

# Статика

# Содержание

---

- Статика
- Первое условие равновесия
- Момент силы
- Второе условие равновесия
- Виды равновесия
- Равновесие тел имеющих площадь  
опоры

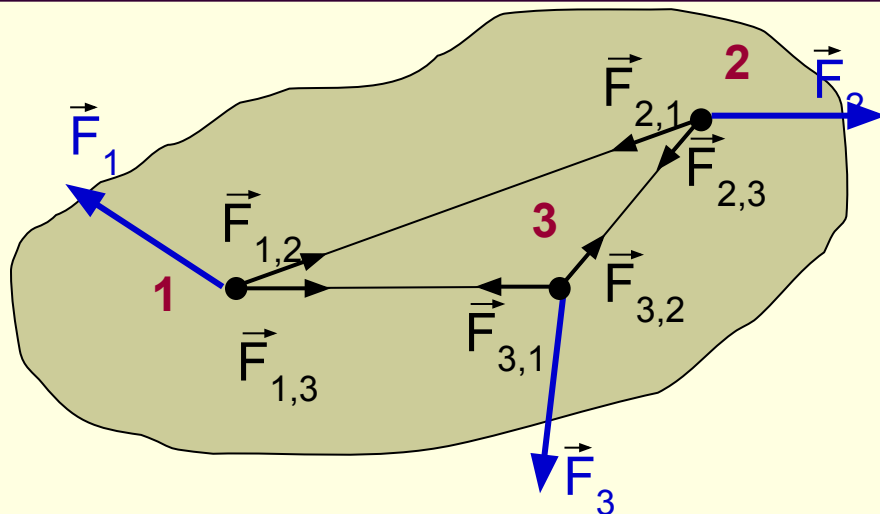
# Статика

---

- Раздел механики, в котором изучается равновесие абсолютно твердых тел, называется **статикой**.
- Равновесие тела – это состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения тела.
- Абсолютно твердое тело – тело, у которого деформации, возникающие под действием приложенных к нему сил, пренебрежимо малы.



# Первое условие равновесия



$$\begin{cases}
 \vec{F}_1 + \vec{F}_{1,2} + \vec{F}_{1,3} + \dots = 0 \\
 \vec{F}_2 + \vec{F}_{2,1} + \vec{F}_{2,3} + \dots = 0 \\
 \vec{F}_3 + \vec{F}_{3,1} + \vec{F}_{3,2} + \dots = 0 \\
 \dots
 \end{cases}$$

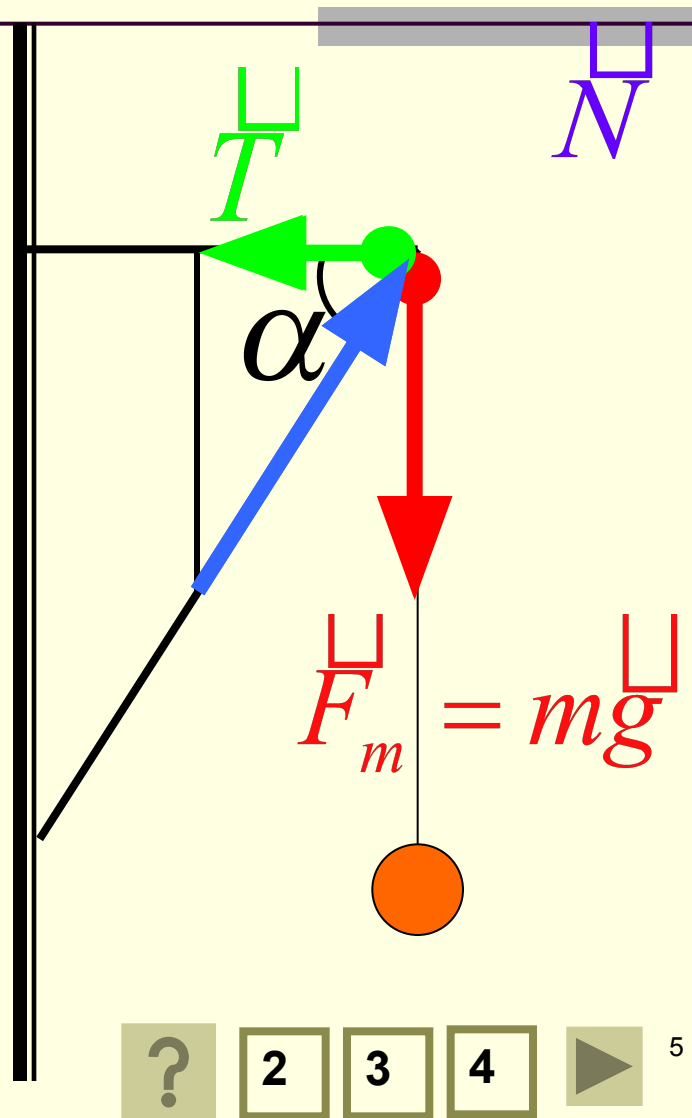
$$\vec{F}_1 + \vec{F}_{1,2} + \vec{F}_{1,3} + \vec{F}_2 + \vec{F}_{2,1} + \vec{F}_{2,3} + \vec{F}_3 + \vec{F}_{3,1} + \vec{F}_{3,2} + \dots = 0$$

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

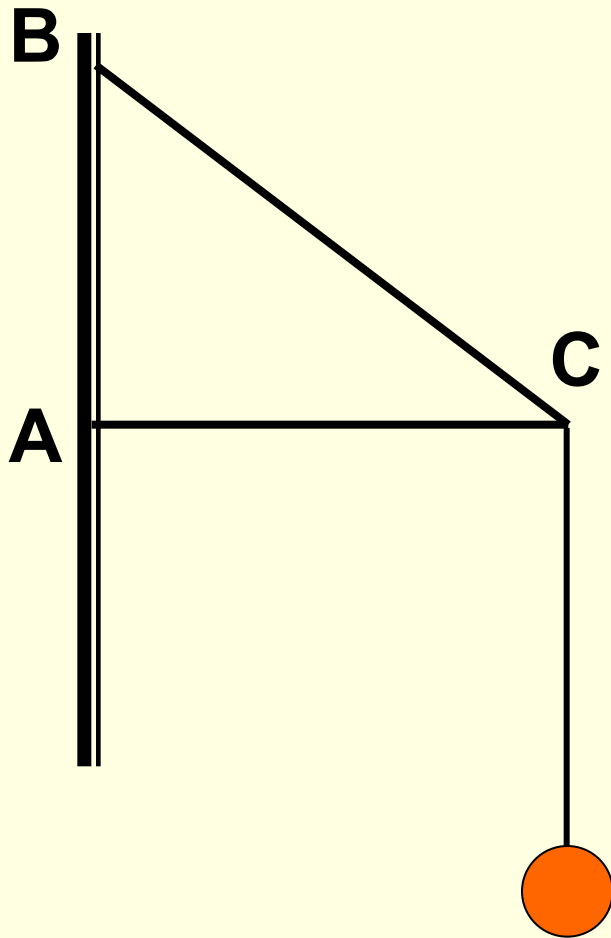
- Твердое тело находится в равновесии, если геометрическая сумма всех сил, приложенных к нему, равна нулю.

## Задача №1

Электрическая лампа подвешена на шнуре на кронштейне. Найти силы упругости в балках кронштейна, если масса лампы равна 1 кг, а угол  $\alpha = 60^\circ$ .



## Задача №2



К концу двухметрового стержня AC, укрепленного шарнирно одним концом к стене, а с другого конца поддерживаемого тросом BC длиной 2,5 м, подвешен груз массой 120 кг. Найти силы, действующие на трос и стержень.



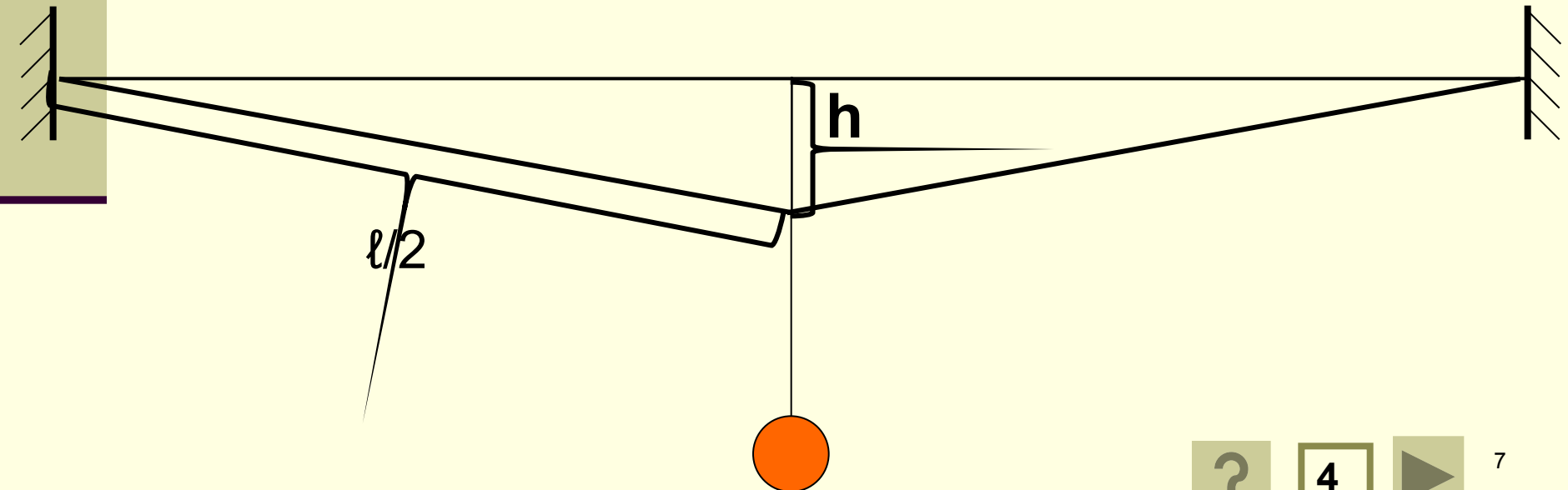
3

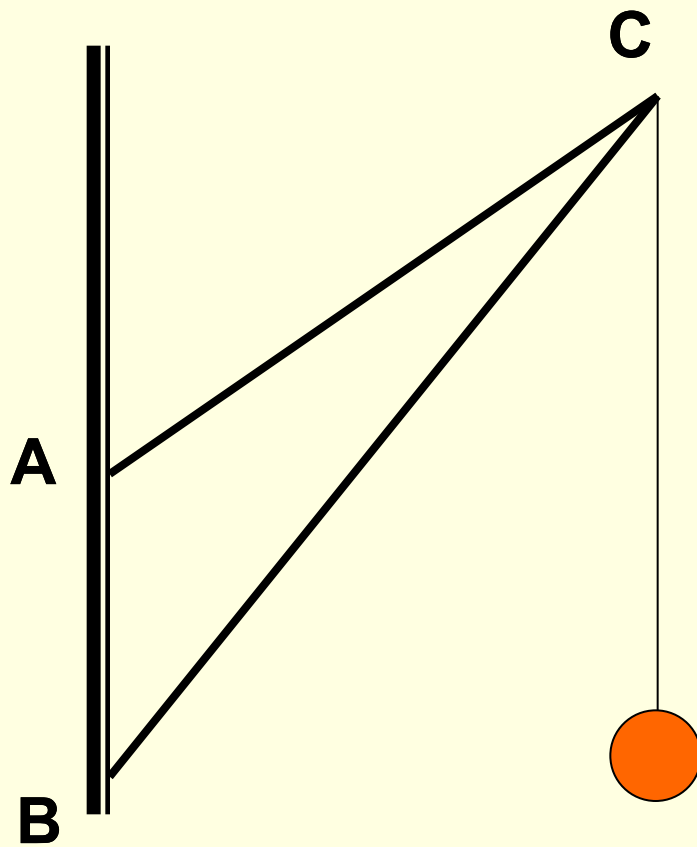
4



### Задача №3

На бельевой веревке длиной 10 м висит костюм, вес которого 20 Н. Вешалка расположена посередине веревки, и эта точка провисает на 10 см ниже горизонтали, проведенной через точки закрепления веревки. Чему равна сила натяжения веревки?





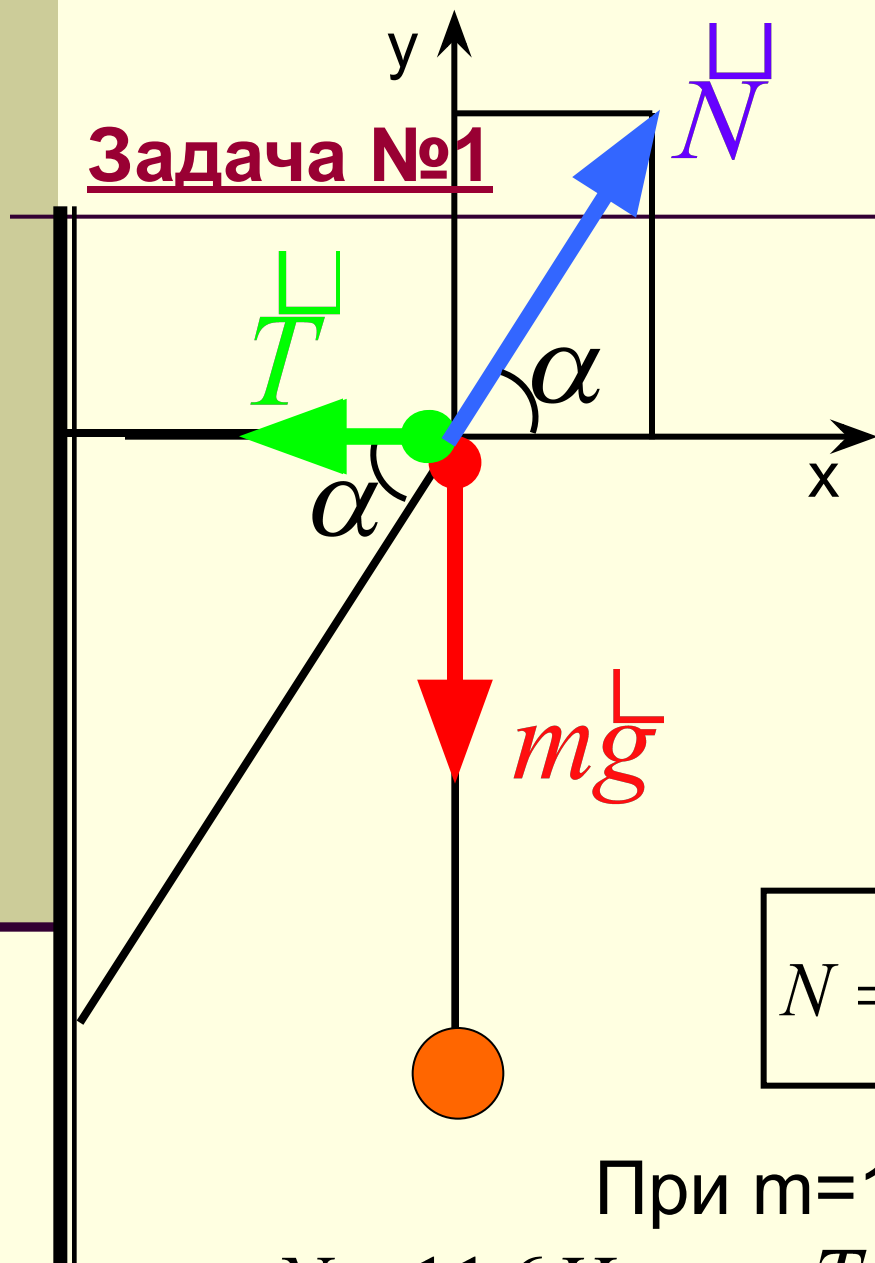
## Задача №4

- Найти силы, действующие на подкос BC и тягу AC, если  $AB = 1,5$  м,  $AC = 3$  м,  $BC = 4$  м, а масса груза 200 кг.



# Задача №1

1-ый способ



$$\vec{T} + m\vec{g} + \vec{N} = 0$$

$$oy: T_y + mg_y + N_y = 0$$

$$ox: T_x + mg_x + N_x = 0$$

$$-mg + N \sin \alpha = 0$$

$$-T + N \cos \alpha = 0$$

$$N = \frac{mg}{\sin \alpha}$$

$$T = mg \cdot ctg \alpha$$

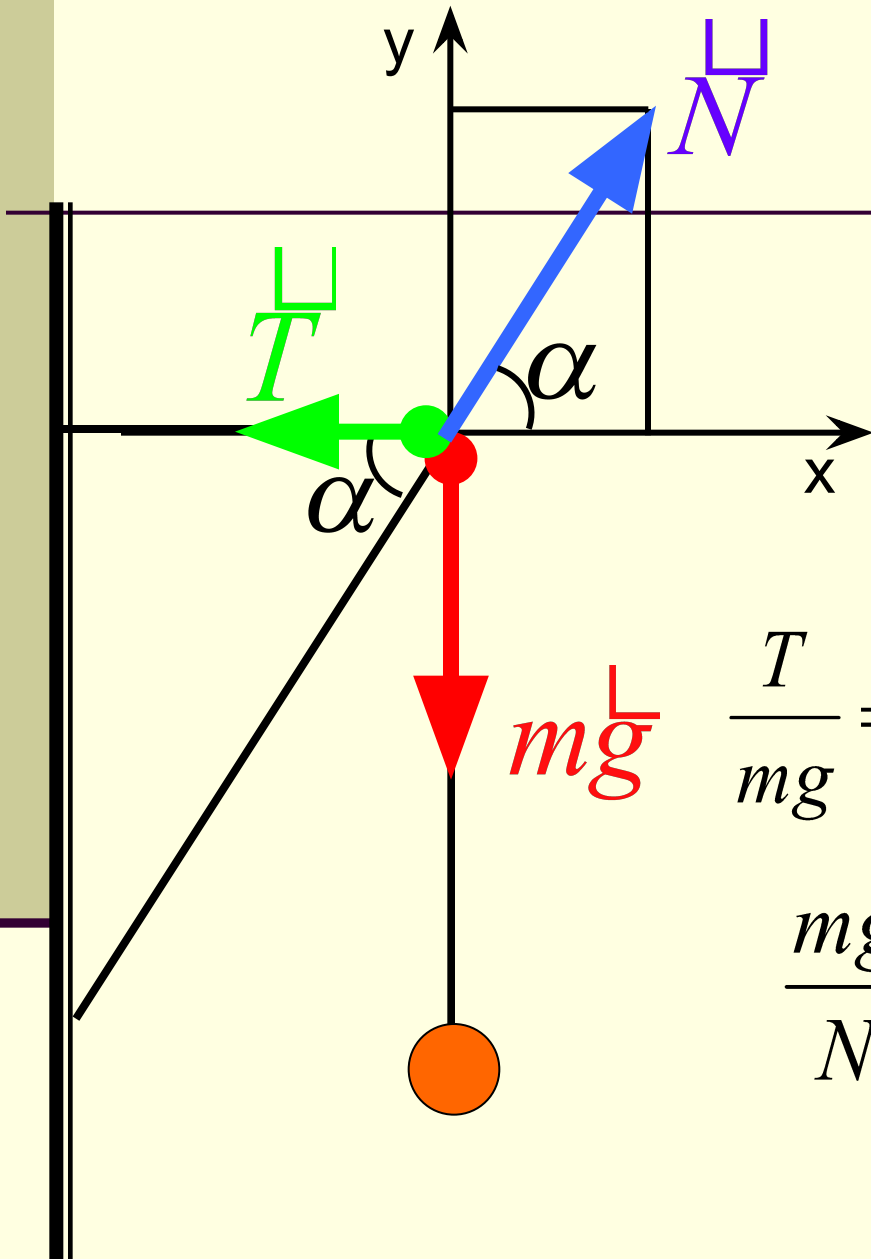
При  $m=1\text{кг}$ ,  $\alpha=60^\circ$

$$N = 11,6\text{H}$$

$$T = 5,8\text{H}$$

## Задача №1

2-ой способ



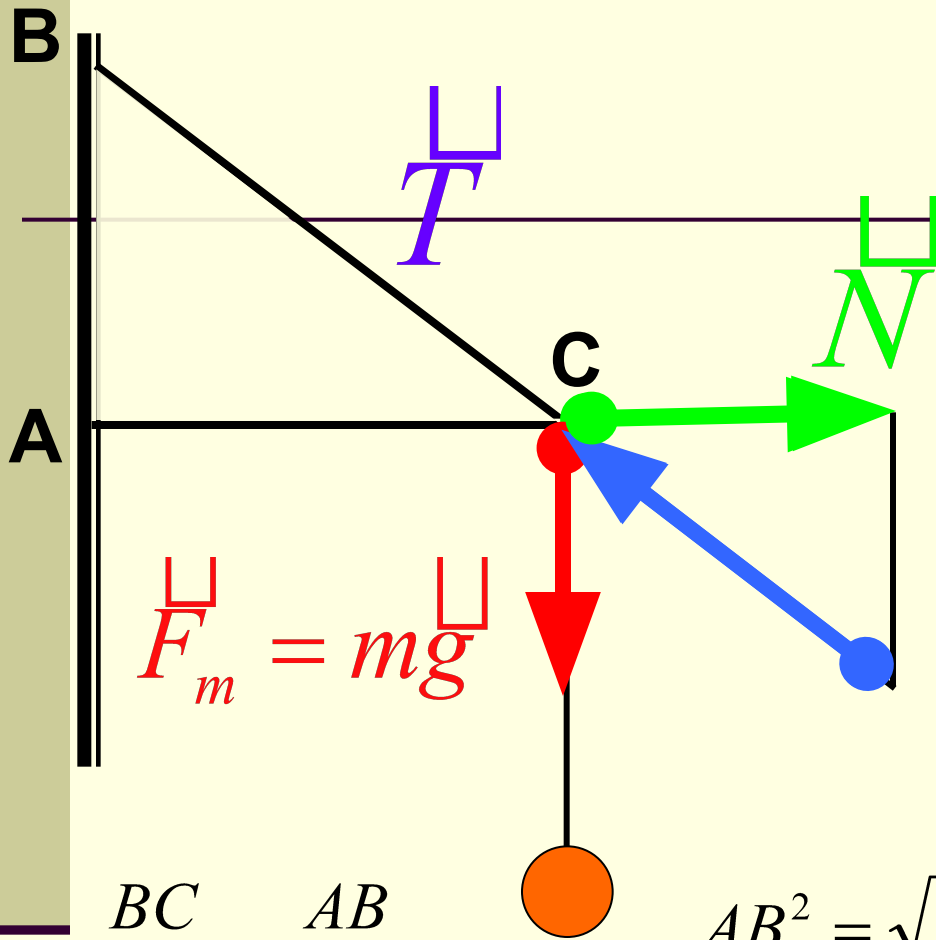
$$\vec{T} + m\vec{g} + \vec{N} = 0$$

Из треугольника сил:

$$\frac{T}{mg} = ctg\alpha \quad \longrightarrow \quad T = mg \cdot ctg\alpha$$

$$\frac{mg}{N} = \sin\alpha \quad \longrightarrow \quad N = \frac{mg}{\sin\alpha}$$





## Задача №2

Дано:

$$AC=2\text{м}$$

$$BC=2,5\text{м}$$

$$m=120\text{ кг}$$

T-? N-?

$$\frac{BC}{T} = \frac{AB}{F_{\text{тяж}}}$$

$$AB^2 = \sqrt{BC^2 - AC^2}$$

$$T = \frac{BC \cdot F_{\text{тяж}}}{AB}$$

$$\frac{AC}{N} = \frac{AB}{F_{\text{тяж}}}$$

$$N = \frac{AC \cdot F_{\text{тяж}}}{AB}$$

$$AB=1,5\text{м}$$

$$T=2000\text{Н}$$

$$N=1200\text{Н}$$

3

4



## Задача №3

Дано:

$$l=10\text{м}$$

$$F_T=20\text{Н}$$

$$h=10\text{см}$$

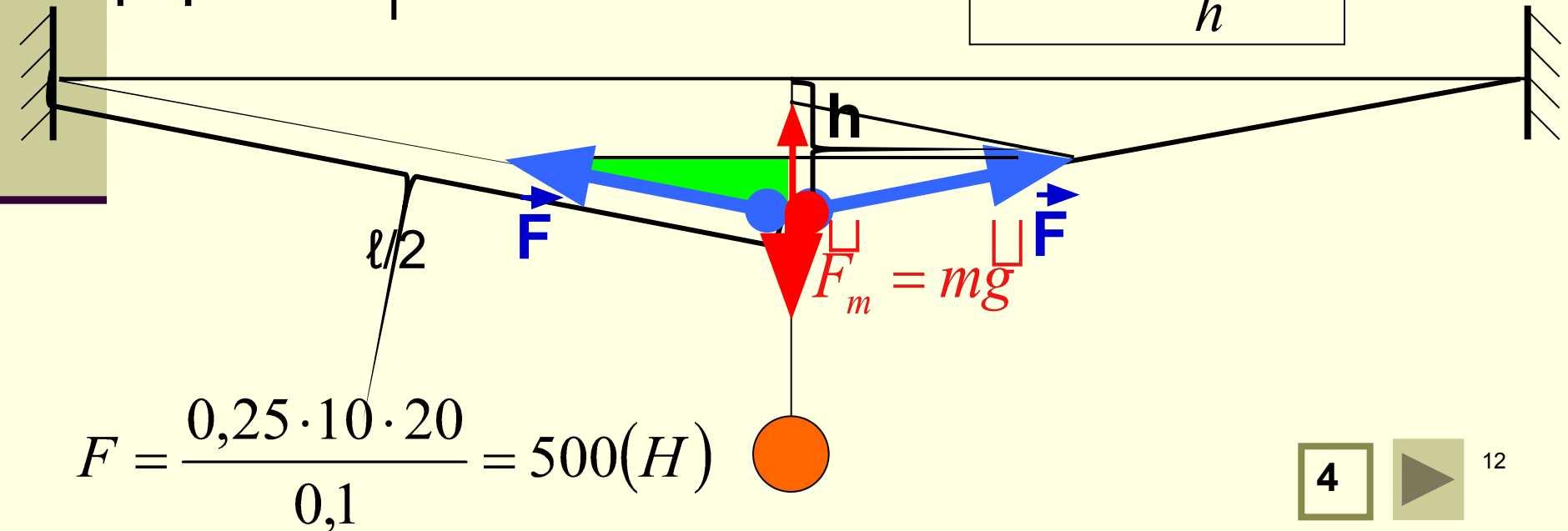
$F$ -?

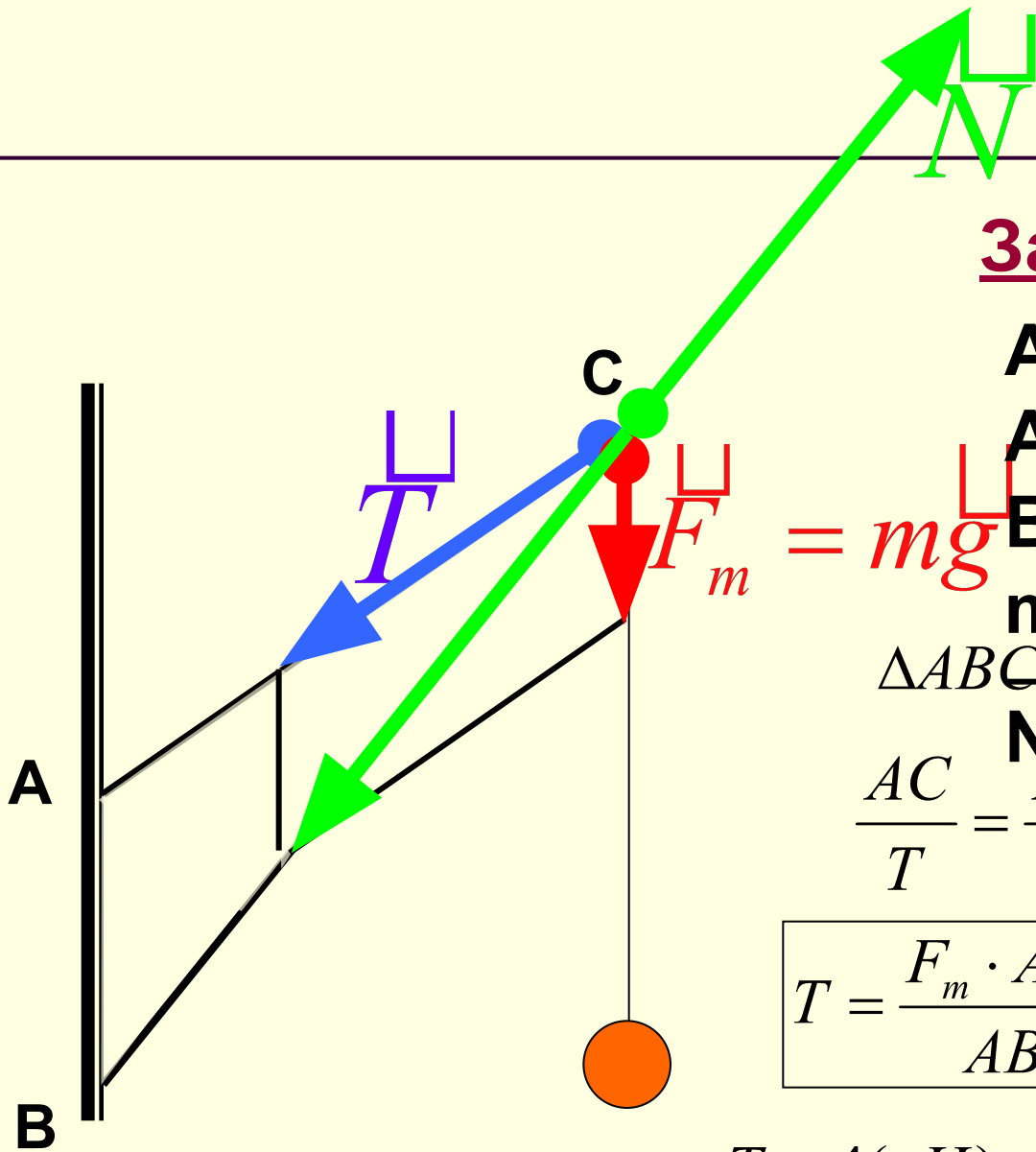
Из подобия треугольников

$$\longrightarrow \frac{0,5mg}{F} = \frac{h}{0,5l}$$

$\longrightarrow$

$$F = \frac{0.25l \cdot mg}{h}$$





## Задача №4

$$AB = 1,5 \text{ м}$$

$$AC = 3 \text{ м}$$

$$BC = 4 \text{ м}$$

$$m = 200 \text{ кг}$$

$\triangle ABC \sim \triangle$  — ку сил  $\longrightarrow$

**N-? T-?**

$$\frac{AC}{T} = \frac{AB}{F_m}$$

$$\frac{BC}{N} = \frac{AB}{F_m}$$

$$T = \frac{F_m \cdot AC}{AB}$$

$$N = \frac{F_m \cdot BC}{AB}$$

$$T = 4(\text{кН}) \quad N \approx 5,3(\text{кН})$$

# Момент силы

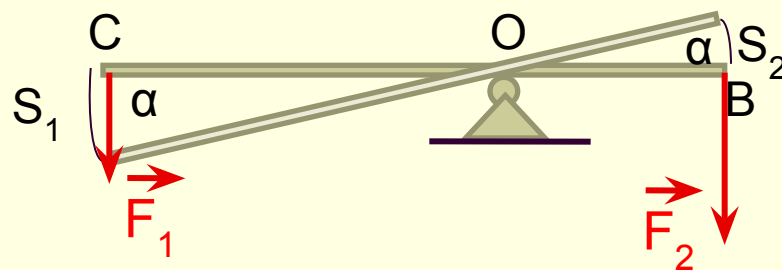
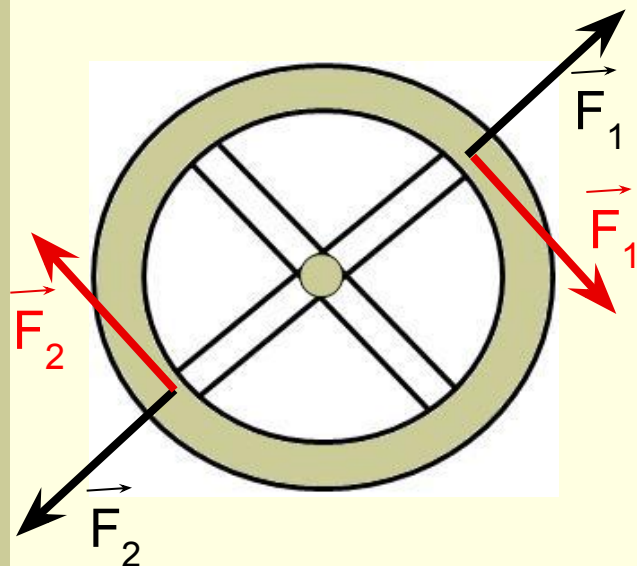
# Правило моментов

10 класс

© Кузьмина Л.А., шк.№65 г.Санкт-Петербург,

- 
- **Что такое равновесие?**
  - **Как читается условие равновесия абсолютно твердого тела?**

# Второе условие равновесия



$$A_1 = F_1 S_1 = F_1 \cdot \alpha \cdot OC$$

$$A_2 = -F_2 S_2 = -F_2 \cdot \alpha \cdot OB$$

- Кратчайшее расстояние от оси вращения до линии действия силы называется плечом силы.



- Произведение силы на ее плечо называется моментом силы.

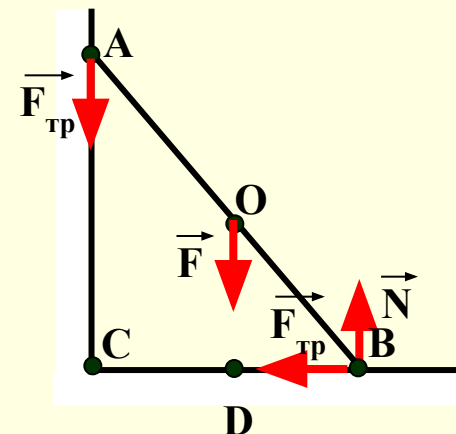
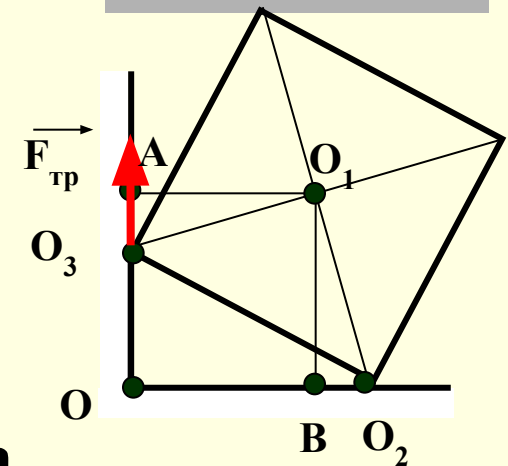
$$M_1 = F_1 \cdot OG \quad M_2 = F_2 \cdot OB$$





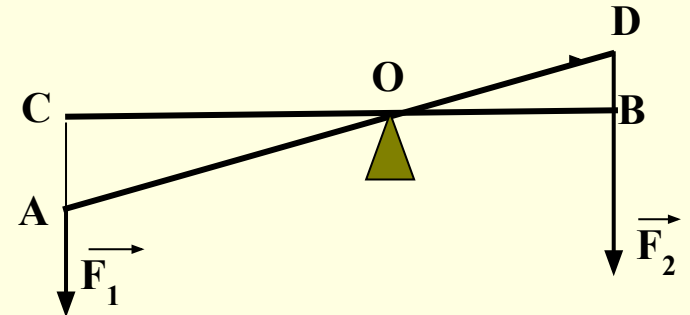
# Плечо силы

- Однородный куб опирается одним ребром о пол, другим – о вертикальную стену. Плечо силы трения  $\vec{F}_{\text{тр}}$  относительно т.О равно...
- На рисунке схематически изображена лестница АВ, опирающаяся на стену. Определите плечо ...
  - а) силы трения относительно точек А, О, В, D
  - б) силы реакции опоры относительно точек А, О, В, D
  - в) силы тяжести относительно точек А, О, В, D

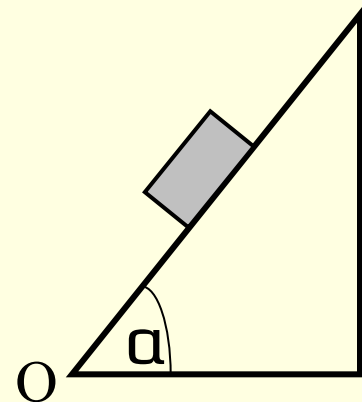


# Момент силы

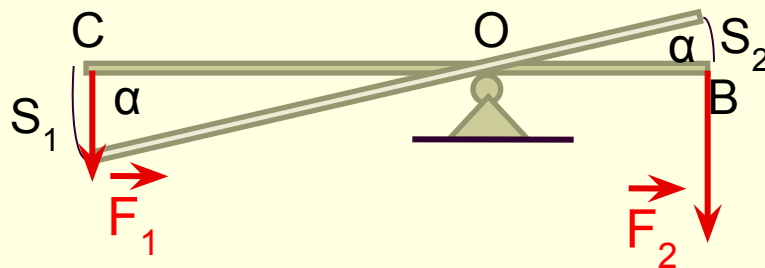
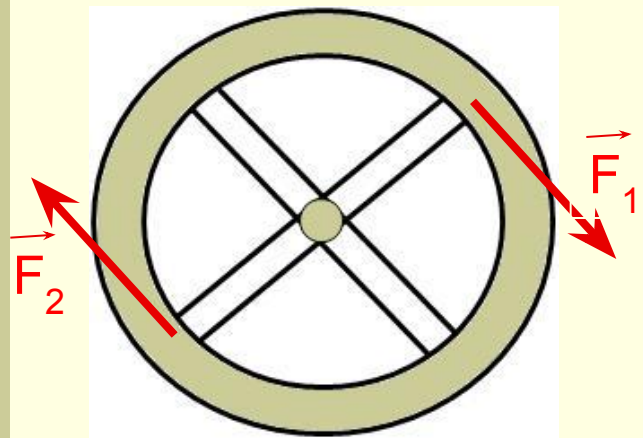
- Чему равен момент силы  $\vec{F}_1$  относительно точки  $O$ ?



- Наклонная плоскость длиной  $0,6\text{ м}$  составляет  $60^\circ$  с поверхностью стола. Чему равен момент силы тяжести бруска массой  $0,1\text{ кг}$ , находящегося на середине плоскости относительно точки  $O$ .



# Второе условие равновесия



$$A_1 = \alpha \cdot M_1 = M_1 \cdot \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$A_2 = \alpha \cdot M_2 = M_2 \cdot \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$A = A_1 + A_2 = \alpha(M_1 + M_2) = 0$$

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

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

# Условия равновесия

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

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

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

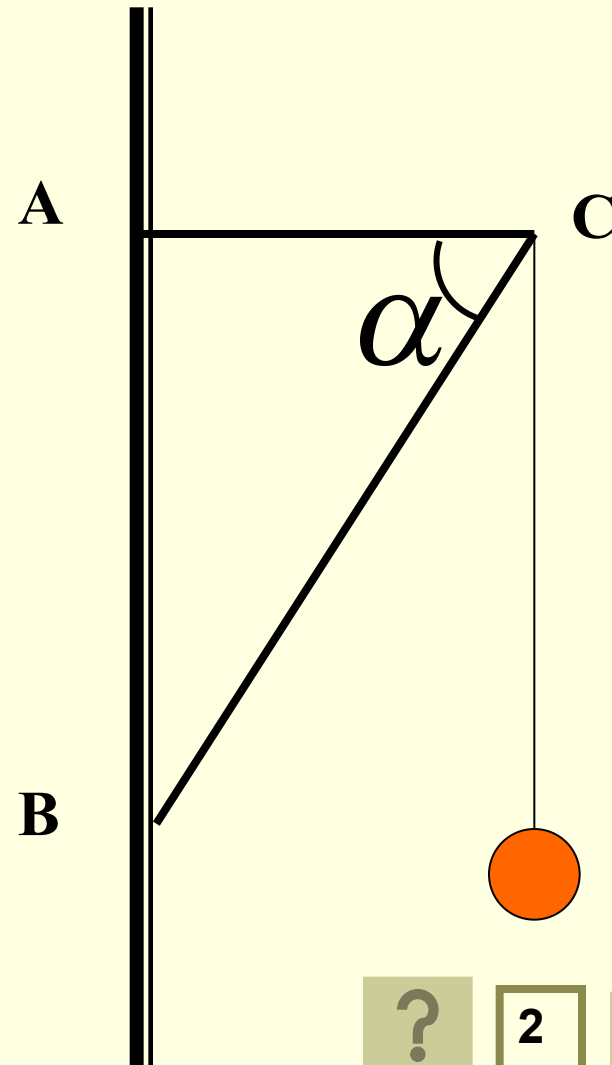
$$M_1 + M_2 + M_3 + \dots = 0$$



## Задача №1

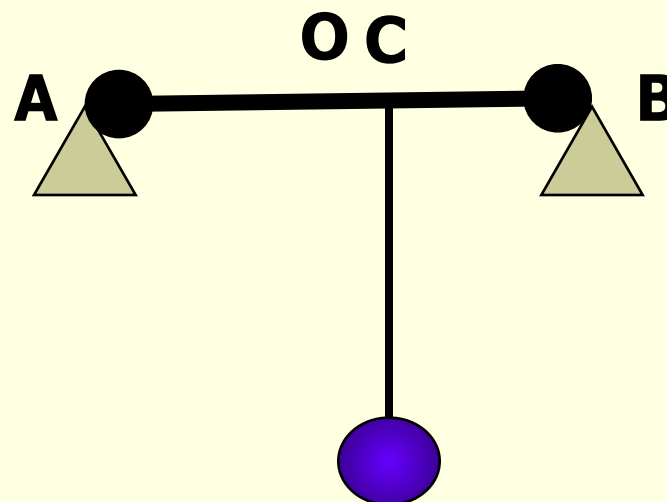
Электрическая лампа подвешена на шнуре на кронштейне. Найти силы упругости в балках кронштейна, если масса лампы равна 1 кг, а угол  $\alpha = 60^\circ$ .

3-ий способ



## Задача №6

К балке массой 200 кг и длиной 5 м подвешен груз массой 250 кг на расстоянии 3 м от одного из концов. Балка своими концами лежит на опорах. Каковы силы давления на каждую из опор?



## Задача №1

Дано:

$m=1\text{ кг}$

$\alpha=60^\circ$

$N$  -?  $T$  -?

$$\sum M_i = 0$$

т.В  $mg \cdot BE = T \cdot AC = tg \alpha$

т.А  $mg \cdot AC = N \cdot AD \sin \alpha$

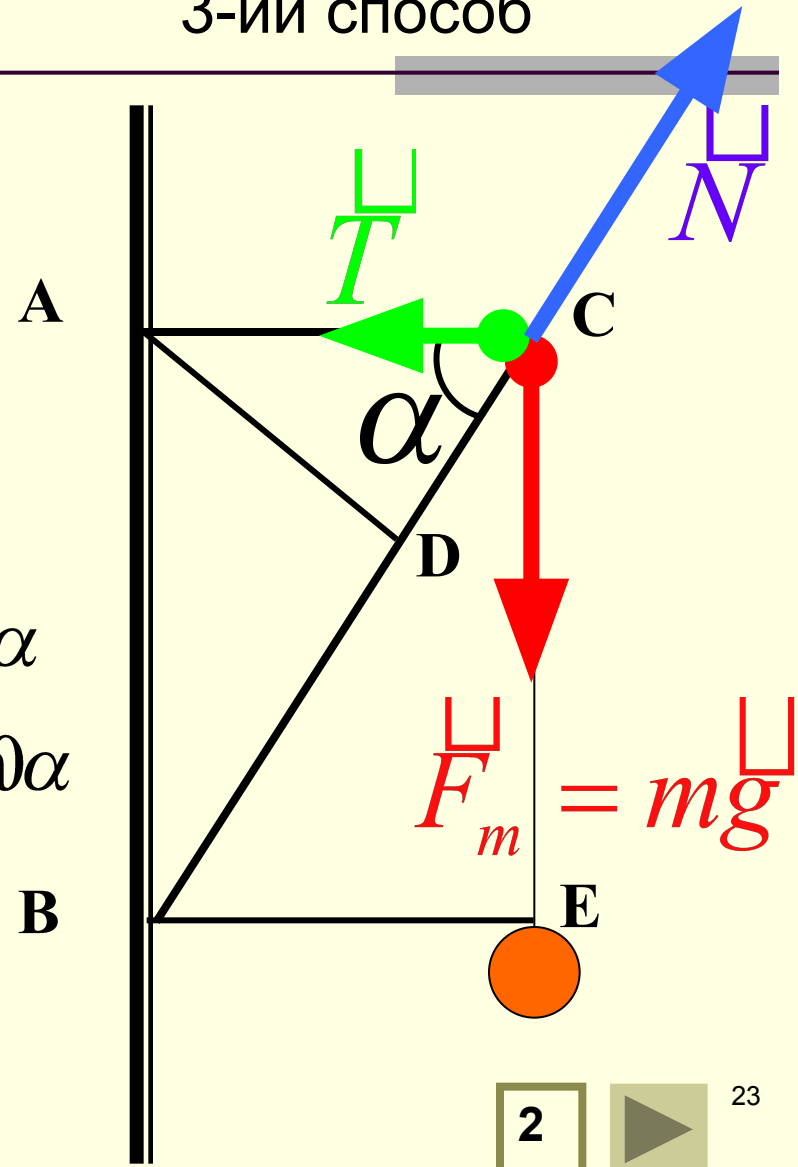
$$T = mg \cdot ctg \alpha$$

$$N = \frac{mg}{\sin \alpha}$$

$$T = 5,8\text{ Н}$$

$$N = 11,6\text{ Н}$$

3-ий способ



## Задача №6

$$AB=5\text{м}$$

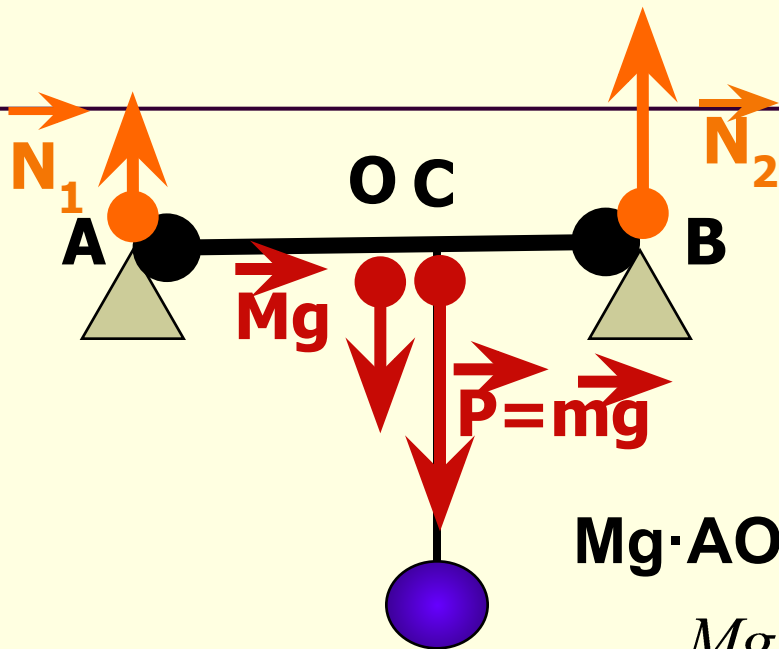
$$M=200\text{кг}$$

$$m=250\text{кг}$$

$$AC=3\text{м}$$

$$N_1 - ?$$

$$N_2 - ?$$



$$\sum M_{iA} = 0$$

$$Mg \cdot AO + mg \cdot AC = N_2 \cdot AB$$

$$N_2 = \frac{Mg \cdot AO + mg \cdot AC}{AB}$$

$$N_2 = \frac{200 \cdot 9,8 \cdot 2,5 + 250 \cdot 9,8 \cdot 3}{5} \approx 2500(H)$$

$$N_1 + N_2 = (M+m)g$$

$$N_2 = (200 + 250)9,8 - 2500 \approx 2000(H)$$

$$N_1 = (M+m)g - N_2$$





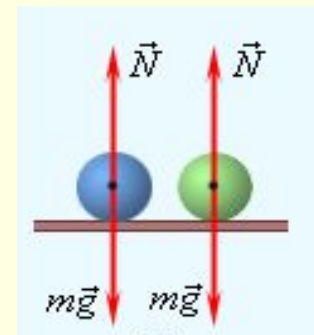
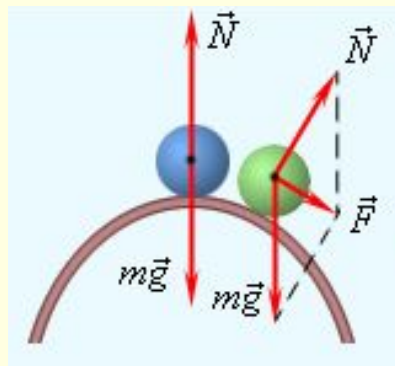
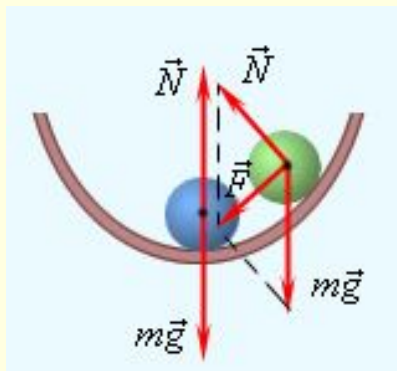
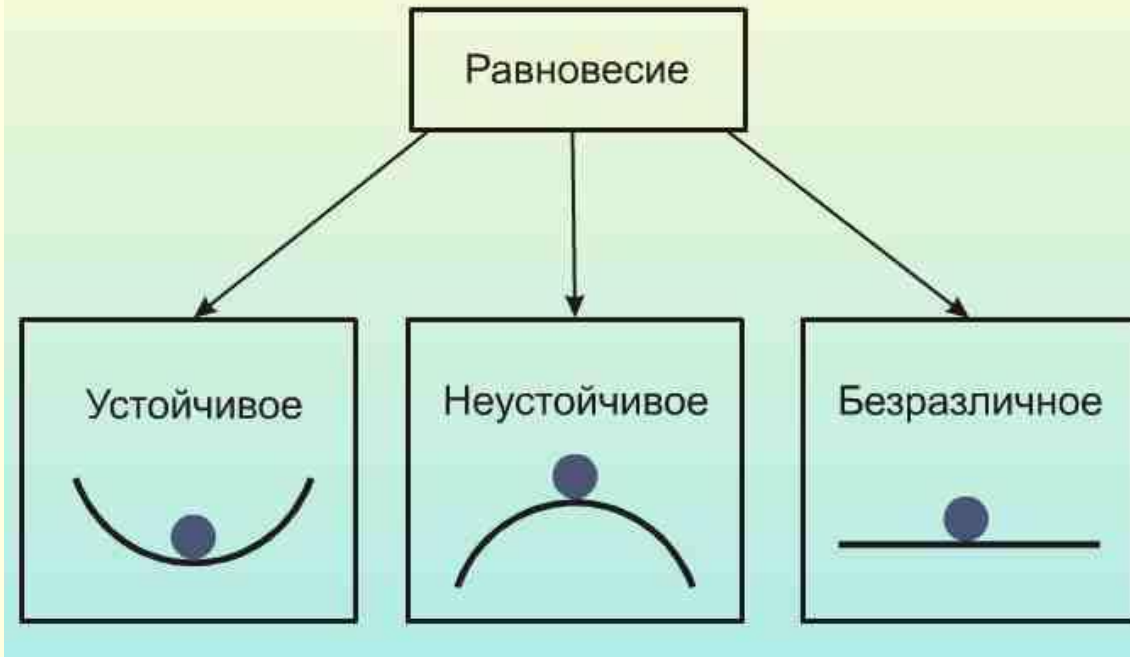
# Виды равновесия

10 класс

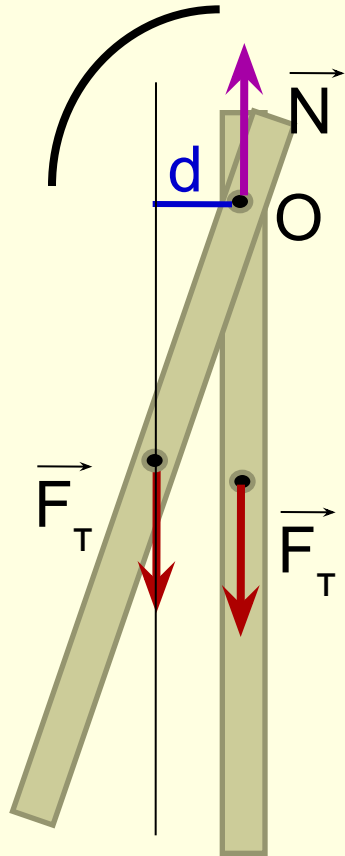
© Кузьмина Л.А., шк.№65 г.Санкт-Петербург,

- 
- **Что такое равновесие?**
  - **При каком условии твердое тело будет находиться в состоянии равновесия?**
  - **При каком условии твердое тело способное вращаться будет находиться в состоянии равновесия?**

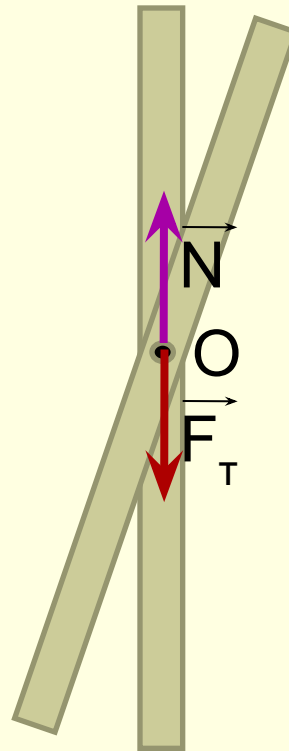
# Виды равновесия



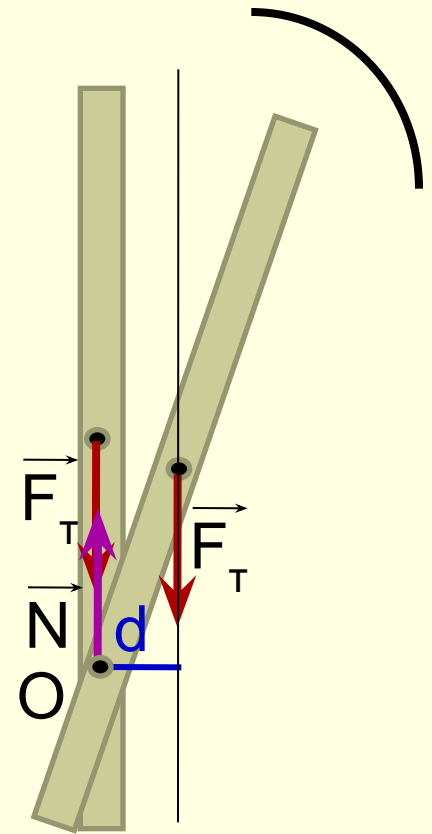
# Виды равновесия



■ устойчивое



■ безразличное



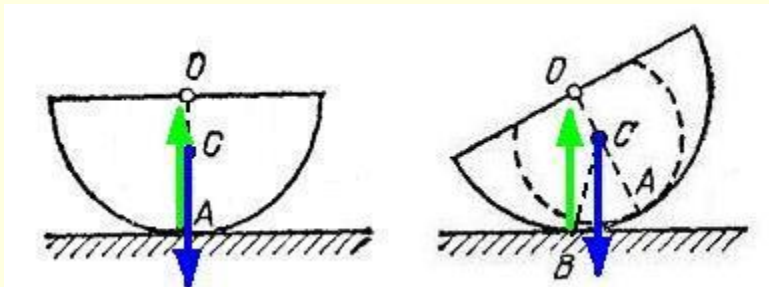
■ неустойчивое

# Условия устойчивости равновесия

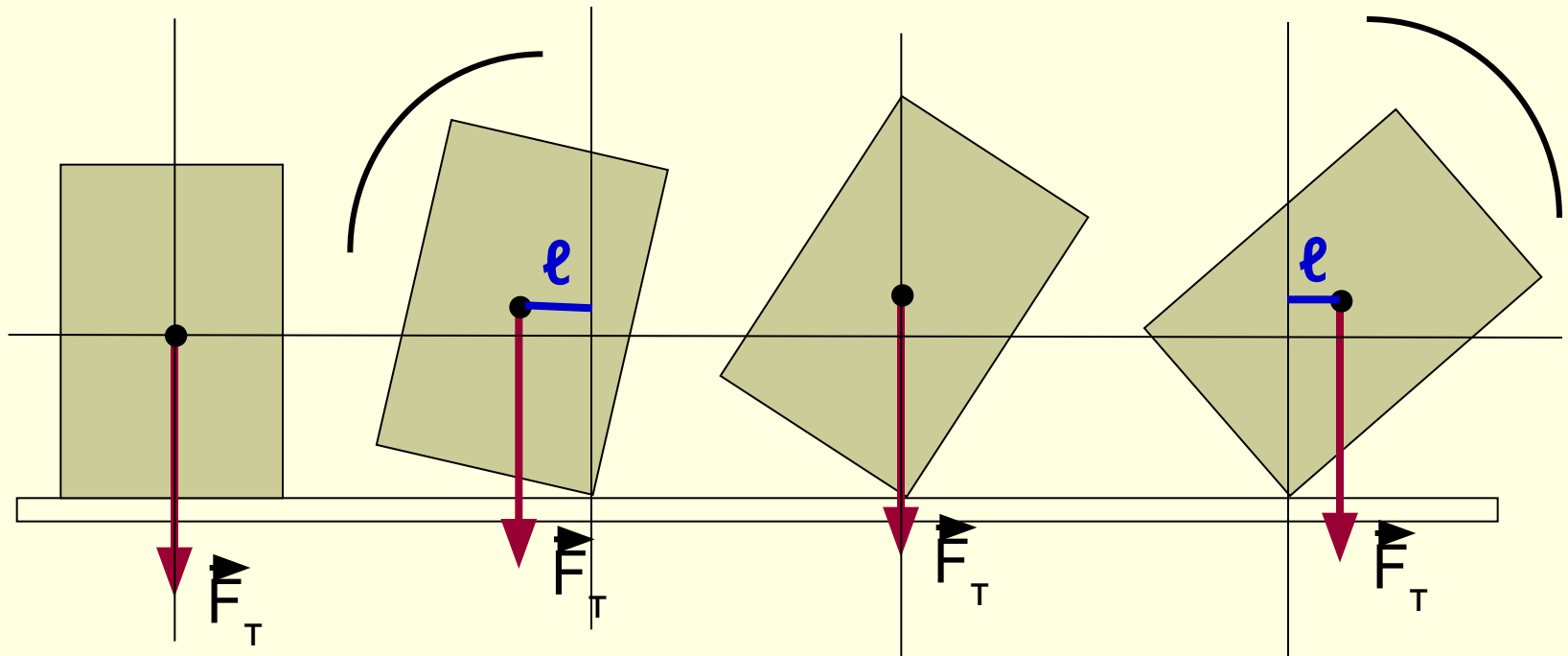
---

- Тела находятся в состоянии устойчивого равновесия, если при малейшем отклонении от положения равновесия возникает сила или момент силы, возвращающие тело в положение равновесия.
- Тела находятся в состоянии неустойчивого равновесия, если при малейшем отклонении от положения равновесия возникает сила или момент силы, удаляющие тело от положения равновесия.
- Тела находятся в состоянии безразличного равновесия, если при малейшем отклонении от положения равновесия не возникает ни сила, ни момент силы, изменяющие положение тела.

# Условия устойчивости равновесия

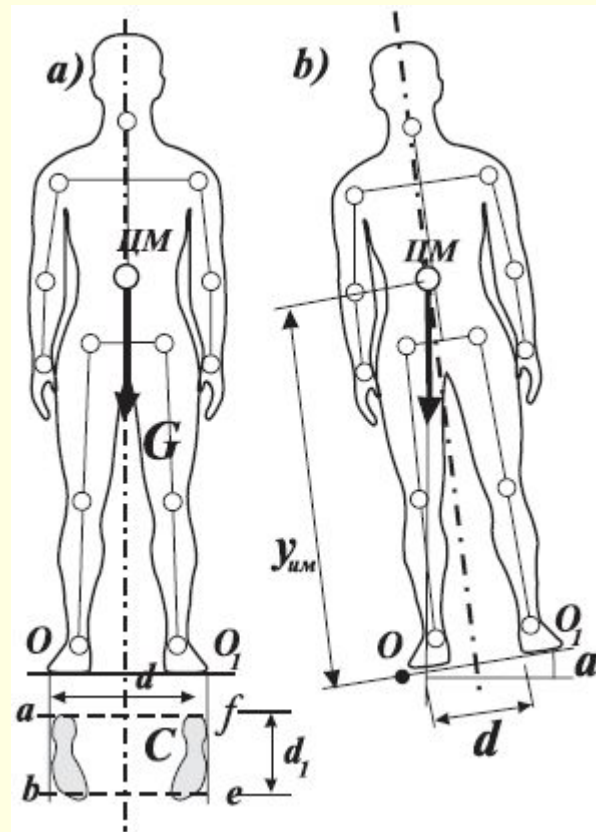


# Равновесие тел на опорах



- Тело, имеющее площадь опоры, будет находиться в равновесии до тех пор, пока линия действия силы тяжести будет проходить через площадь опоры.

# Равновесие тел на опорах





# Устойчивость транспорта

