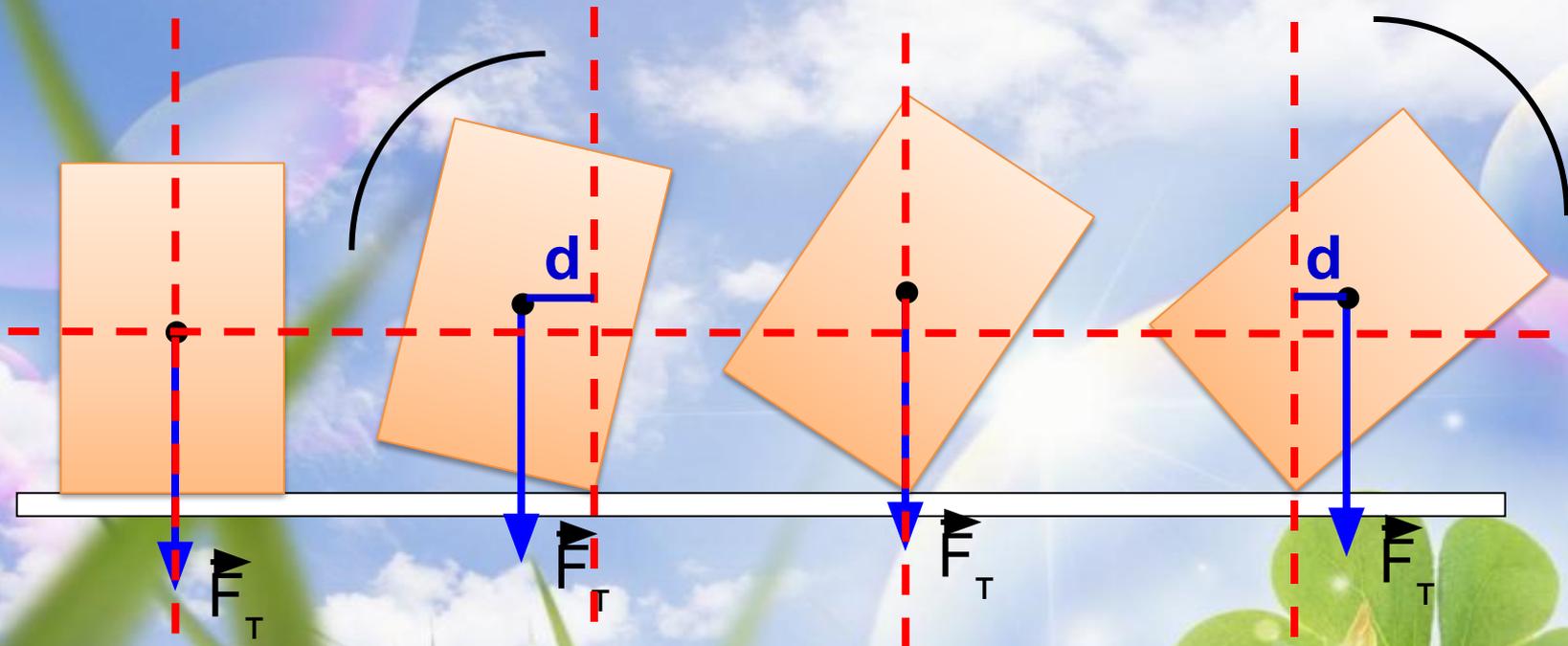
1. Твердое тело находится в равновесии, если геометрическая сумма всех сил, приложенных к нему, равна нулю.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = 0$$

2. Твердое тело находится в равновесии, если алгебраическая сумма моментов всех сил, действующих на него относительно любой оси, равна нулю.

$$M_1 + M_2 + M_3 + \dots = 0$$

# Равновесие тел на опорах



- Тело, имеющее площадь опоры, находится в равновесии, если линия действия силы тяжести проходит через площадь опоры.

# Человек и равновесие

Человек - это "тело на опоре".

Центр тяжести человека расположен в **нижней части живота**, т.к. вес ног составляет около **половины** веса тела.

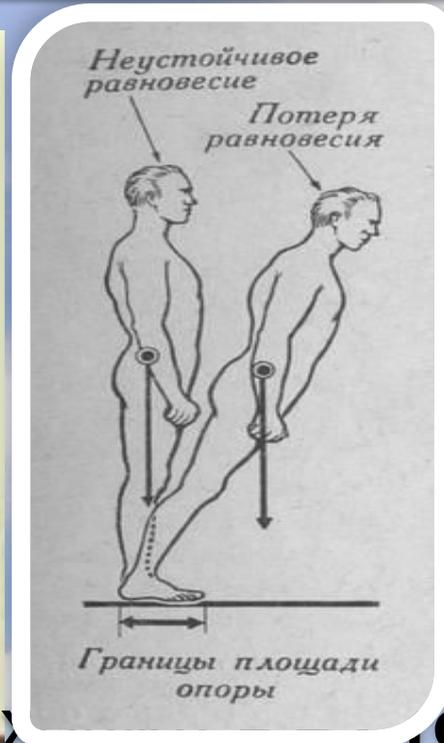
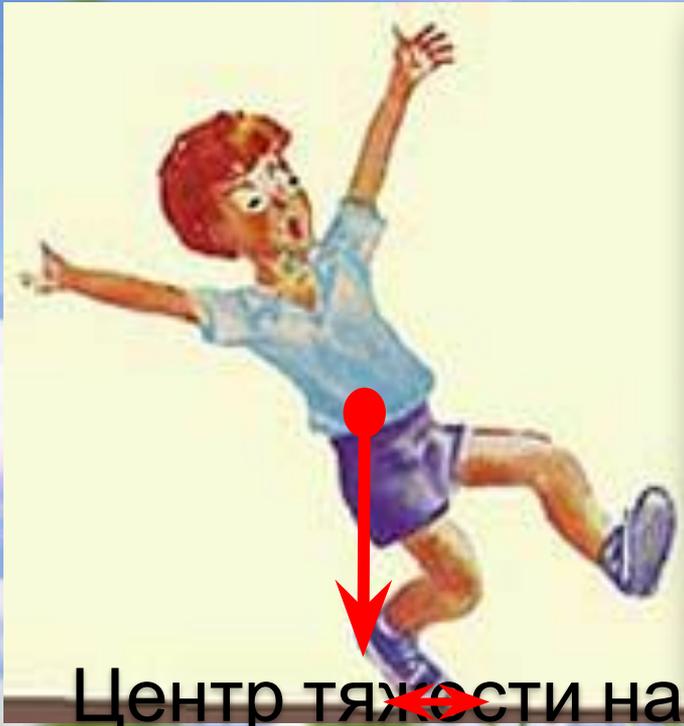


# Стоя или при ходьбе



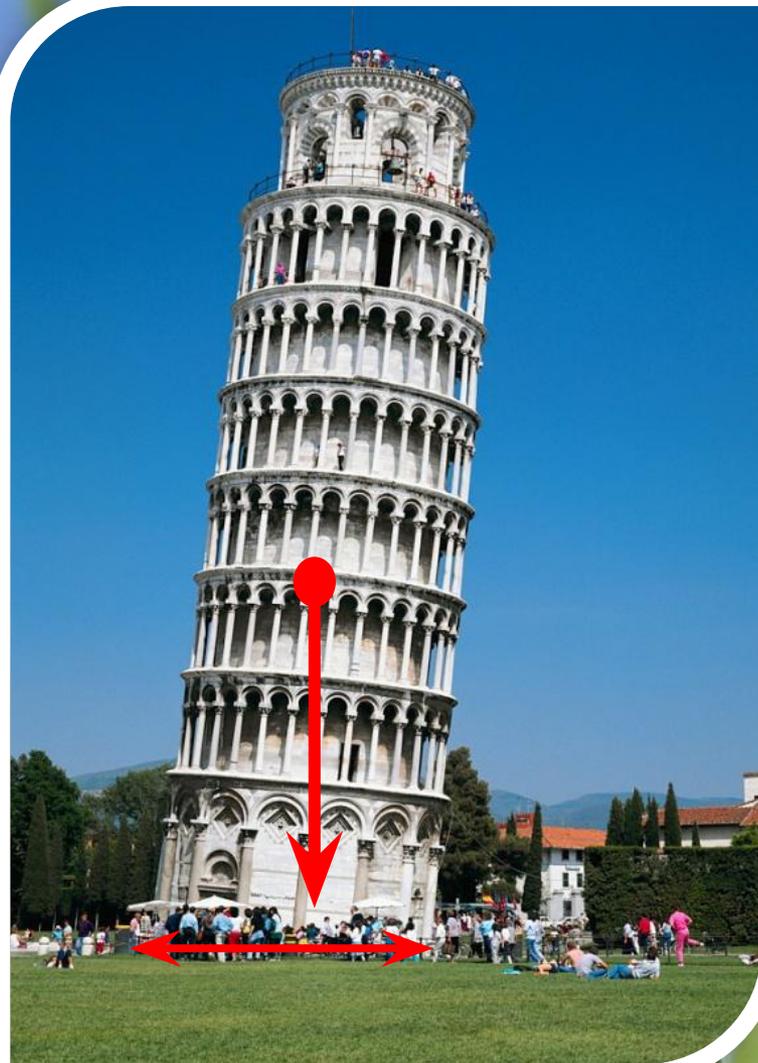
Проекция центра тяжести лежит в площади, ограниченной опорой, и равновесие сохраняется без труда

# При падении



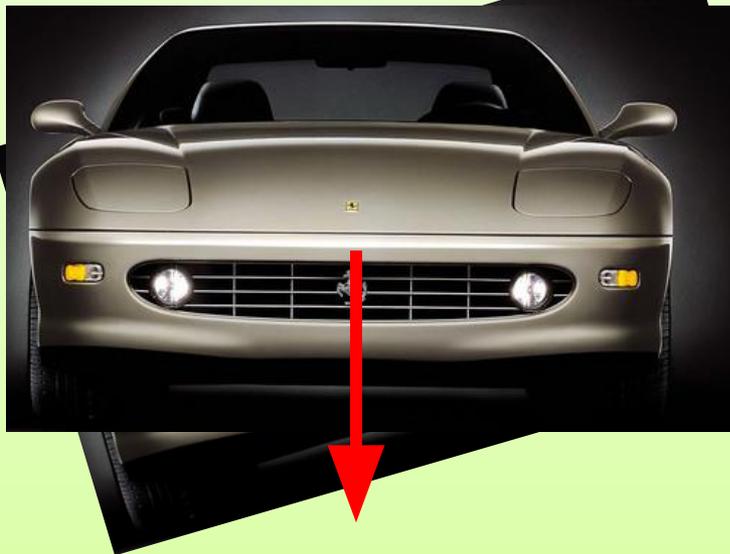
Центр тяжести находится на стороне от точек опоры.  
В результате человек **теряет равновесие** и падает.

# Падающая башня



Несмотря на свой наклон, пизанская башня не падает, т.к. отвесная линия, проведенная из центра тяжести, **не выходит за пределы основания.**

# Устойчивость транспорта



# Эксперимент

Сядьте на стуле, как показано на рисунке.



1. Попробуйте встать со стула не наклоняя корпус.
2. Попробуйте встать со стула наклоняя корпус вперед.

Сделайте соответствующий вывод.

- 1 **вывод:** линия действия силы тяжести человека, сидящего на стуле проходит вне площади опоры ног, поэтому человек падает.
- 2 **вывод:** линия действия силы тяжести человека наклоненного вперед, сидящего на стуле проходит через площадь опоры ног, поэтому человек встает и не падает.

# Экспериментальное задание

**Цель эксперимента:** определите экспериментально центр тяжести данного тела.

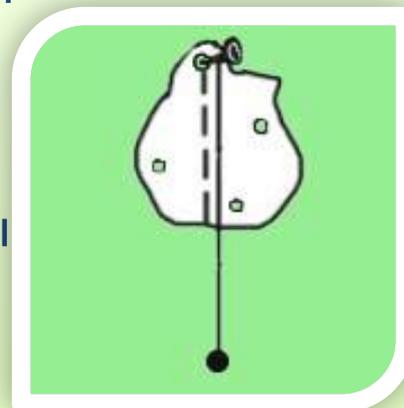
- **Оборудование:** картонное тело неправильной формы, иголка, нить с отвесом.

## Ход работы.

1. Закрепить иголку с отвесом в любой части фигуры
2. Карандашом по отвесу провести линию.
3. Повторить п. 1 и п. 2 три-четыре раза.
4. Все линии должны пересечься в одной точке – центре тяжести (центре симметрии)
5. Проверка: поставить фигуру на кончик ручки и убедиться в равновесии тела относительно найденной точки.

## 6. Вывод:

«центром тяжести тела является некоторая расположенная внутри него точка - такая, что если за неё мысленно подвесить тело, то оно остается в покое и сохраняет первоначальное положение» (Архимед).



# Экспериментальное задание

**Цель эксперимента:** найти положение центра тяжести системы.

**Оборудование:** две металлические вилки, палочка, ваза с водой.

**Ход работы.**

1. Скрепите вилки между собой, сцепив их зубьями.
2. Воткните палочку между вилками.
3. Палочку поместите концом на край вазы и двигайте к центру стакана, пока не наступит равновесие.

**Вывод:**

при определенном положении палочки вилки уравниваются, т.к. центр тяжести системы находится на палочке в месте соприкосновения её с поверхностью вазы.

# Повторим

1. Что изучает статика?
2. Что такое равновесие тела?
3. Какие вам известны виды равновесия?
4. Что такое момент силы?
5. Что такое плечо силы.
6. Когда момент силы «+», а когда «-»?
7. Условия равновесия тела.
8. Равновесие тела на опоре.

# Калейдоскоп

- Плечо силы
- Устойчивое
- Неустойчивое
- Безразличное
- Статика
- М, Н·м
- Площадь опоры

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = 0$$

$$M_1 + M_2 + M_3 + \dots = 0$$

- Момент силы
- Центр тяжести
- Линия действия силы
- $M = \pm F \cdot d$



# Вопросы к диктанту

1. Как называется раздел механики, изучающий статику?
2. Как называется равновесие тела, при котором возникает равнодействующая сила возвращающая тело в положение равновесия.
3. Как называется равновесие, при котором равнодействующая сила равна 0?
4. Записать формулу для определения момента силы. Записать, какую физическую величину обозначает каждая буква.
5. Момент силы «+», если он старается повернуть тело по ...
6. В каком положении равновесия находится тело, если его центр тяжести находится ниже точки вращения?
7. Записать формулы условий равновесия рычага.
8. Как называется точка расположенная внутри тела, за которую если мысленно подвесить тело, то оно будет находиться в состоянии равновесия.

# Качественные задачи

1. С какой целью цирковые артисты при хождении по канату держат в руках тяжелые шесты?
2. Почему человек, несущий на спине тяжелый груз, наклоняется вперед?
3. Почему у автомашин и велосипедов и т.п. тормоза лучше ставить на задние, а не на передние колеса?
4. С помощью каких частей тела «братья наши меньшие» сохраняют положение равновесия?
5. Почему бутерброд все время падает м вниз?

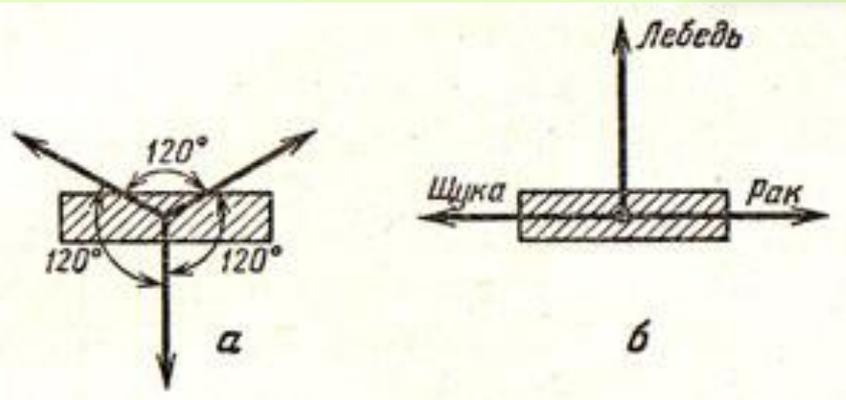


# Задача

В каких случаях герои известной басни Крылова лебедь, рак и щука действительно не сдвинут воза, если считать, что силы их равны по модулю? Силы трения между возом и землей не учитывать.

**1-й случай:** все три равные по модулю силы расположены в одной плоскости и составляют друг с другом углы в  $120^\circ$ , равнодействующая их равна нулю,

**2-й случай:**  $90^\circ$  рак и щука тянут воз в противоположные стороны, а лебедь - вертикально вверх, причем подъемная сила лебедя меньше силы тяжести воза (последнее условие, однако, в басне не оговорено).



# Домашнее задание

- Обязательное:
  1. Выучить основные определения и формулы, пользуясь конспектом., п. 54-56.
  2. Сделать рисунок лестницы, приставленной к стене. Расставить на нем силы, действующие на лестницу, выбрать ось вращения, указать плечи сил. Определить знак момента сил.
- Для желающих:
- сделать сообщение по теме: «Простые механизмы».

**Спасибо за  
внимание.  
Урок окончен.**

# Алгоритм решения задач на статику

1. Сделать рисунок, показать все силы, действующие на тело, находящиеся в положении равновесия, выбрать систему координат и определить направление координатных осей.
2. Записать первое условие равновесия в векторной форме  $\sum \vec{F} = 0$ , затем спроецировать его.
3. Определить плечи всех сил относительно оси вращения и записать второе условие равновесия (правило моментов):  $\sum M = 0$ , учитывая знак момента.
4. Решить полученную систему уравнений и определить искомые величины.

# Расчетная задача

Труба массой 14 кг лежит на земле. Какую силу надо приложить к одному из концов трубы, чтобы его слегка приподнять?

