

# СТАТИКА



# Статика

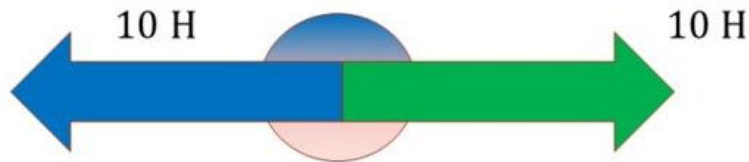
это раздел механики,  
изучающий  
условия равновесия тел.



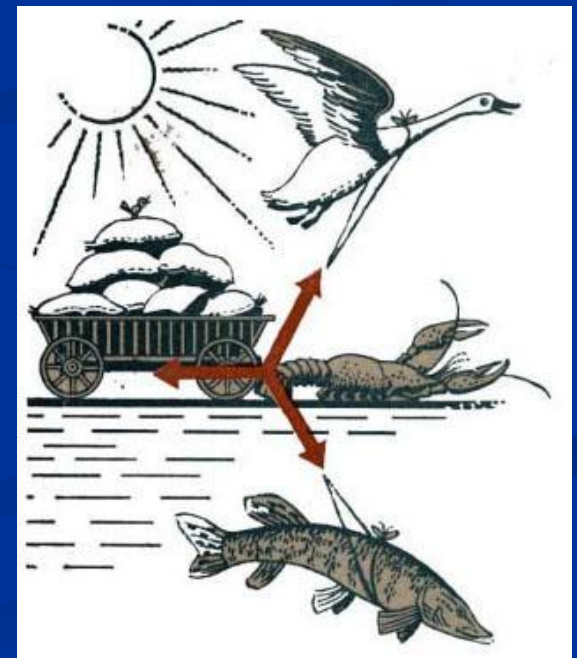
# I условие равновесия.

Этот вид равновесия рассматривает равновесие тел без учета вращения тел.

Равнодействующая всех сил действующих на тело равна нулю.



Равнодействующая равна 0 значит тело либо находится в покое, либо движется равномерно и прямолинейно.



# ВИДЫ РАВНОВЕСИЯ



Устойчивое



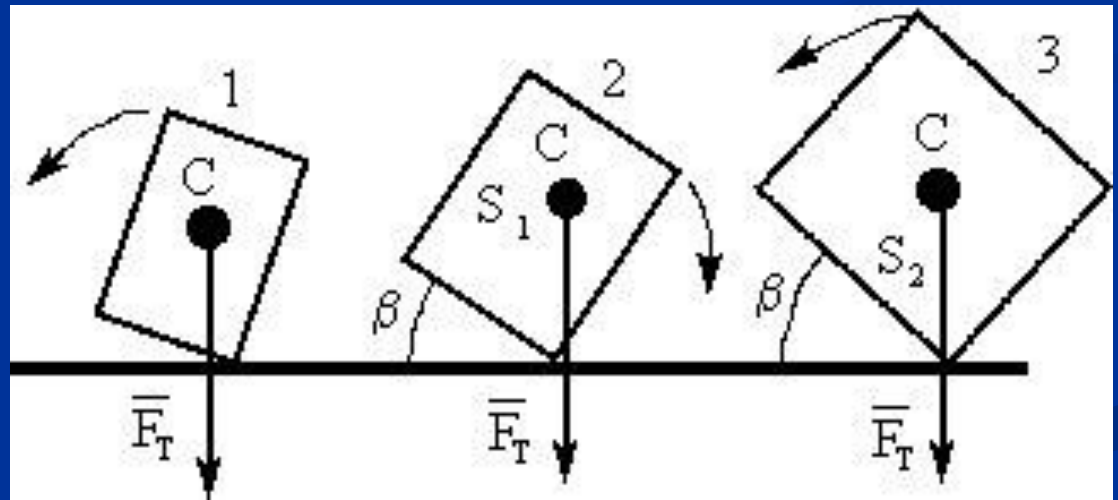
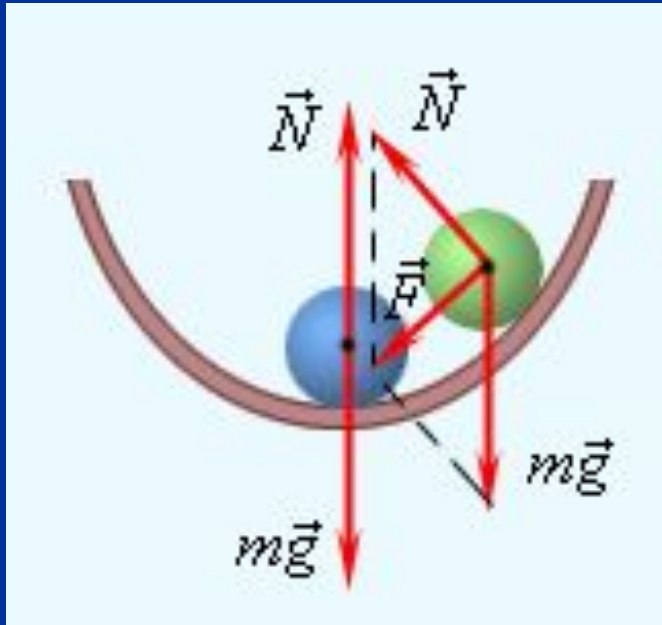
Неустойчивое



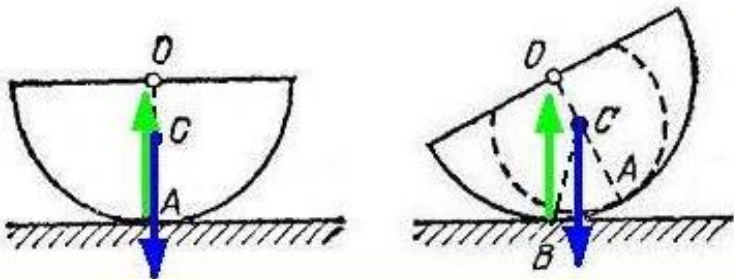
Безразличное

# 1. Устойчивое равновесие тел.

Устойчивое равновесие – это такое равновесие, при выведении из которого положение центра тяжести повышается.



# Устойчивое равновесие тел.





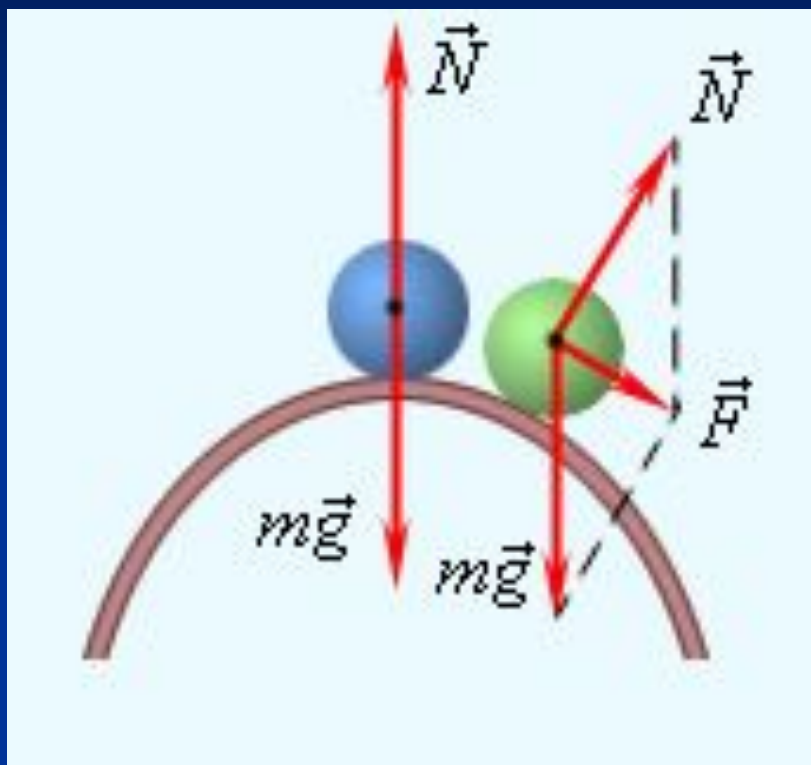
**Матрешки иллюстрирующие атомную электростанцию.  
Все матрешки находятся в устойчивом равновесии.**



По положению центра тяжести можно судить о виде равновесия. Например езда эквилибриста по канату на велосипеде с противовесом является примером **устойчивого равновесия**.



## 2. Неустойчивое равновесие тел.

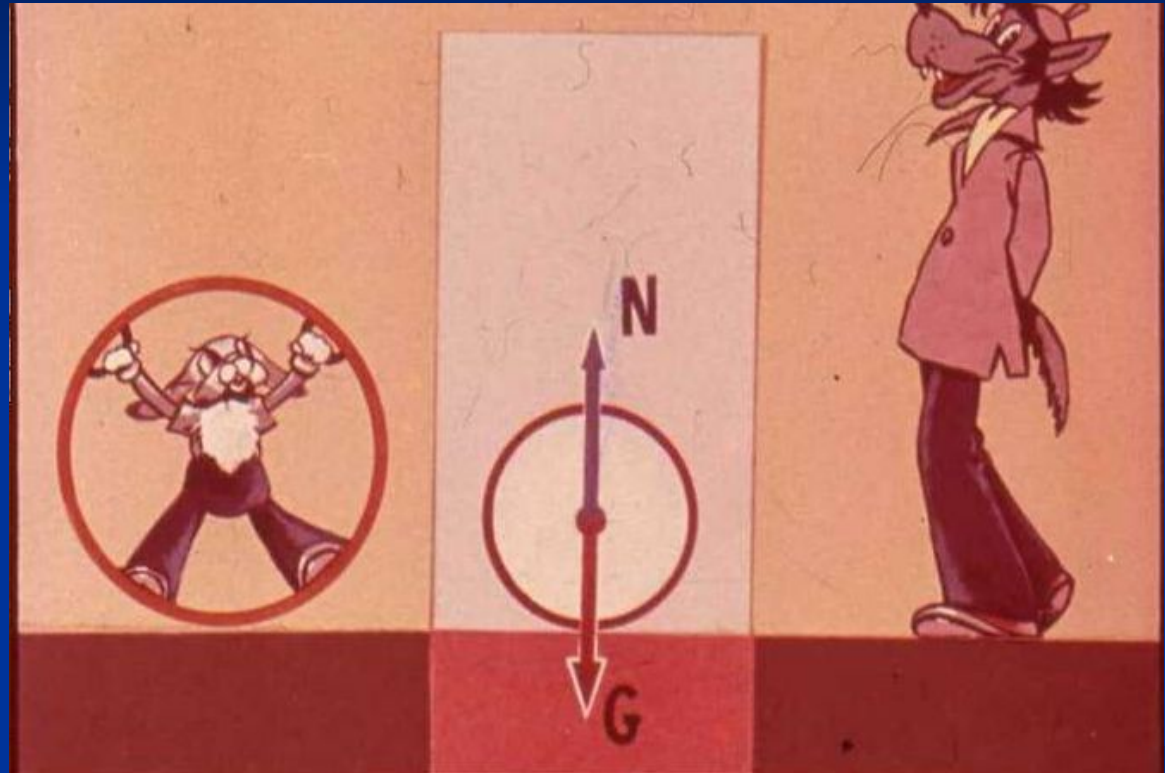
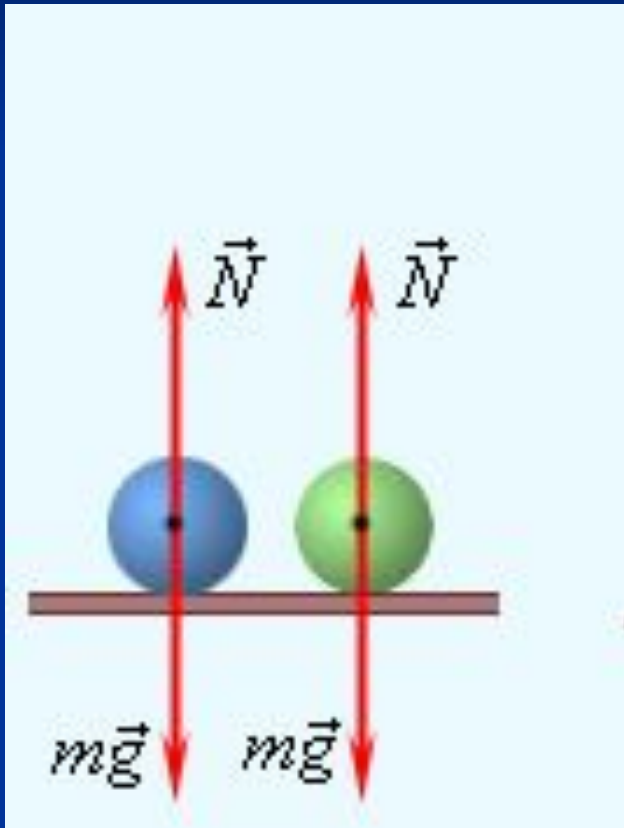




Равновесие тела, имеющего точку опоры ниже центра тяжести, **неустойчиво**. Но равновесие может восстанавливаться путём смещения точки опоры тела в сторону смещения центра тяжести.



# 3. Безразличное равновесие.



Возможен случай, когда при любом положении тела, равновесие сил сохраняется. Это состояние называется **безразличным равновесием**.

# Устойчивость тел.

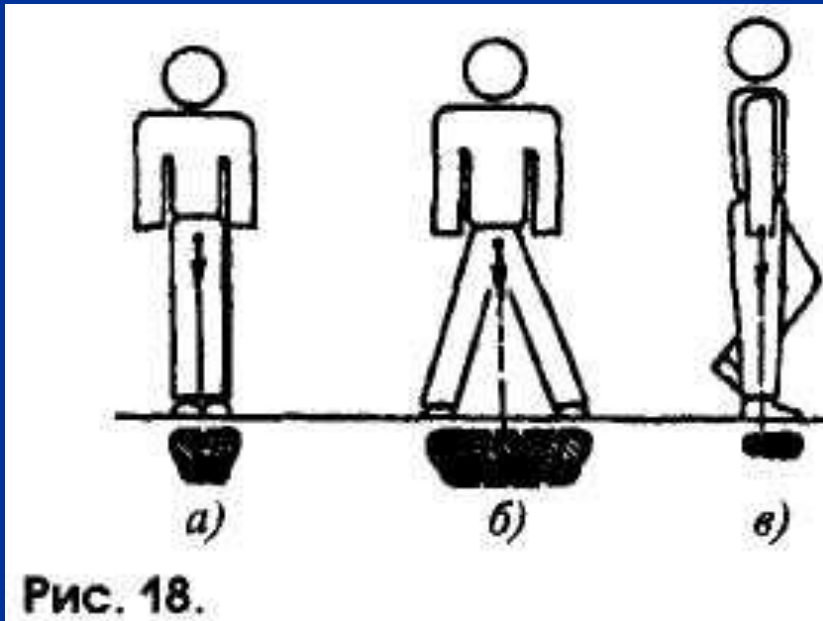
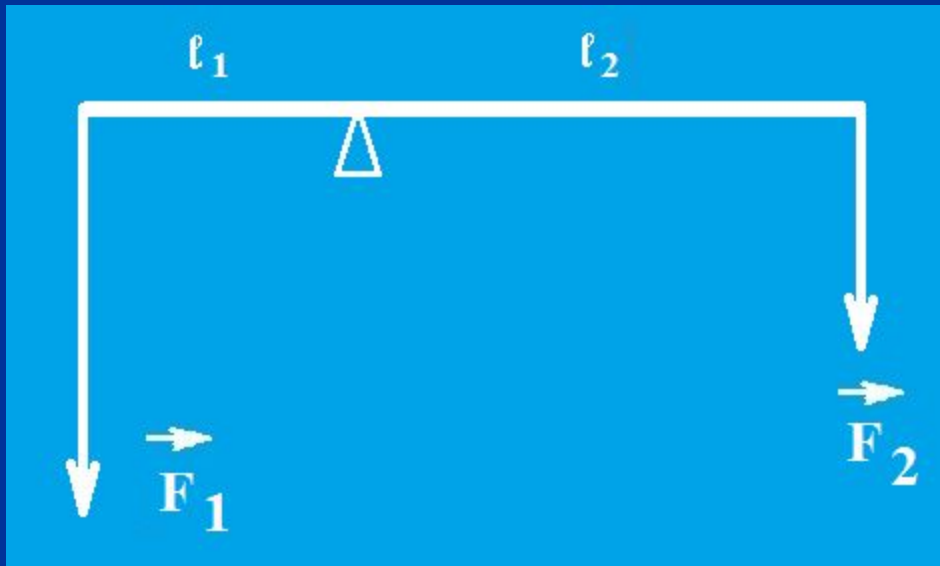


Рис. 18.



## II условие равновесия тел.

Алгебраическая сумма  
МОМЕНТОВ ВСЕХ СИЛ,  
действующих на тело равна нулю.



$$M_1 + M_2 = 0$$

# Основные понятия.

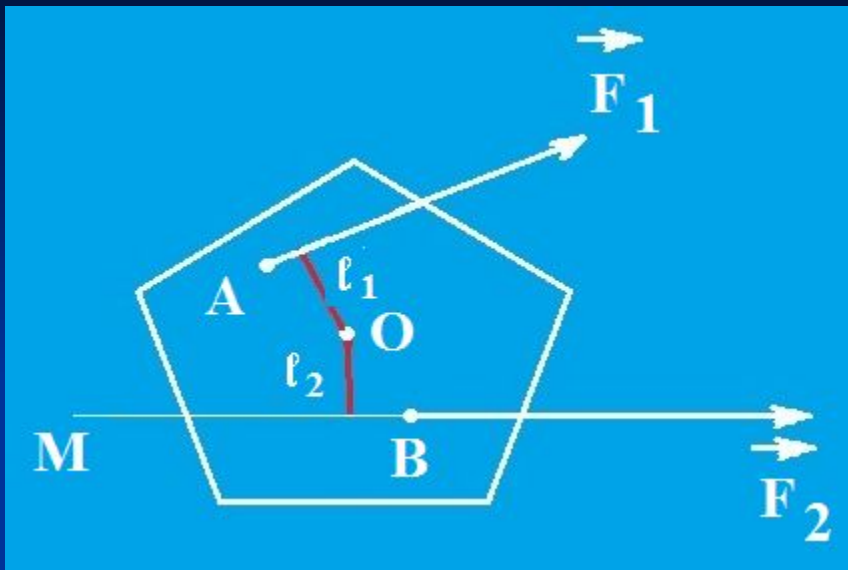
## 1. Линия действия силы

- это линия, вдоль которой действует сила.



1.  $O$  – точка приложения силы  $F$ .
2.  $AB$  – линия действия силы  $F$ .

# 2. Плечо силы.



O – центр вращения тела.

A – точка приложения силы F1

B – точка приложения силы F2

Плечо силы – перпендикуляр, опущенный на силу или линию действия силы.

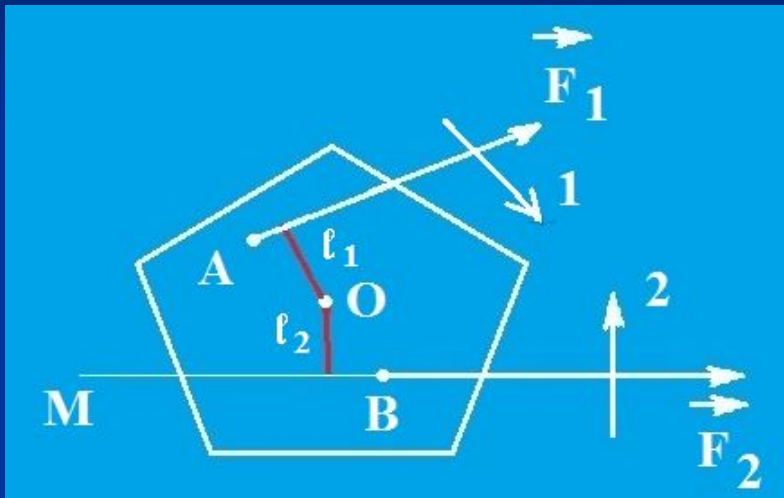
$l_1$  – плечо силы F1,  $l_2$  – плечо силы F2.

MB – линия действия силы F2.



# 3. Момент силы.

Момент силы – произведение силы на ее плечо.



$$M_1 = F_1 \cdot l_1$$

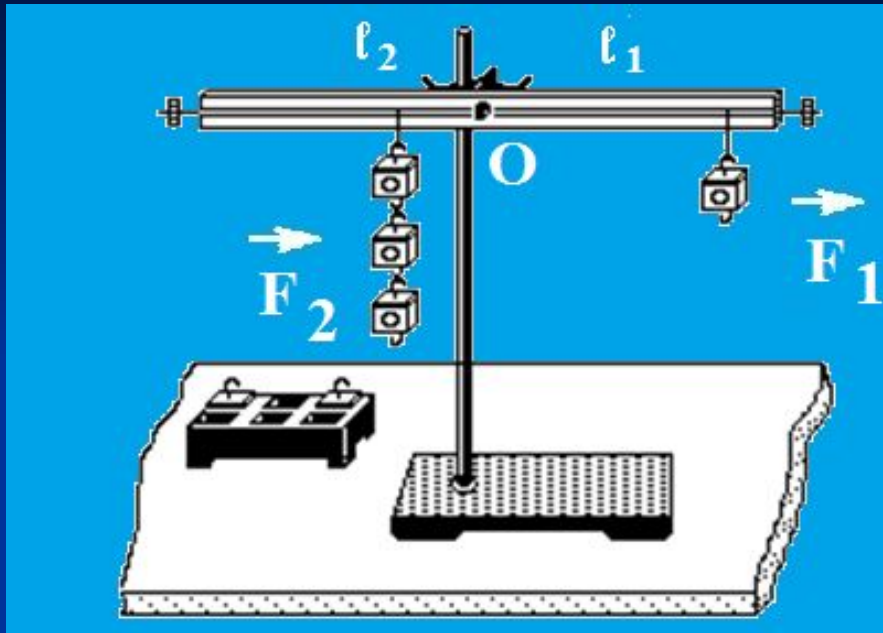
$$M_2 = F_2 \cdot l_2$$

$$[ M ] = \text{Н м}$$

Момент силы  $F_1$  примем за положительный, так как он стремится повернуть тело по часовой стрелке – смотри стрелку 1.

Момент силы  $F_2$  примем за отрицательный, так как он стремится повернуть тело против часовой стрелке – смотри стрелку 2.

# Установка для проверки II условия равновесия.



Вес каждого груза 1 Н.

Слева на линейку прибора подвешены 3 груза и они действуют на нее с силой 3 Н, которая стремится повернуть линейку против часовой стрелки.

Момент этой силы примем за отрицательный.

Справа на линейку прибора подвешен 1 груз и он действует на нее с силой 1 Н, которая стремится повернуть линейку по часовой стрелке.

Момент этой силы примем за положительный.

Дано :

$$F_1 = 1 \text{ Н}$$

$$F_2 = 3 \text{ Н}$$

$$l_1 = 0,6 \text{ м}$$

$$l_2 = 0,2 \text{ м}$$

---

$$\Sigma M = 0$$

$$M_1 - M_2 = 0$$

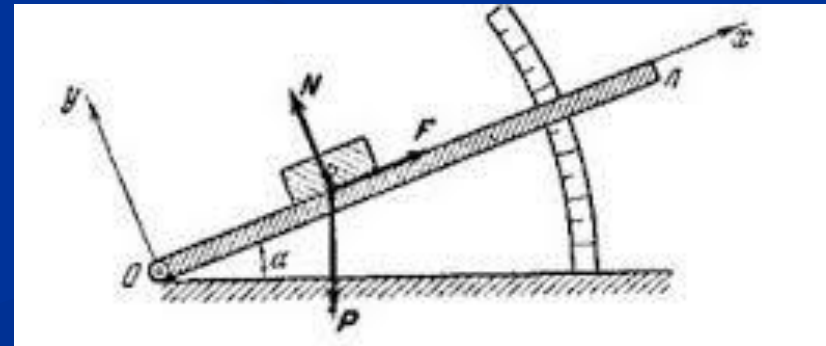
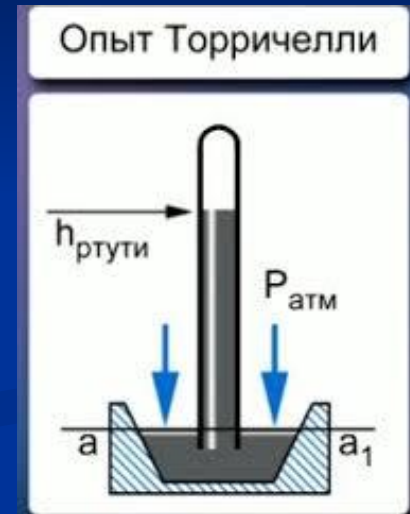
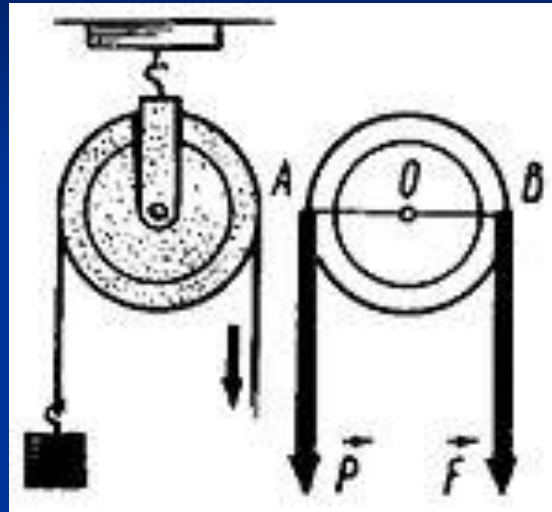
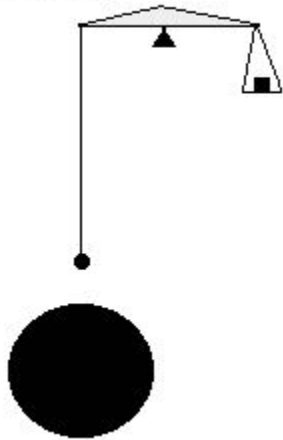
$$M_1 = F_1 \cdot l_1 = 1 \text{ Н} \cdot 0,6 \text{ м} = 0,6 \text{ Нм}$$

$$M_2 = F_2 \cdot l_2 = 3 \text{ Н} \cdot 0,2 \text{ м} = 0,6 \text{ Нм}$$

$$M_1 - M_2 = 0,6 \text{ Нм} - 0,6 \text{ Нм} = 0$$

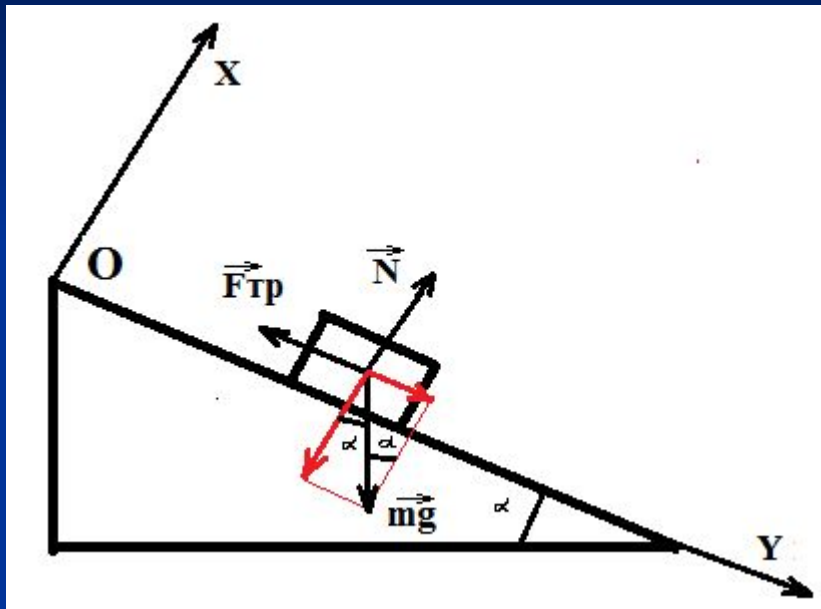
# Условия равновесия очень часто применяются в природе и технике.

рис. Установка для определения гравитационной постоянной.



# Задача.

На наклонной плоскости с углом при основании  $\alpha$  лежит неподвижно груз. Определить коэффициент трения.



Так как тело неподвижно, то выполняется I условие равновесия.

$$\vec{m\mathbf{g}} + \vec{\mathbf{N}} + \vec{\mathbf{F}}_{\text{тр}} = \mathbf{0}$$

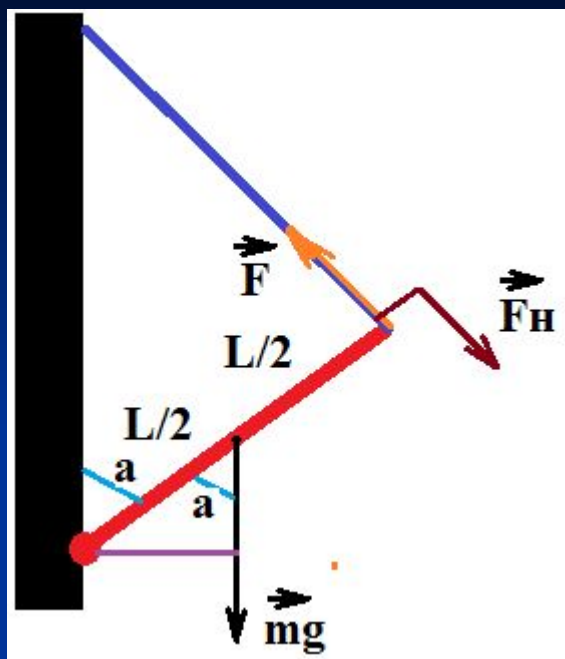
Спроецируем это уравнение на оси OX и OY.

$$\text{OX} \mid m\mathbf{g} \sin \alpha - F_{\text{тр}} = 0 \quad (1) \quad \text{OY} \mid - m\mathbf{g} \cos \alpha + N = 0 \quad (2)$$

$F_{\text{тр}} = \mu N$  (3) Подставим (3) в (1) и решая систему уравнений (1) и (2) получаем :

$$\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \underline{\underline{\text{tg } \alpha}}$$

# Задача



Нижний конец стержня укреплен шарнирно. К верхнему концу привязана веревка (синяя), удерживающая стержень в равновесии.

Угол между стержнем и стеной равен  $a$ .  
Найти силу натяжения веревки  $F_H$ , если масса стержня равна  $m$ .

$$\vec{F} = - \vec{F}_H$$

Отсюда :  $F_H = F$

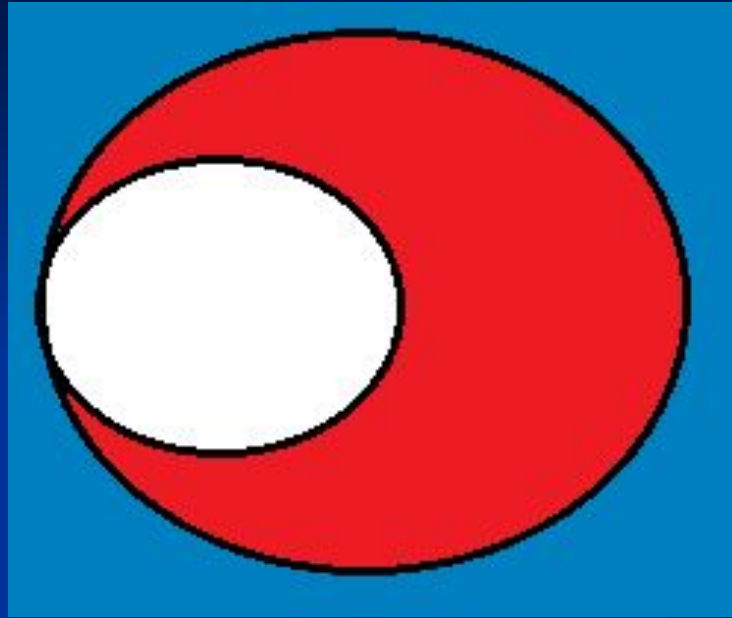
$$M_1 - M_2 = 0$$

$$mg \frac{L}{2} \sin a - FL = 0$$

$$F = \frac{mg \sin a}{2}$$

$$F_H = \frac{mg \sin a}{2}$$

# Задача.



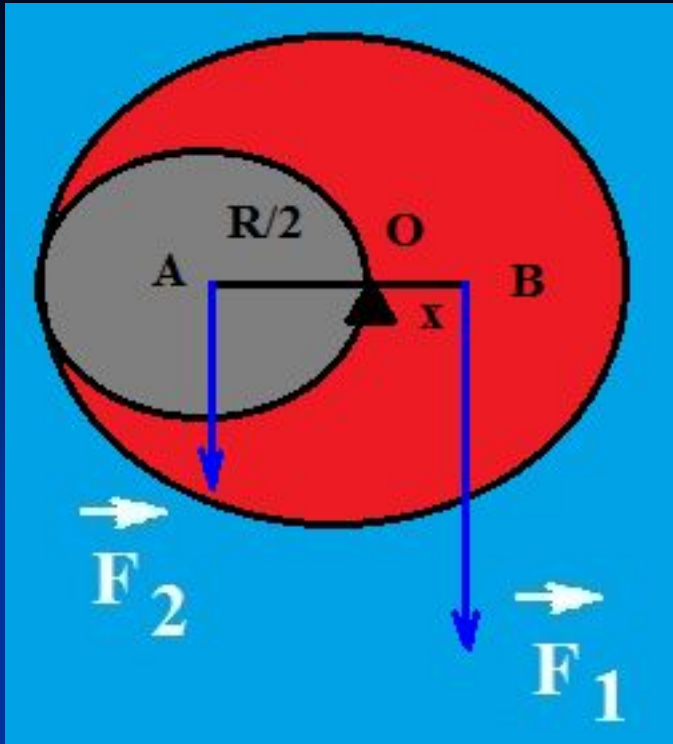
Радиус пластинки  $R$

**Однородная тонкая пластинка имеет форму круга радиуса  $R$ , в котором вырезано отверстие вдвое меньшего радиуса, касающееся края пластинки.**

**Определить где находится центр тяжести пластинки.**

Задачи для тел с разными вырезами  
задачи решаются так.

Мысленно вставим вырезанную  
Часть, в данном случае круг  
радиусом равным половине радиуса  
основного круга (серый круг).  
Тогда получится цельный круг,  
Центр тяжести которого находится  
в центре круга.

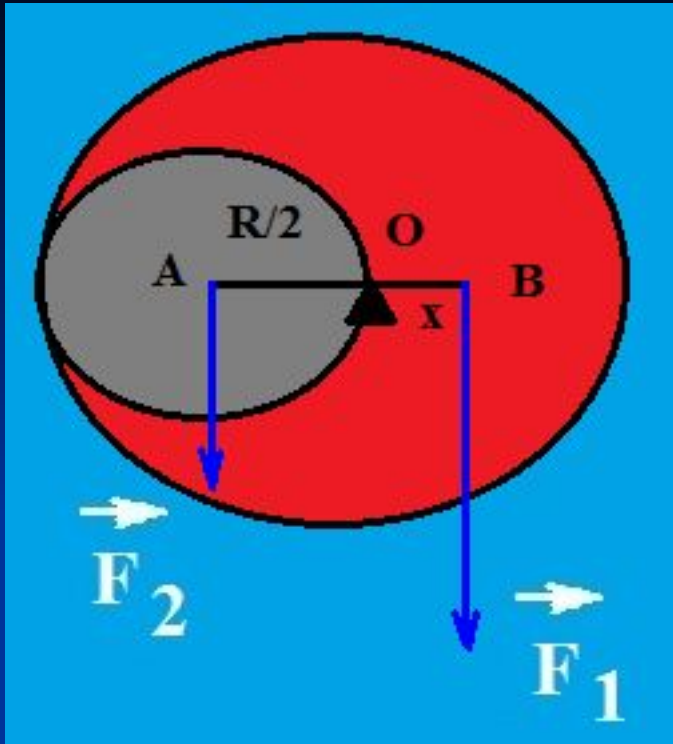


Подопрем подопрем круг в его центр ( черный треугольник ). Тогда он будет находиться в положении равновесия. На него будут действовать :

1. Сила тяжести  $F_2$ , стремящаяся повернуть его против часовой стрелки.  
Момент этой силы будет отрицательным.
2. Сила тяжести  $F_1$ , стремящаяся повернуть его по часовой стрелке.  
Момент этой силы будет положительным.

Условие равновесия :  $M_1 - M_2 = 0$

# Решение.



$$M1 - M2 = 0$$

$$M1 = F1 \cdot x$$

$$M2 = F2 \cdot R/2$$

$$F_1 = m_1 g - m_2 g = \rho V_1 g - \rho V_2 g = \rho \pi R^2 h g - \rho \pi (R/2)^2 h g$$
$$F_1 = \rho \pi h g (R^2 - R^2/4) = \rho \pi h g \cdot 3 R^2/4$$

$$F_2 = m_2 g = \rho V_2 g = \rho \pi (R/2)^2 h g = \rho \pi h g R^2/4$$

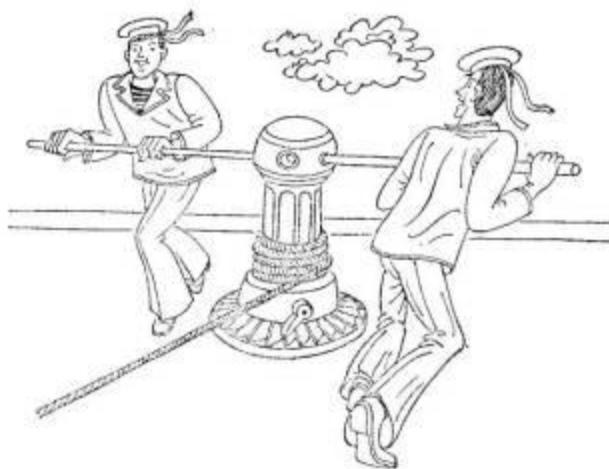
$$\rho \pi h g \cdot 3 R^2 / 4 \cdot x - \rho \pi h g R^2 / 4 \cdot R/2 = 0 \quad \Rightarrow \quad 3 x = R/2 \quad \Rightarrow \quad x = R/6$$



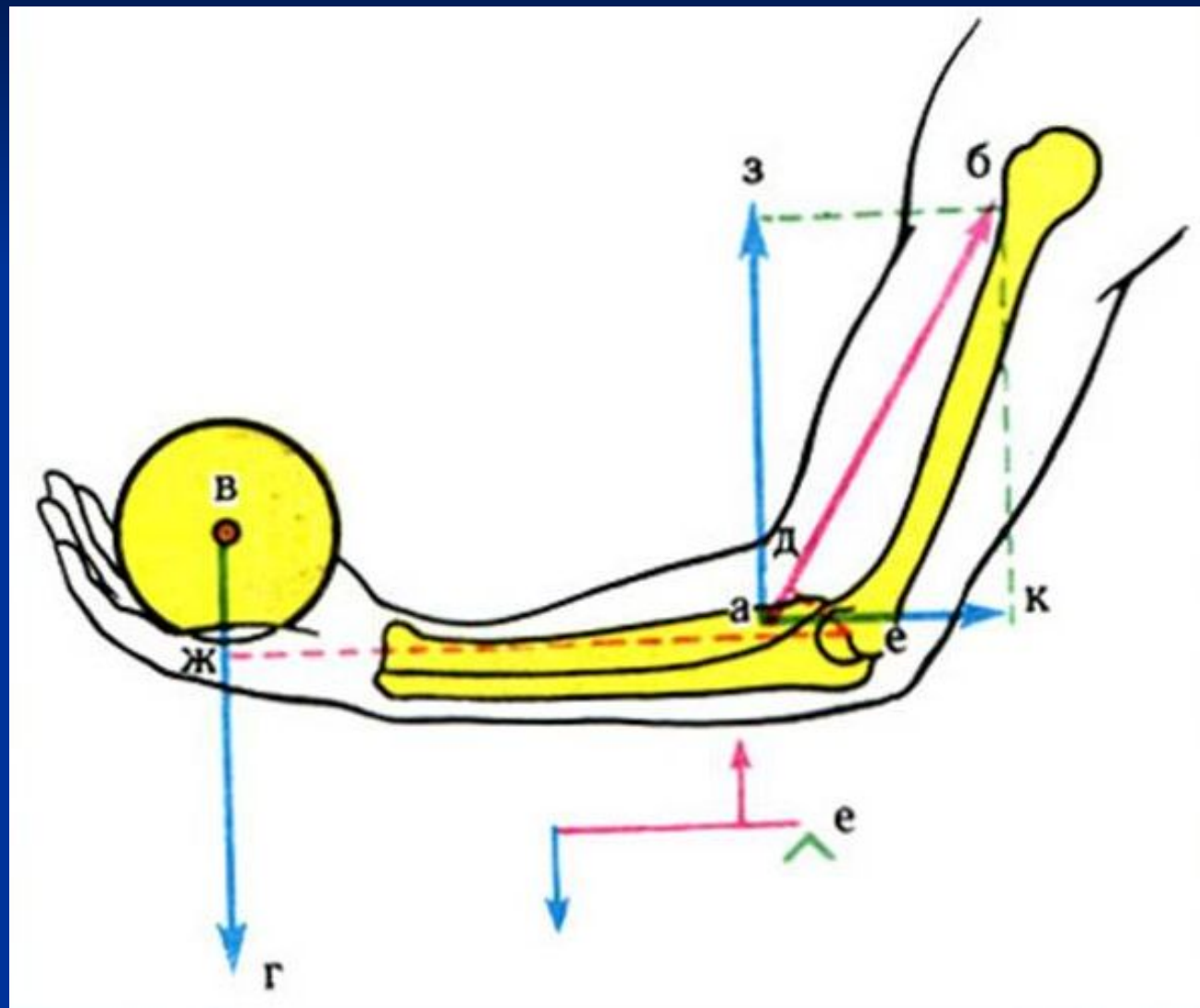
# ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ

1. Рычаг.
2. Неподвижный блок.
3. Подвижный блок.
4. Наклонная плоскость.

# Применение рычагов



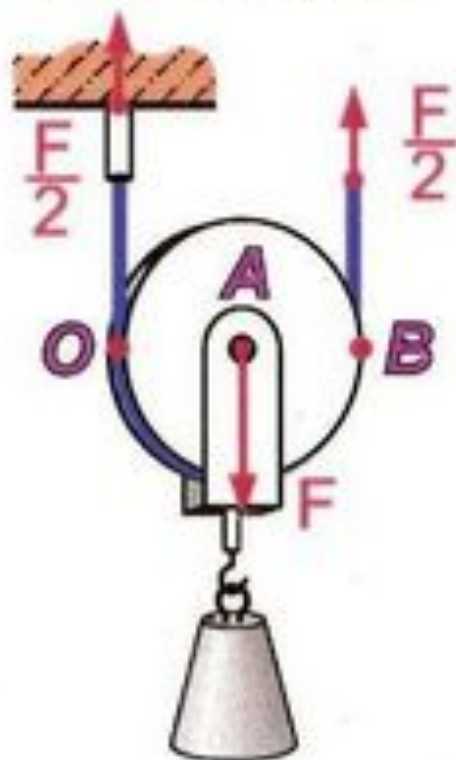
# Рука - рычаг



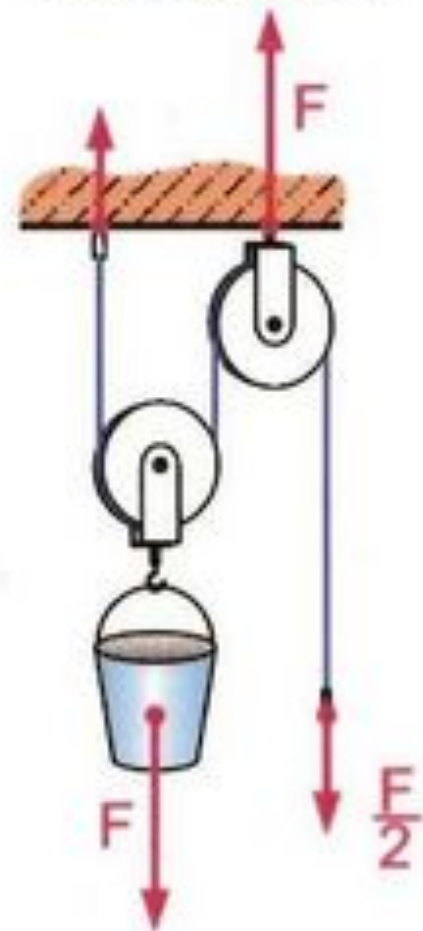
# БЛОК

И

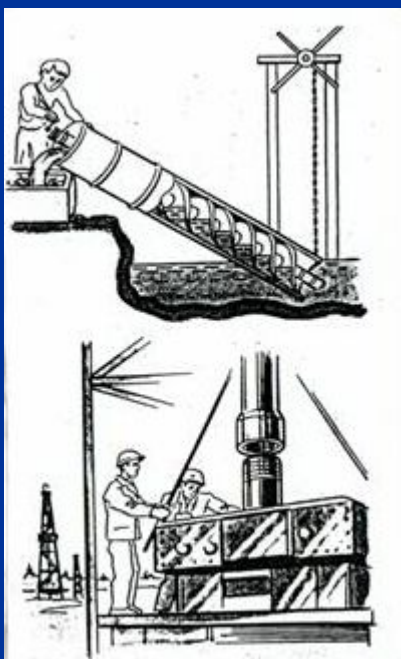
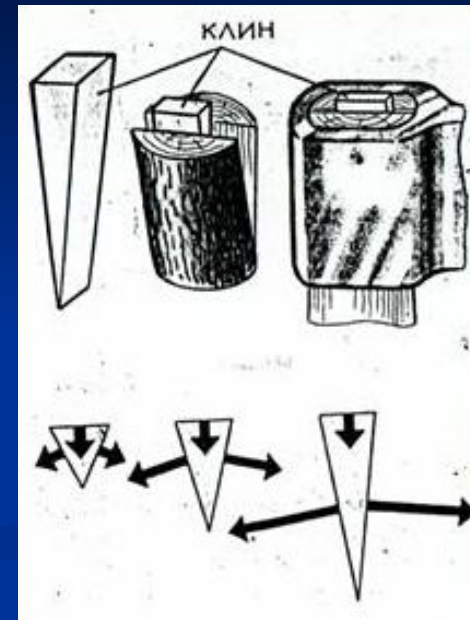
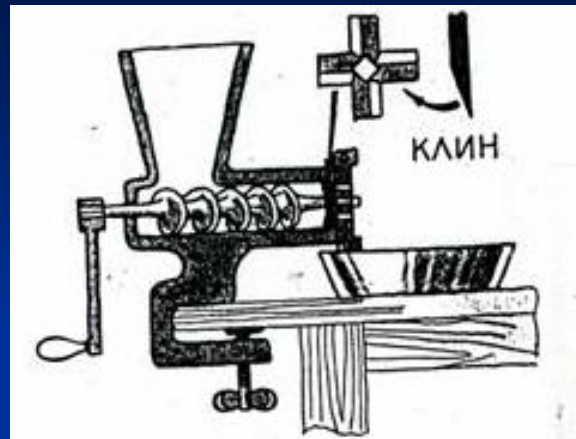
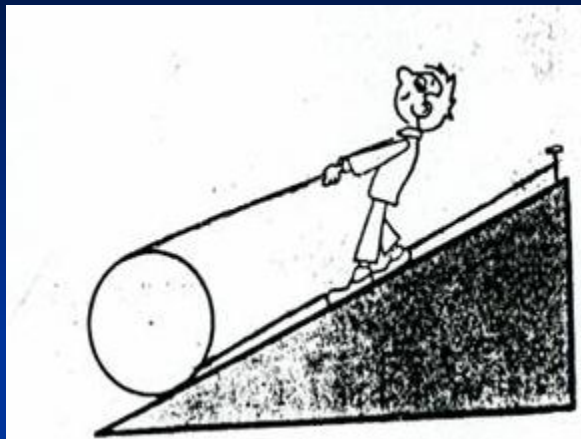
Блок  
неподвижный подвижный



Полиспаст



# Наклонная плоскость



До свидання

СТАТИКА

!