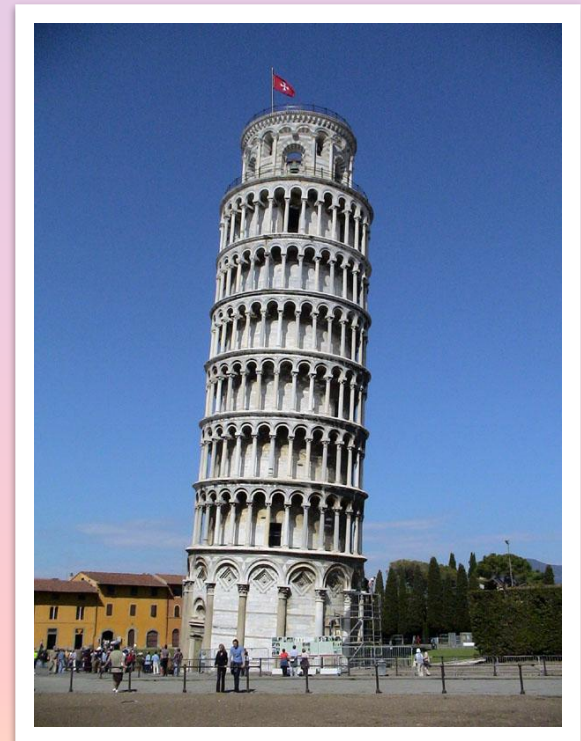


# РАВНОВЕСИЕ ТЕЛ. ПЕРВОЕ И ВТОРОЕ УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА. МОМЕНТ СИЛЫ.

План урока:

1. Проверка домашнего задания.
2. Активизация опорных знаний.
3. Изучение нового материала.
4. Закрепление материала.
5. Домашнее задание.

# УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА.



# ДРУГИЕ ВИДЫ СТАТИКИ

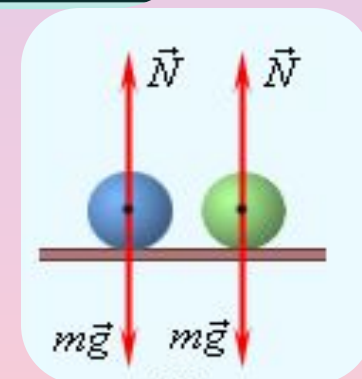
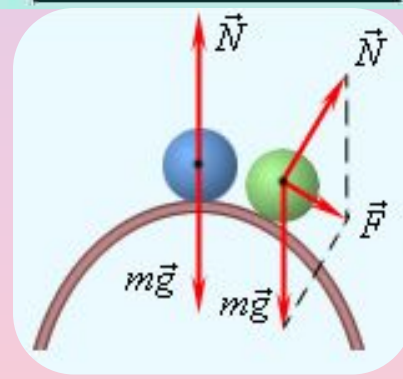
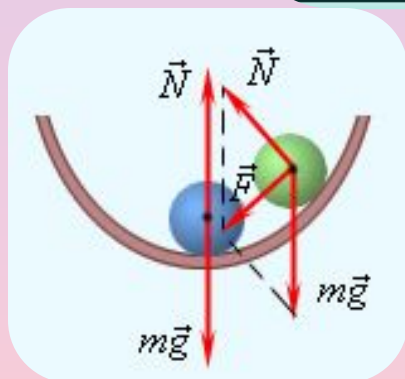
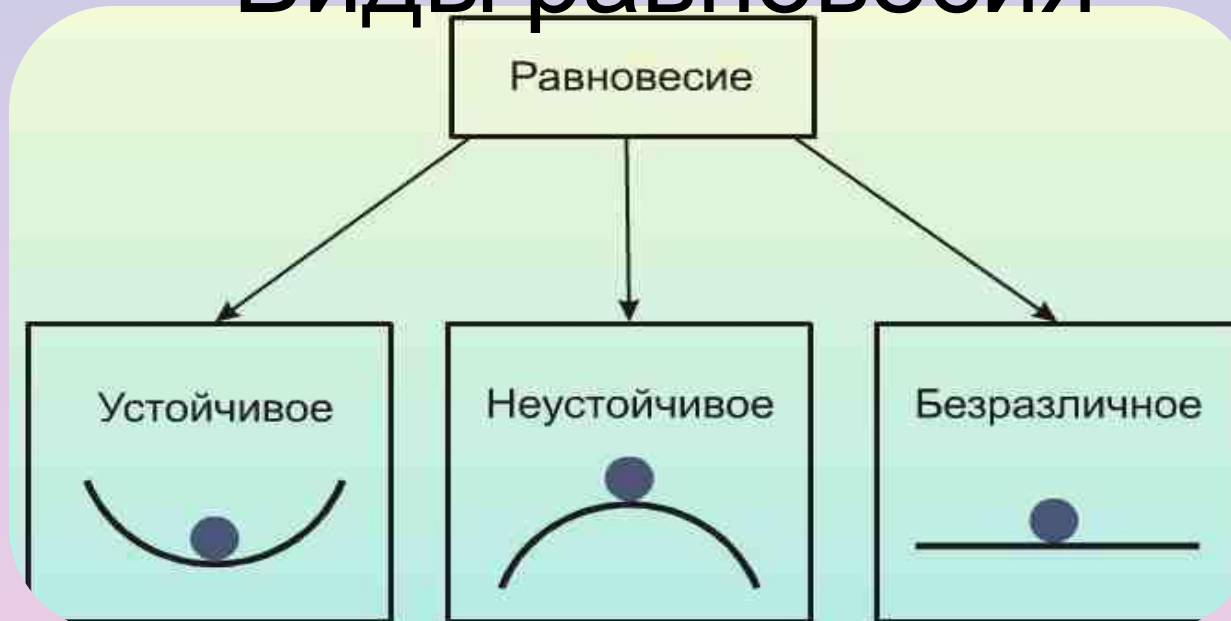
**□Аэростатика** - равновесие газообразных сред, в основном атмосферы.

**□Гидростатика** - равновесие жидкостей в поле тяжести.

**□Кинестатика** - способы решения динамических задач с помощью аналитических или графических методов статики.

**□Электростатика** - взаимодействие неподвижных электрических зарядов.

# Виды равновесия



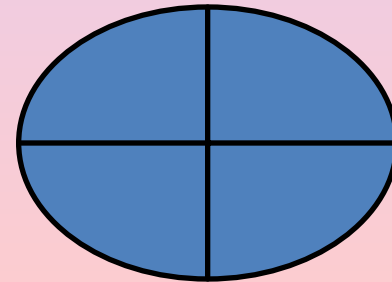
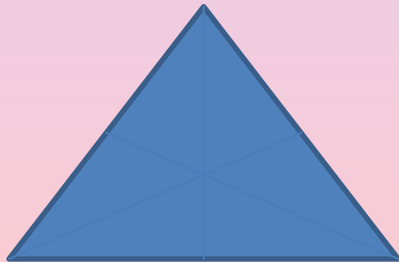
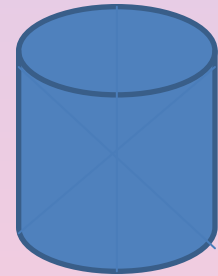
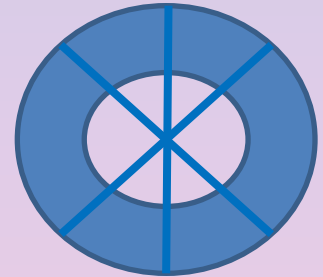
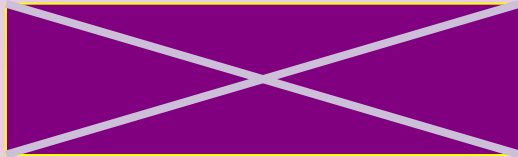
Тела находятся в состоянии **устойчивого равновесия**, если при малейшем отклонении от положения равновесия возникает сила, возвращающая тело в положение равновесия.

Тела находятся в состоянии **неустойчивого равновесия**, если при малейшем отклонении от положения равновесия возникает сила, удаляющая тело от положения равновесия.

Тела находятся в состоянии **безразличного равновесия**, если при малейшем отклонении от положения равновесия не возникает сила, изменяющая положение

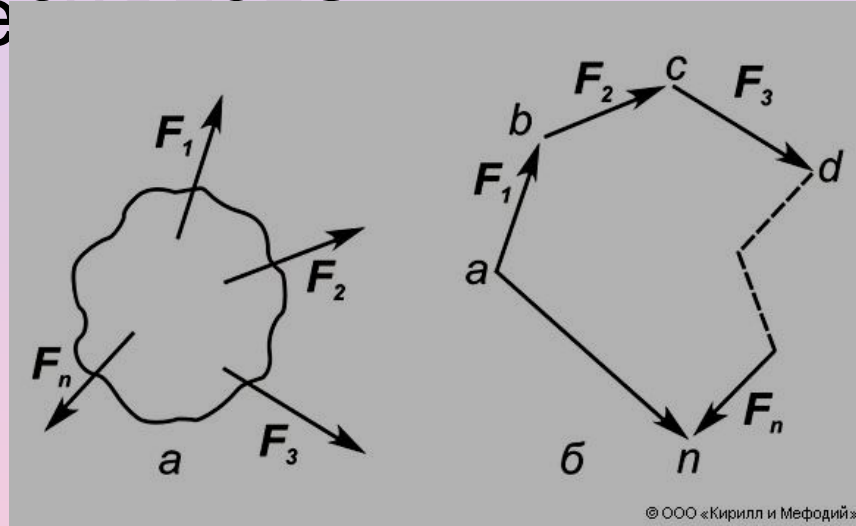
# Центр тяжести

Точку, через которую проходит равнодействующая сил тяжести при любом расположении тела называют *центром тяжести*.

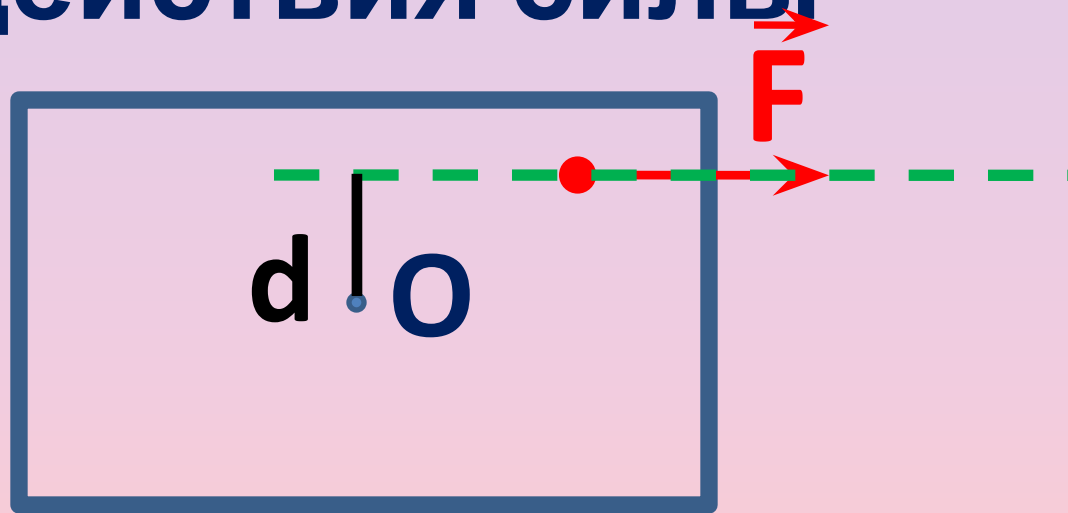


# Объяснение «на пальцах»

- Абсолютно твердое тело
- Понятие статики
- Первое условие равновесия
- Ось вращения
- Точка приложения силы
- Плечо силы
- Момент силы
- Второе условие равновесия тела



**Плечо силы  $a$  – длина**  
**перпендикуляра,**  
**опущенного от оси**  
**вращения на линию**  
**действия силы**



# 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.

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





# Условия равновесия твердого тела

- Первым условием равновесия твердого тела (системы тел) является равенство нулю геометрической суммы всех внешних сил, приложенных к телу

$$\sum \vec{F}_i = \mathbf{0}$$

- Вторым условием равновесия твердого тела является равенство нулю суммы моментов всех внешних сил, действующих на тело, относительно любой оси.

$$\sum M_k = \mathbf{0}$$

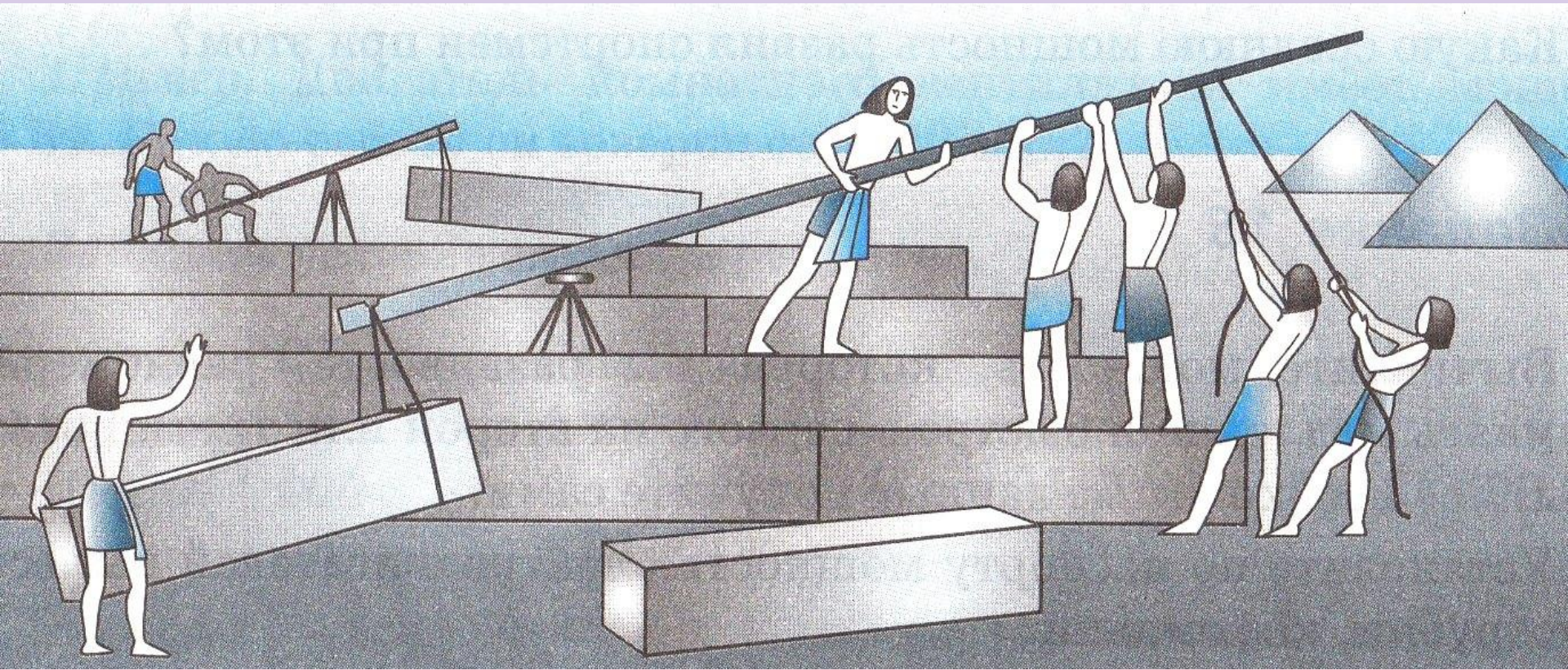
# Момент силы

$$\vec{M} = \vec{F} \cdot \ell$$

- $M$  – момент силы
- $F$  – сила, действующая на тело
- $\ell$  - плечо силы

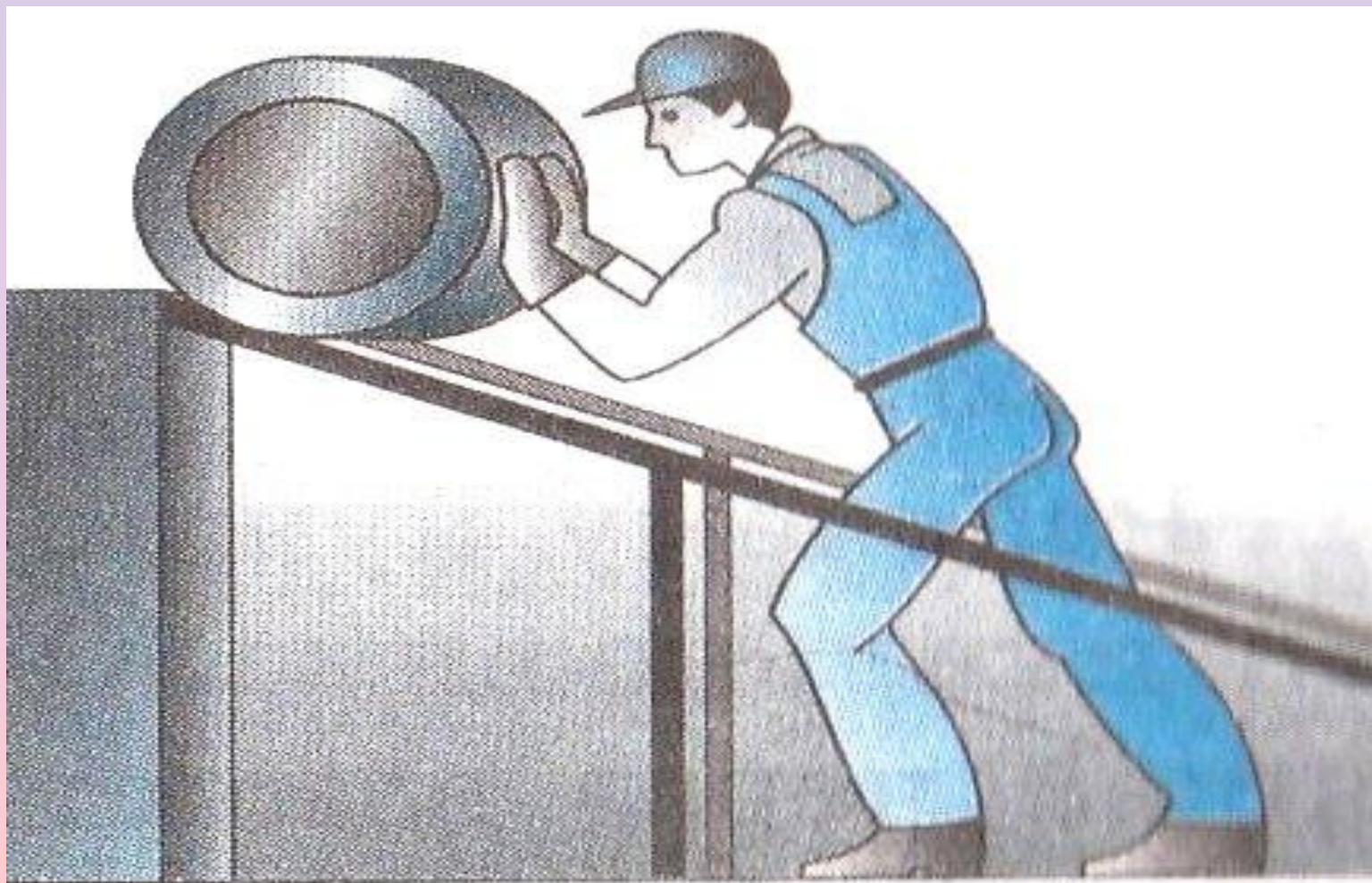
$$[M] = [H \cdot m]$$

# Простые механизмы

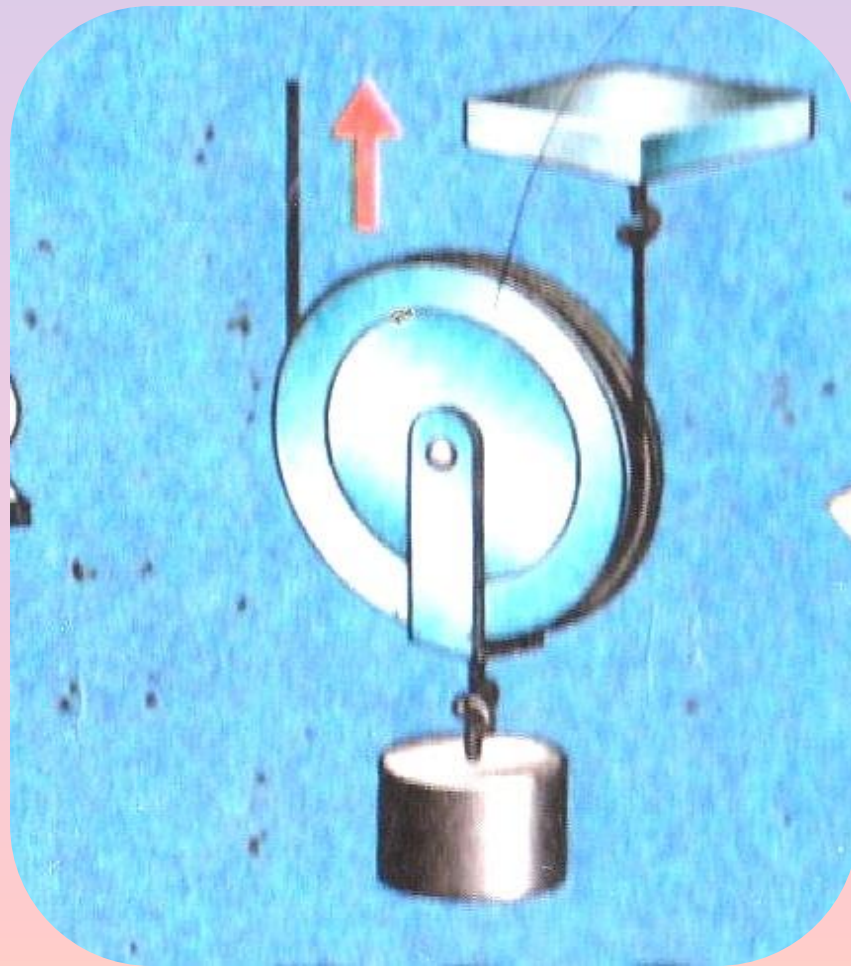
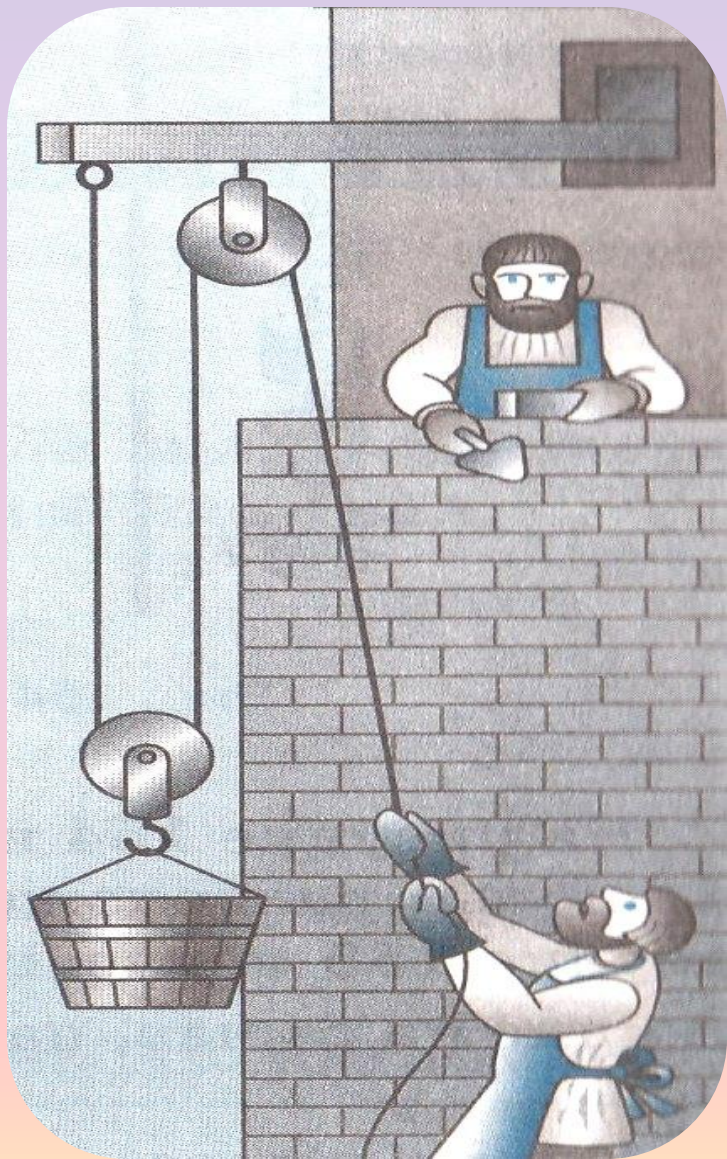


- Простые механизмы начали применять более 3 тысяч лет назад – при строительстве пирамид в Древнем Египте.

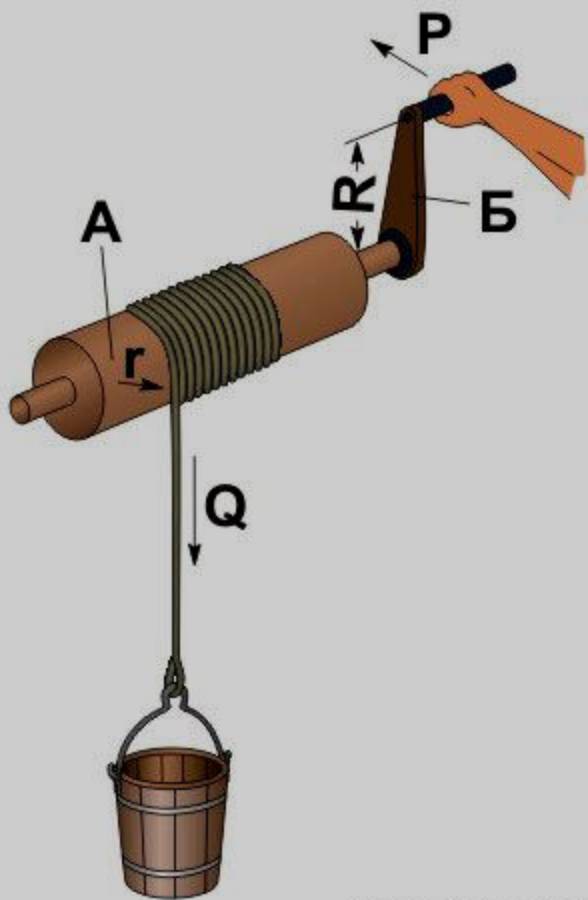
# Наклонная плоскость.



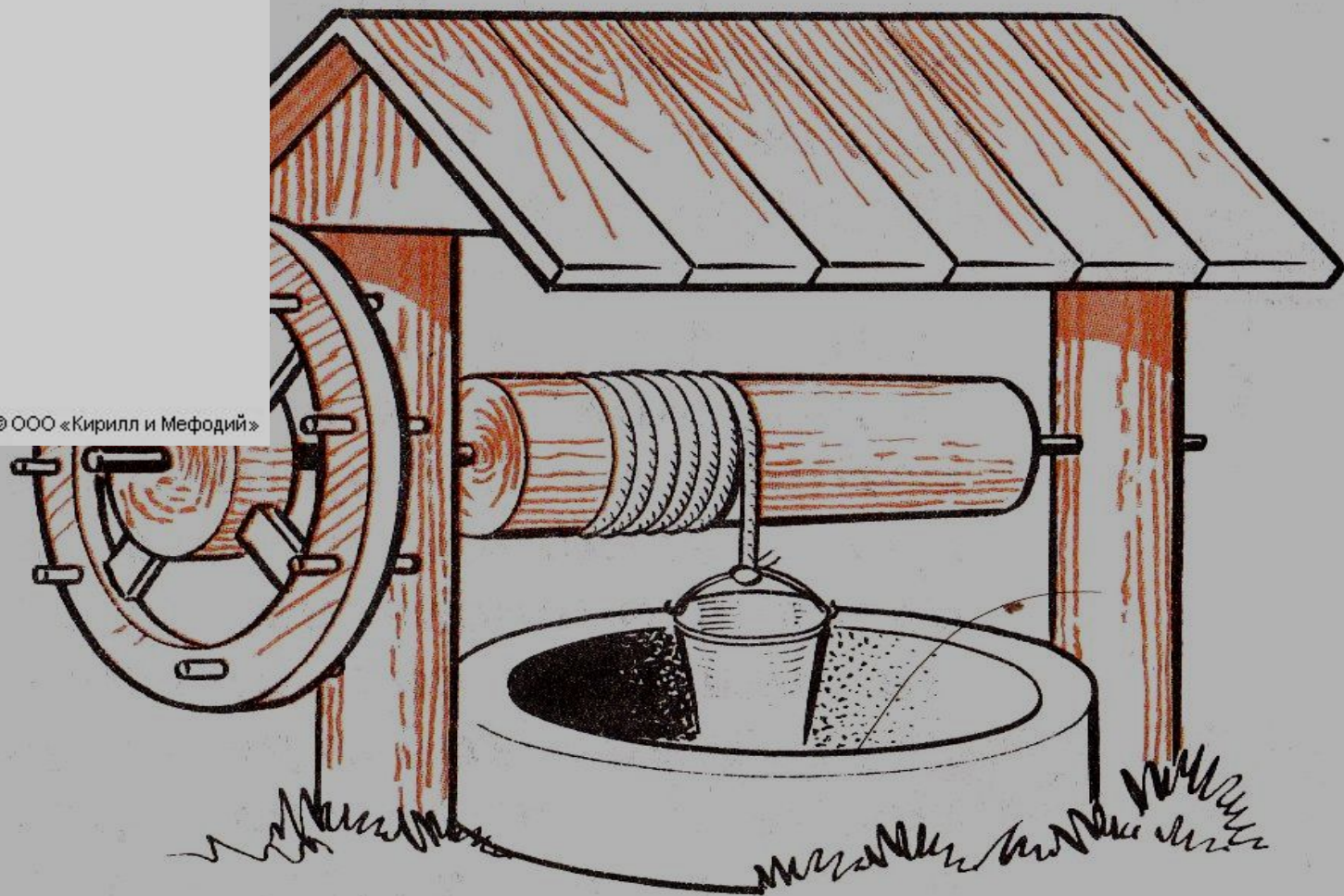
# Блок



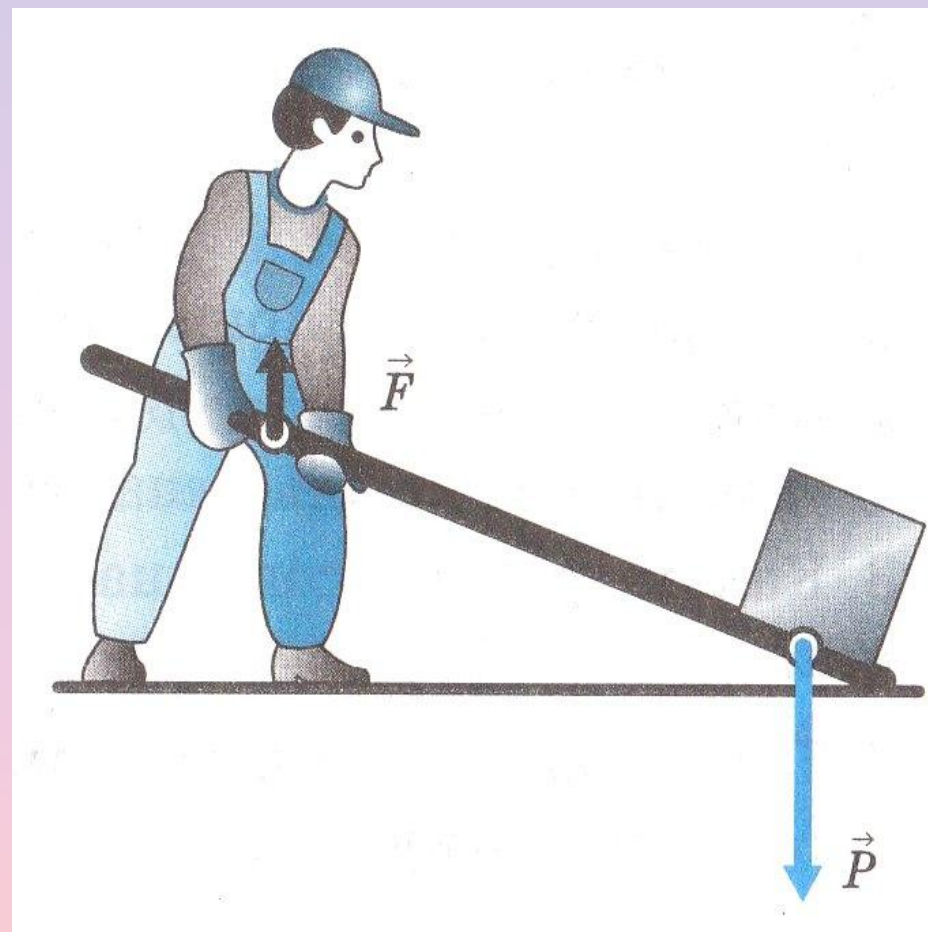
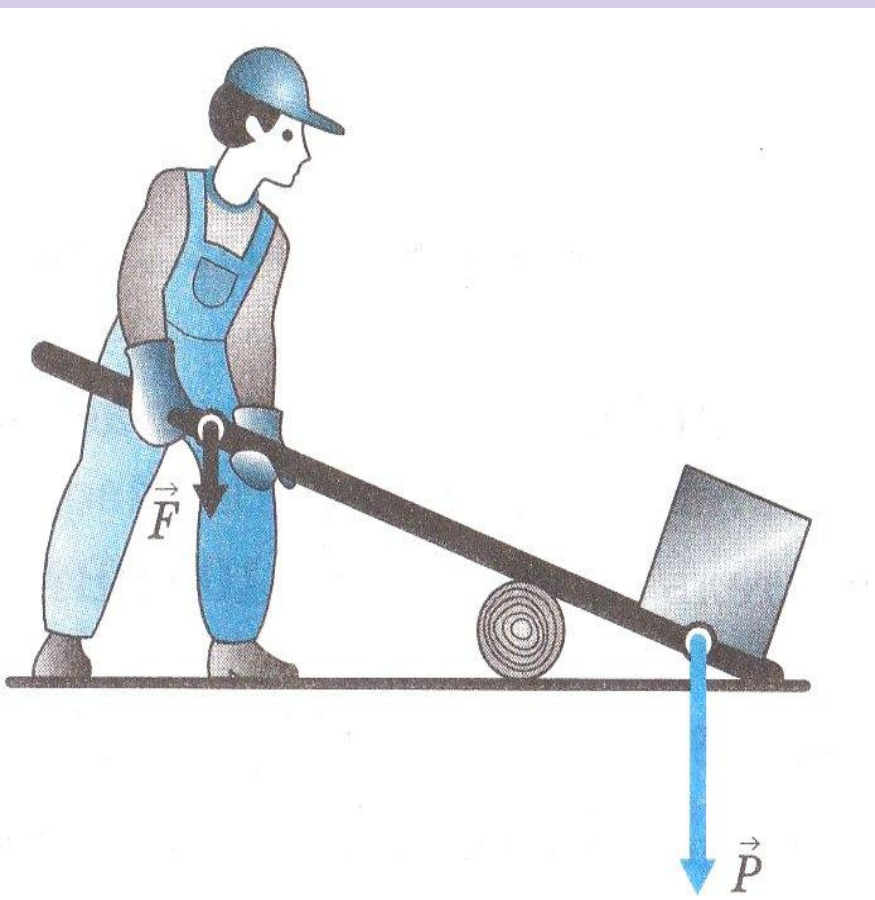
# Ворот



© ООО «Кирилл и Мефодий»

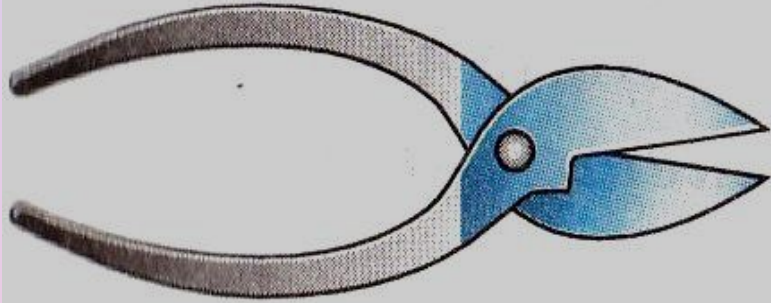


# Рычаг

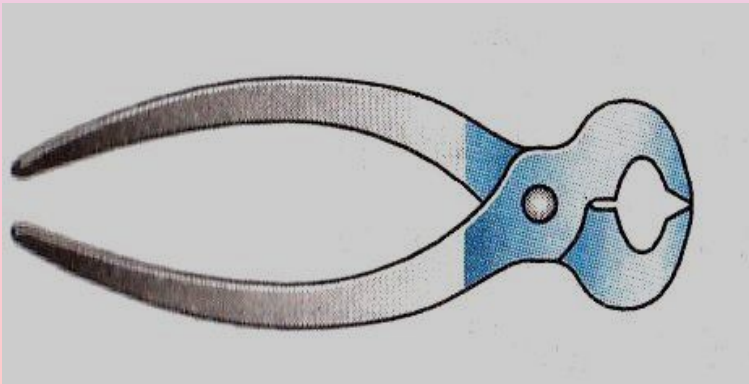


- Рабочий использует в качестве рычага лом, получая выигрыш в силе

# Рычаги в быту.



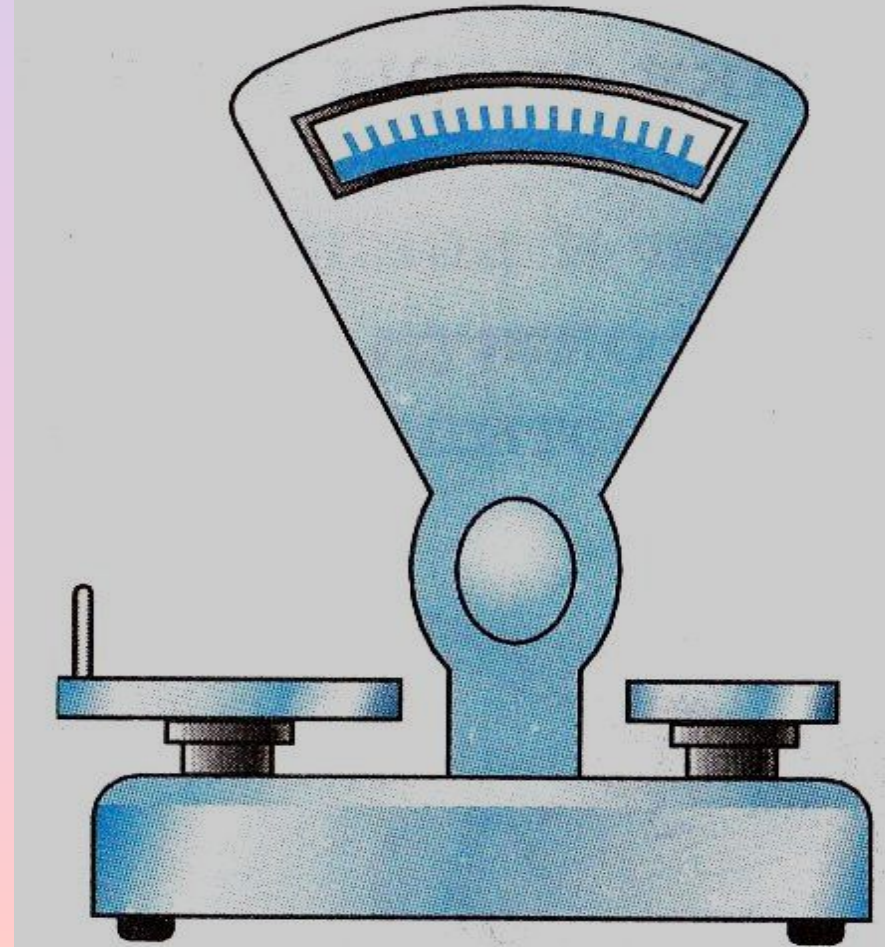
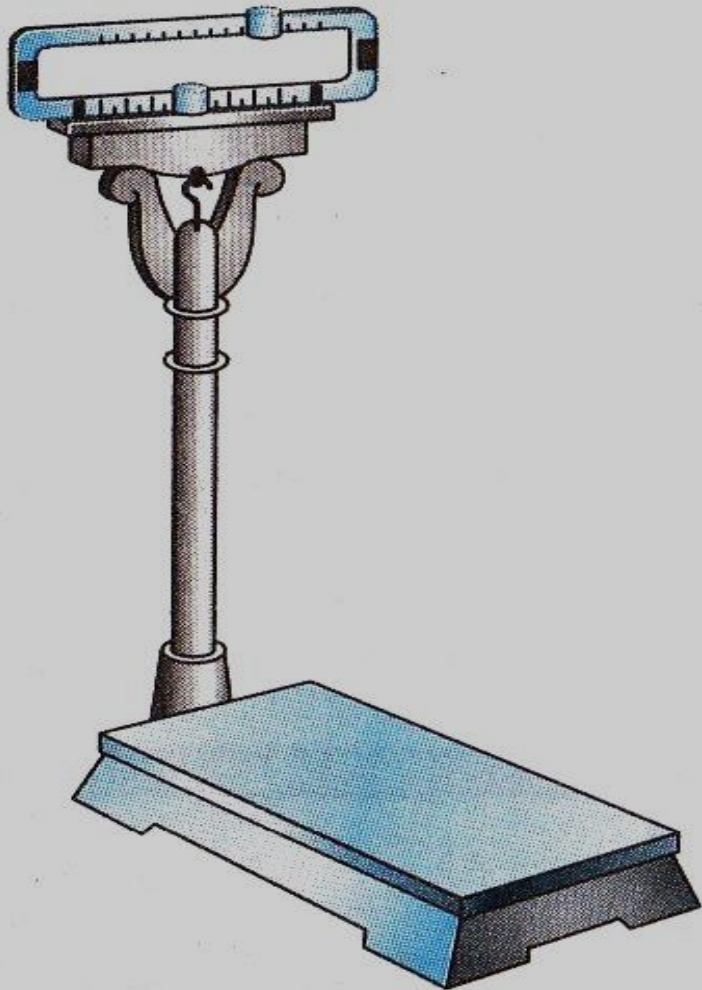
- Ножницы для резки листового металла имеют ручки, гораздо длиннее лезвий, так как сила сопротивления металла очень велика; поэтому увеличено плечо действующей силы.



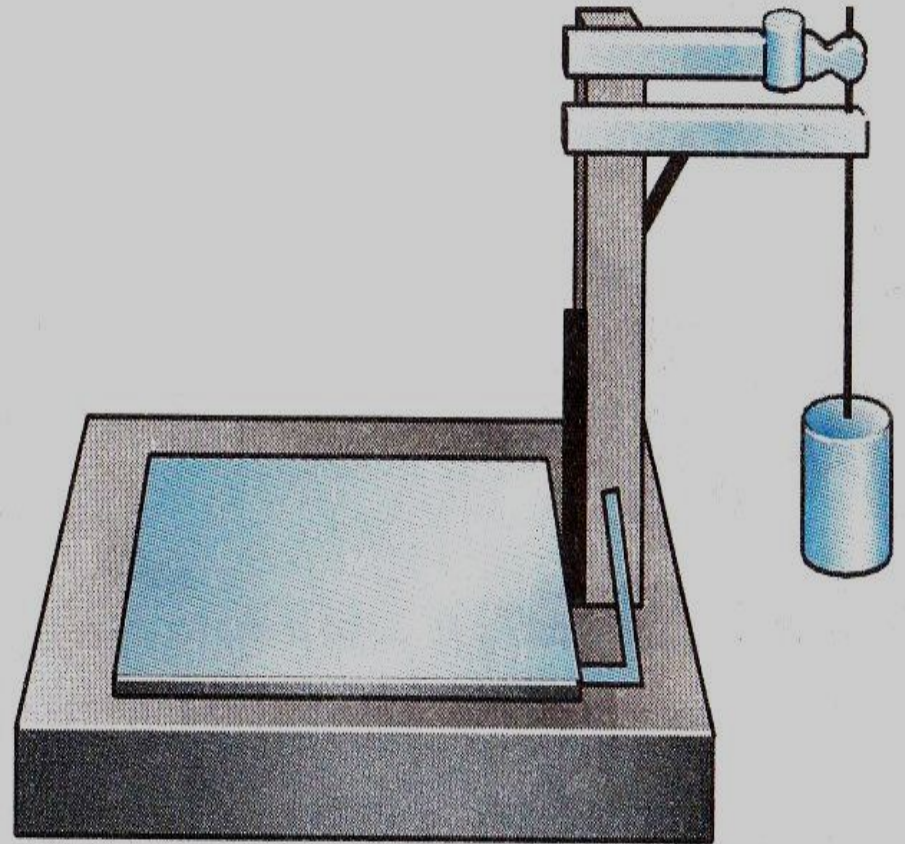
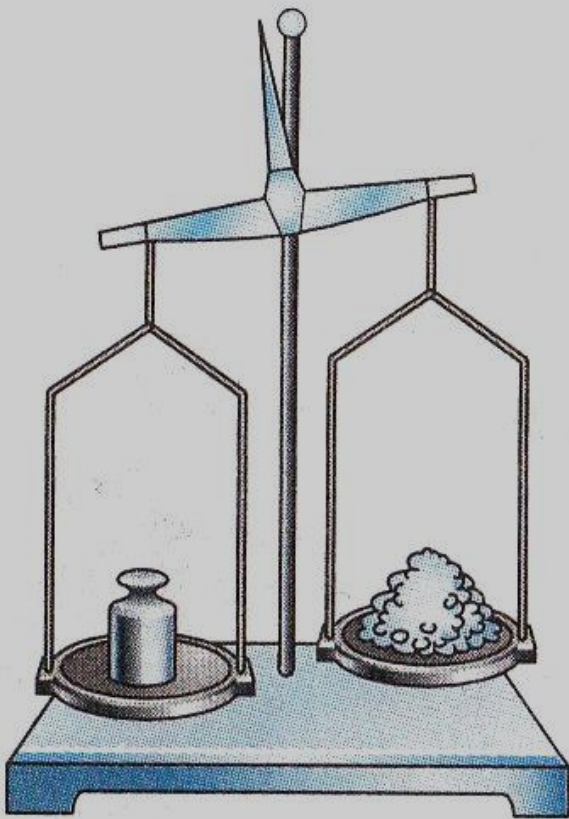
- В кусачках разница между длинами режущей части и ручек еще больше – они способны перекусить проволоку.



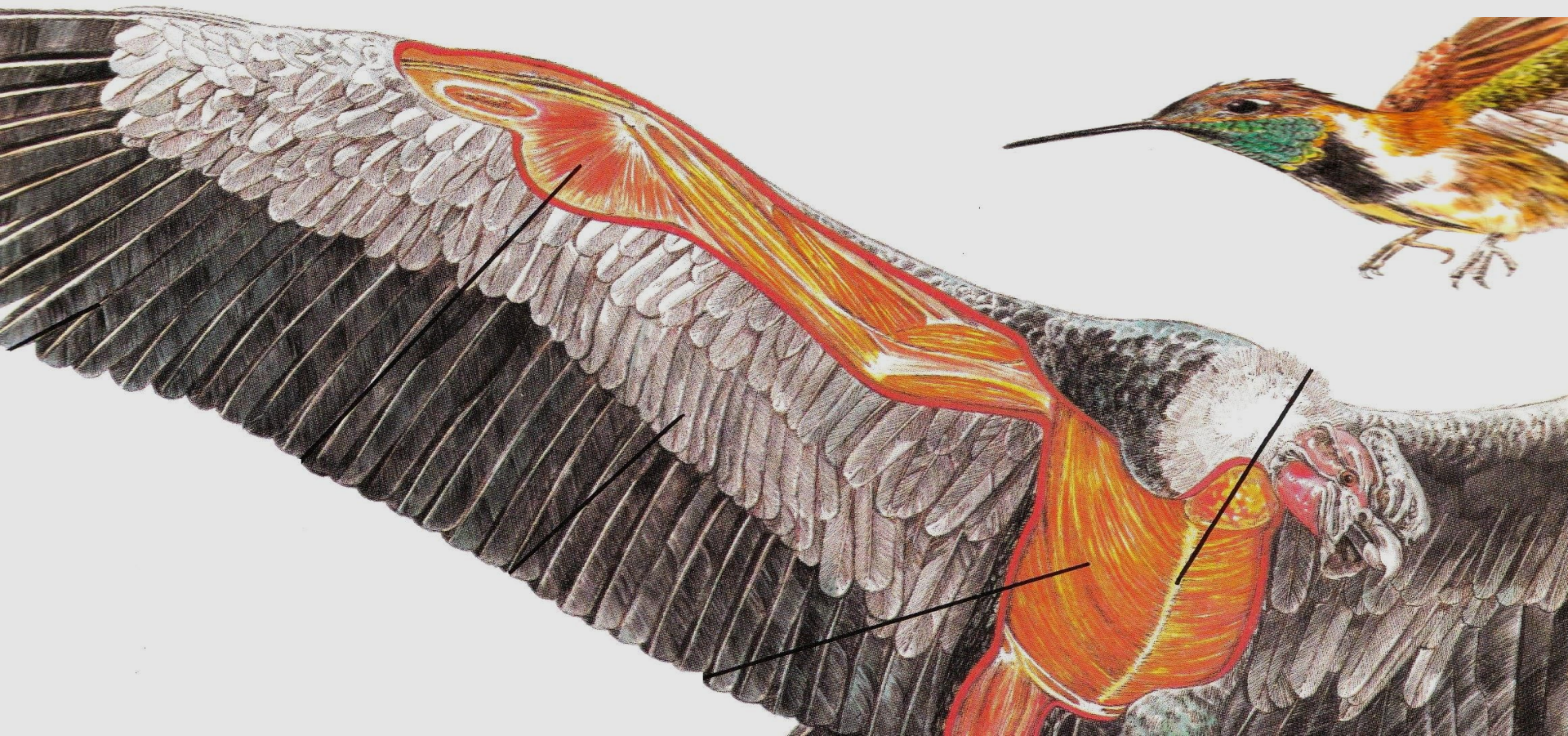
# Рычаги в магазине и на рынке



# Рычаги в аптеке и на складе.



# Рычаги в природе.

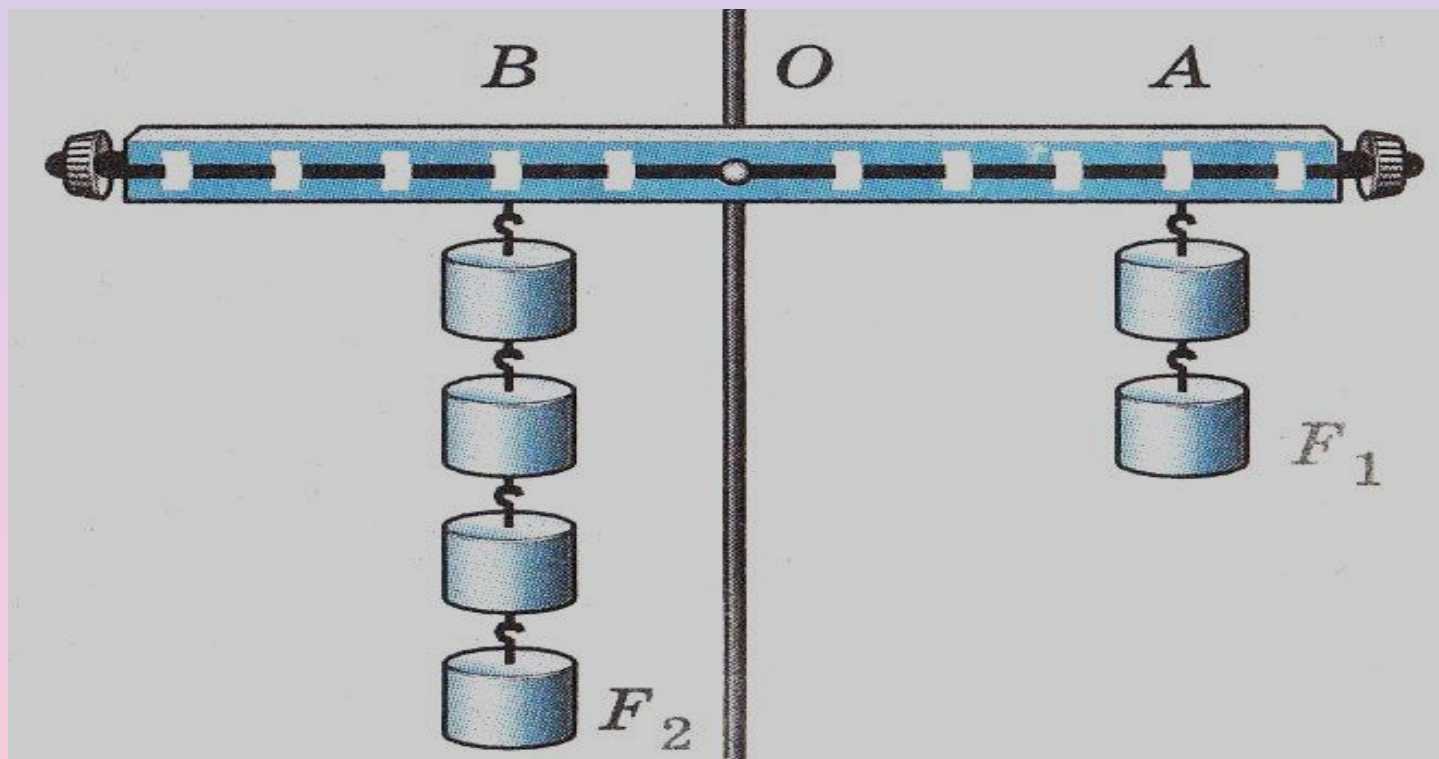


# Рычаги в технике.



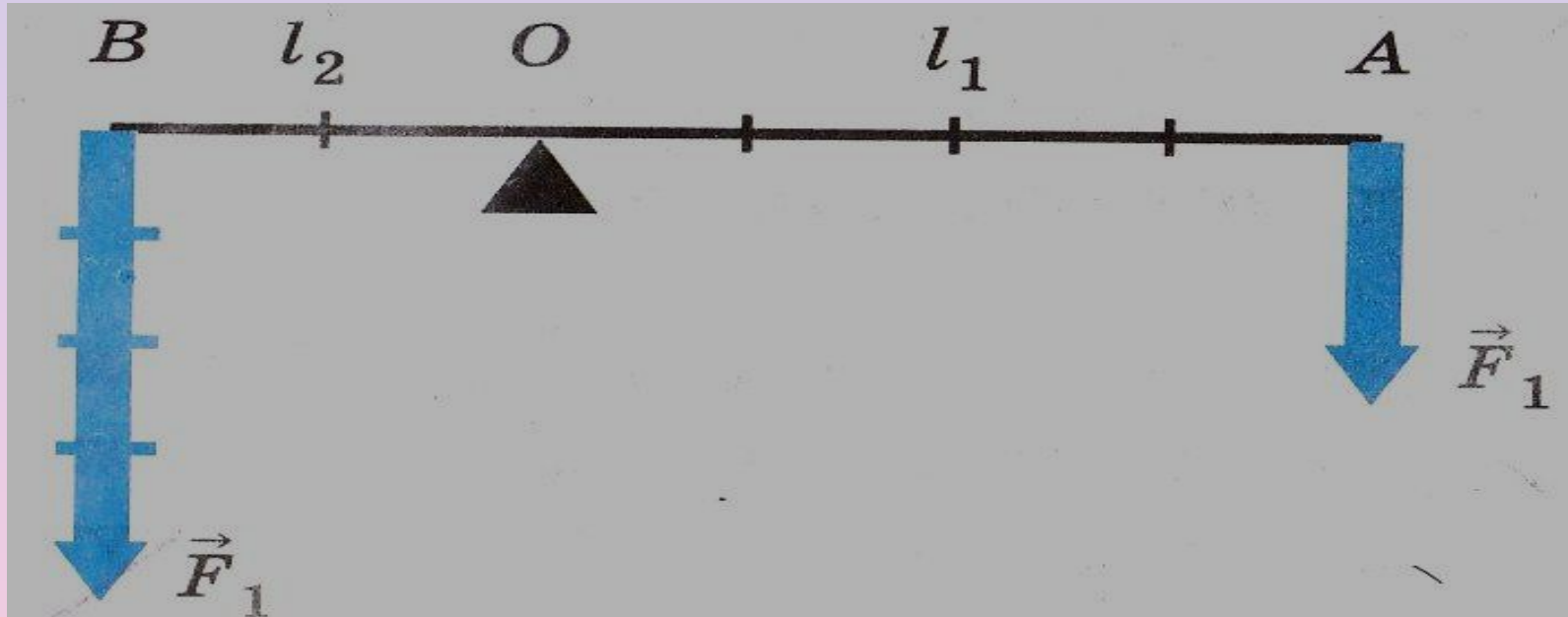
- Рычаги различного вида имеются у многих машин
- Примеры: подножка или ручка швейной машины;
- Ручной тормоз велосипеда;
- Педали автомобилей и тракторов;
- Тиски и сверлильная техника
- Подъемные краны
- Автопогрузчики.

**Рычаг – твердое тело, которое может вращаться вокруг неподвижной опоры.**



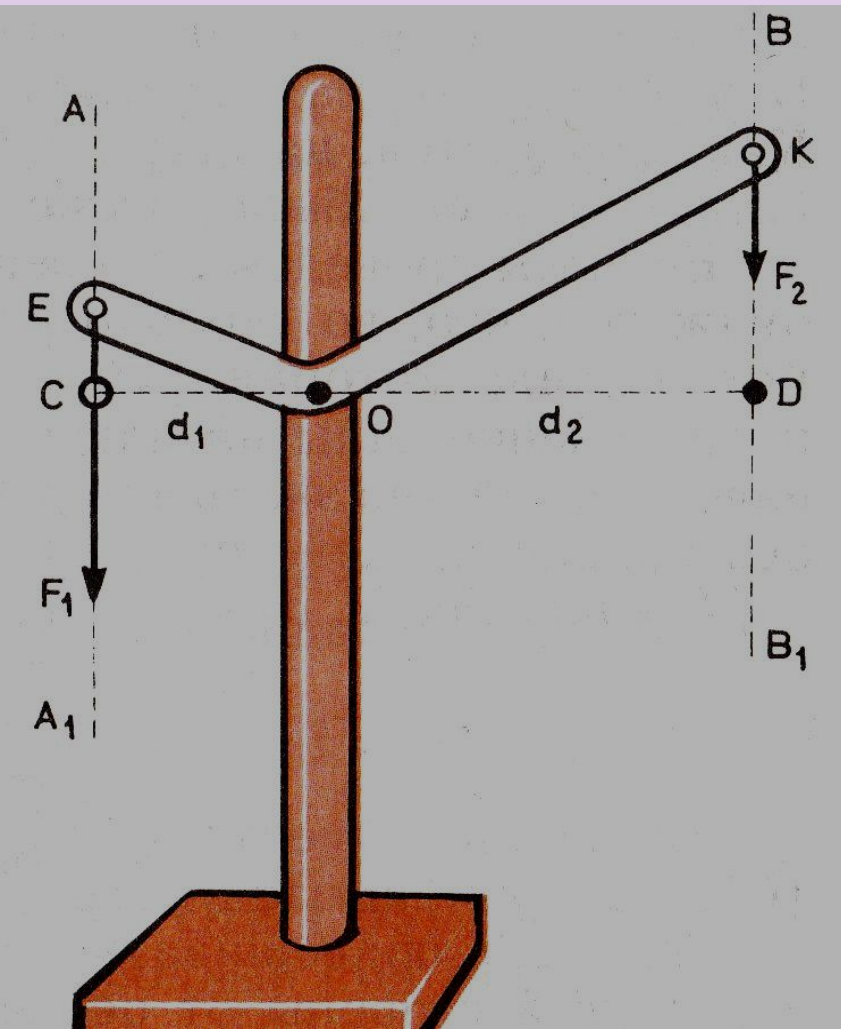
- Ось вращения  $O$  данного рычага расположена между точками  $A$  и  $B$  приложения сил  $F_1$  и  $F_2$
- Сила  $F_1$  вращает рычаг по часовой стрелке;
- Сила  $F_2$  вращает рычаг против часовой стрелки.

# Схема рычага.



- Силы  $F_1$  и  $F_2$  направлены в одну сторону
- Плечо силы – длина перпендикуляра, опущенного на линию действия силы.
- Для силы  $F_1$  – плечо силы  $l_1$  или  $OA$ .
- Для силы  $F_2$  – плечо силы  $l_2$  или  $OB$

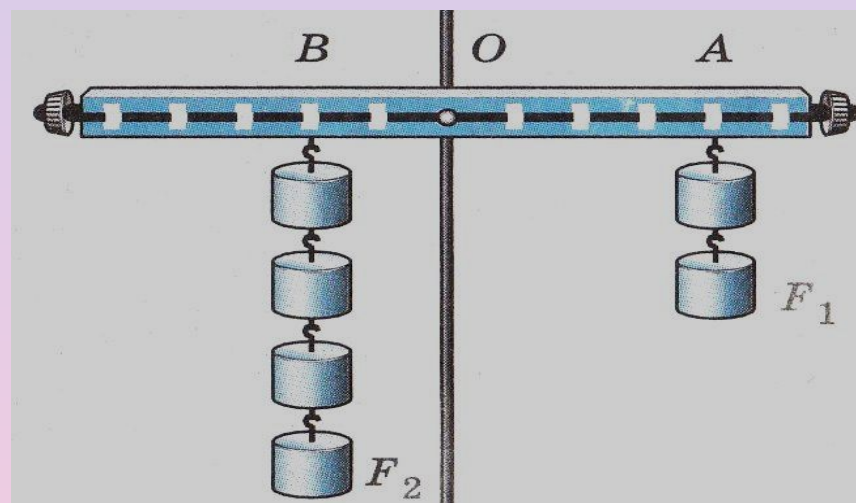
# Схема рычага – 2.



- Точка  $O$  – ось рычага.
- $AA_1$  – линия действия силы  $F_1$ ;
- $d_1$  (или  $OC$ ) – плечо силы  $F_1$ ;
- $BB_1$  – линия действия силы  $F_2$ ;
- $d_2$  (или  $OD$ ) – плечо силы  $F_2$ .

# Равновесие сил на рычаге.

- Условие равновесия рычага можно установить опытным путем;
- Рычаг находится в равновесии тогда, когда силы, действующие на него, обратно пропорциональны плечам этих сил.
- Правило равновесия рычага было установлено Архимедом около 287-212 гг. до н.э.



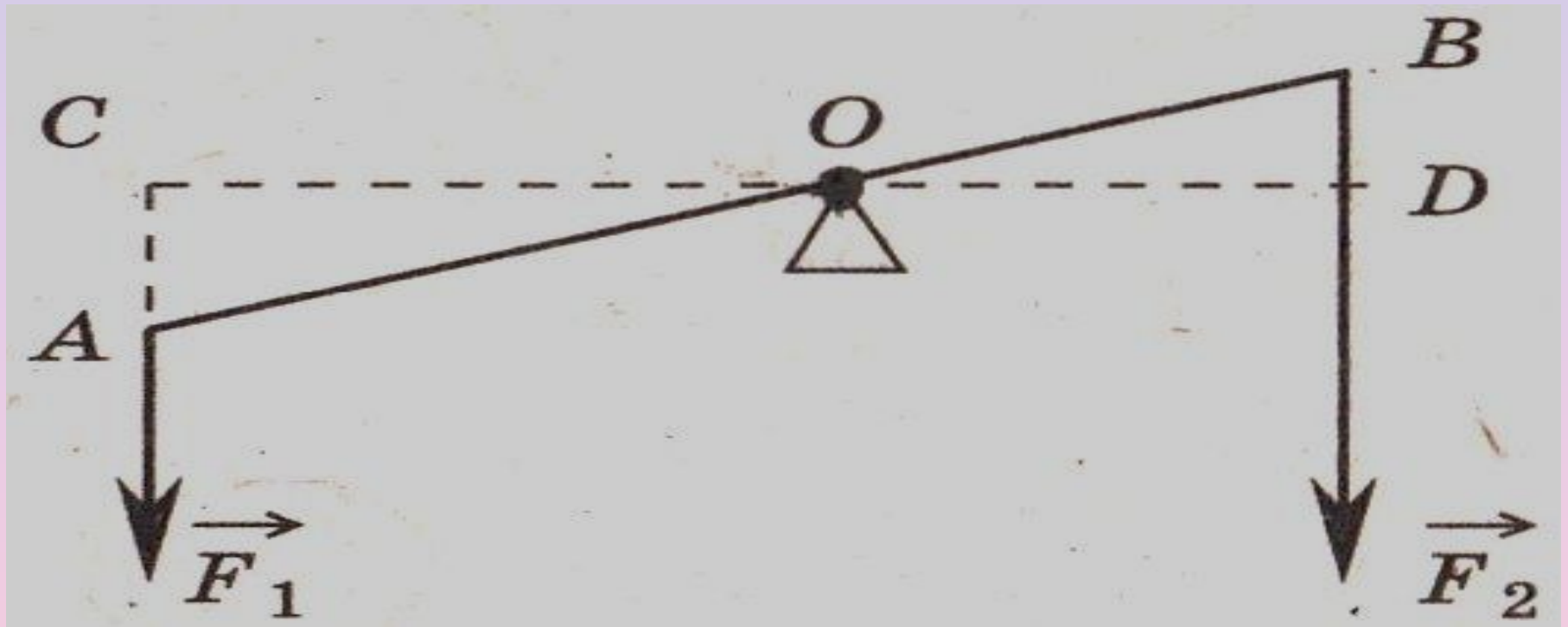
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$$



**РЕШШШЕНИИ**

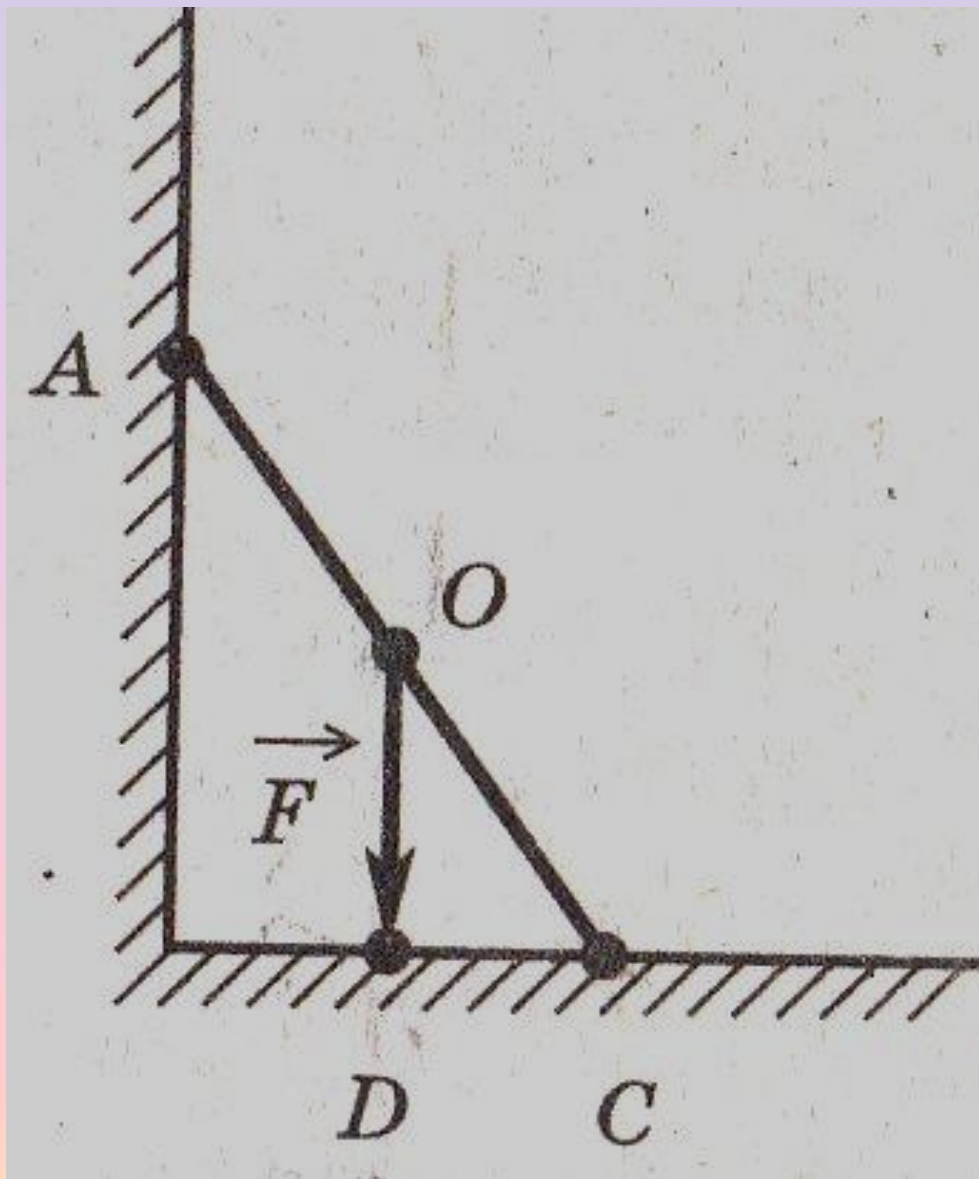
**ЗАДДАЧ**

# ЗАДАЧА 1



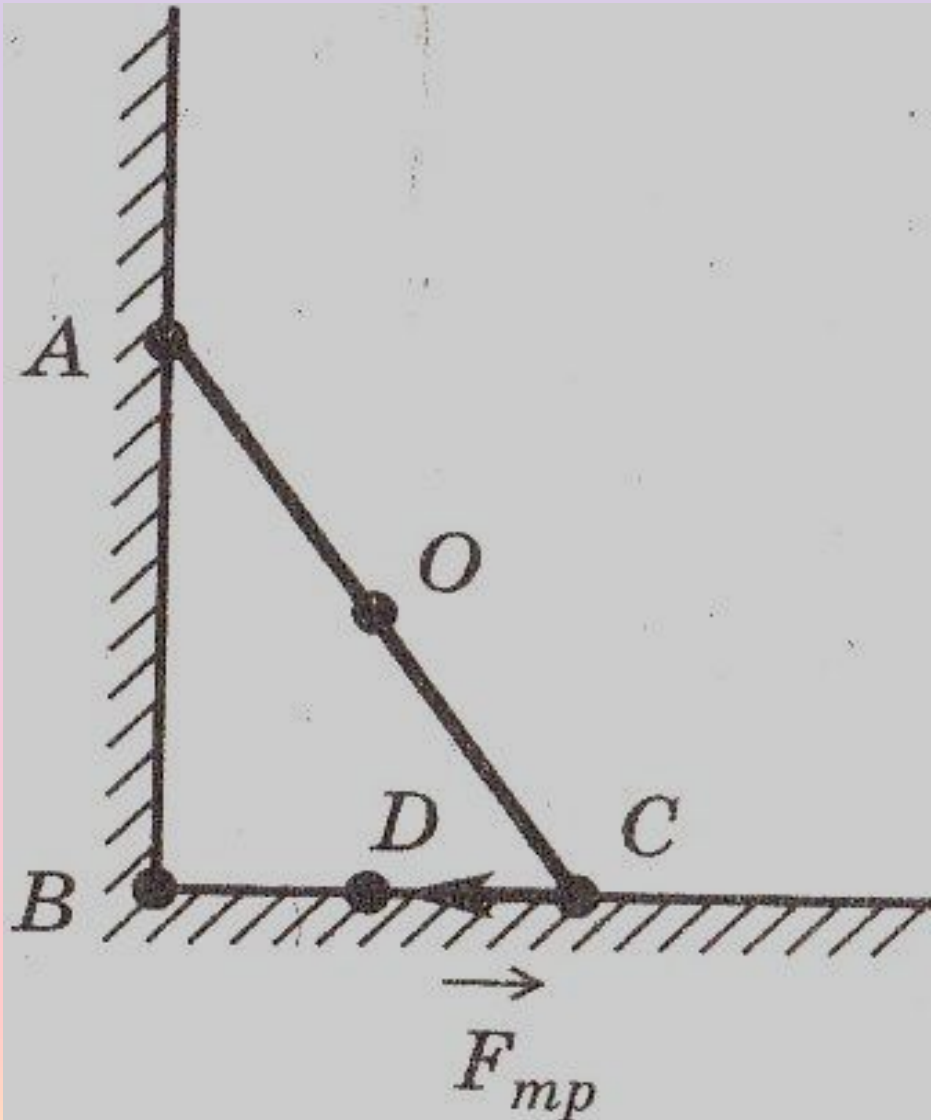
- Назовите плечо силы  $F_1$
- Ответ:  $OC$
- Назовите плечо силы  $F_2$
- Ответ  $OD$

## ЗАДАЧА 2



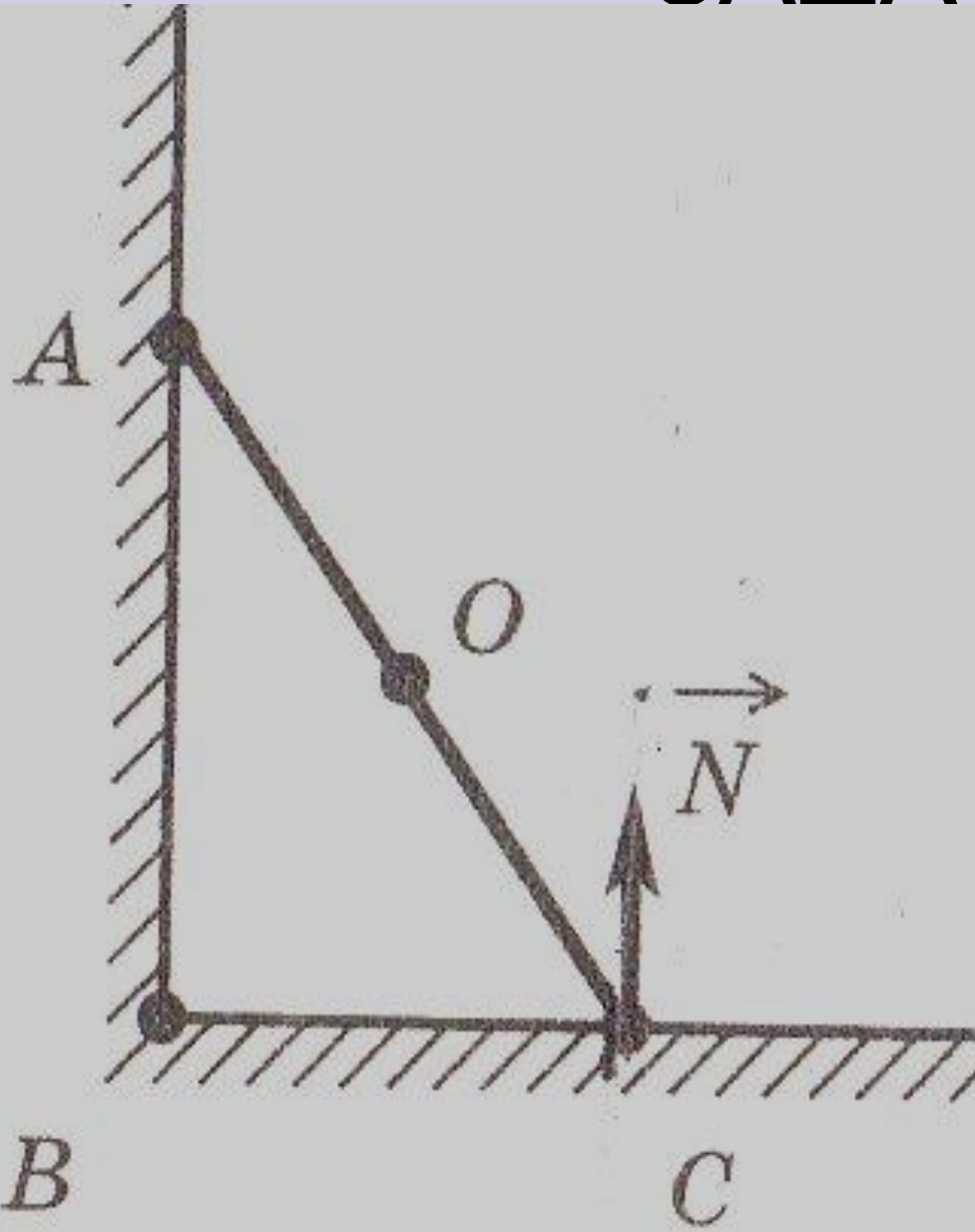
На рисунке схематически изображена лестница AC, опирающаяся о стену. Каково плечо силы тяжести  $F$  относительно точки C? Линия действия силы – прямая OD; Плечо силы – отрезок DC

# ЗАДАЧА 3



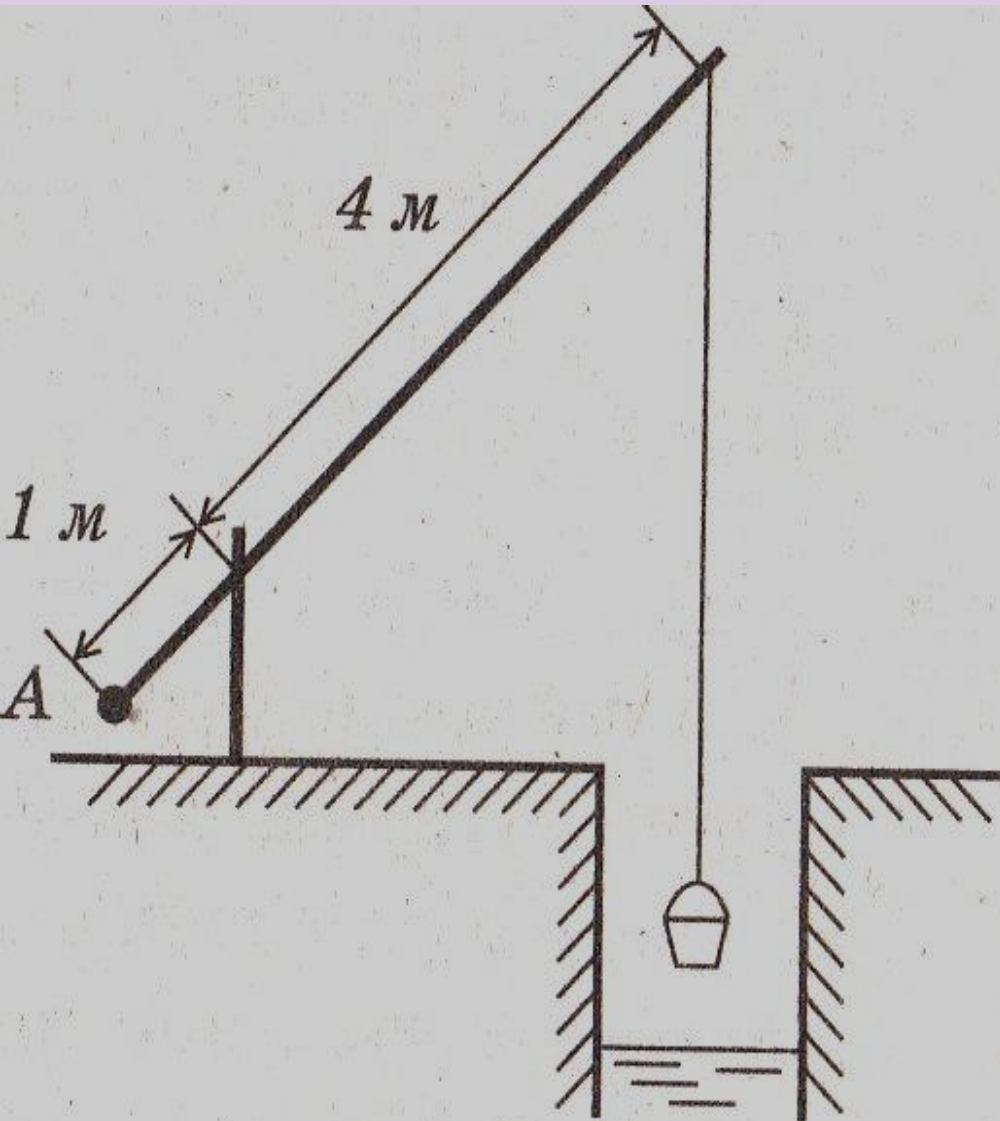
- На рисунке схематически изображена лестница AC, опирающаяся о стену. Каково плечо силы трения  $F_{тр}$  относительно точки C?
- Линия действия силы – прямая BC;
- Длина перпендикуляра из точки C на прямую BC равна нулю, значит, плечо силы равно нулю

# ЗАДАЧА 4



- На рисунке схематически изображена лестница AC, опирающаяся о стену. Каково плечо силы реакции опоры N относительно точки B?
- Линия действия силы – прямая CN;
- Плечо силы – отрезок BC

# Задача 5



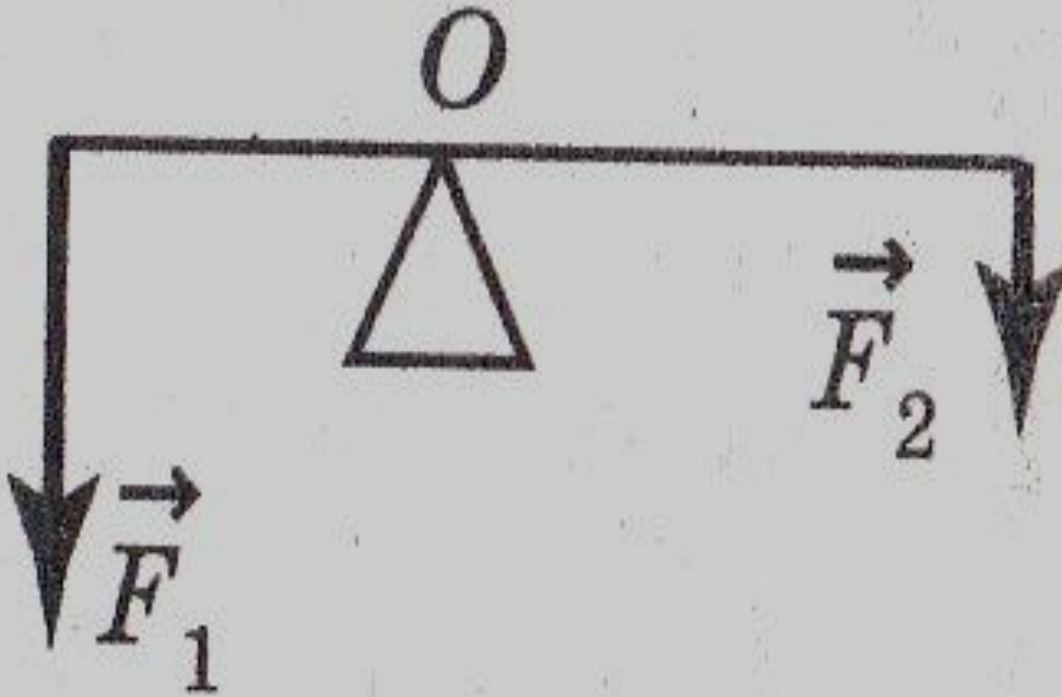
- Каким должен быть вес груза А колодезного журавля, чтобы он уравновешивал вес ведра, равный 100 Н?
- Нужно воспользоваться правилом равновесия рычага.
- Ответ: 400 Н

# Задача 6



- Мальчик взвесил рыбу на самодельных весах с коромыслом из легкой рейки. В качестве гири он использовал батон хлеба массой 1 кг. Найдите массу рыбы.
- Используя правило равновесия рычага, найдем вес рыбы
- Масса рыбы равна 2,5 кг

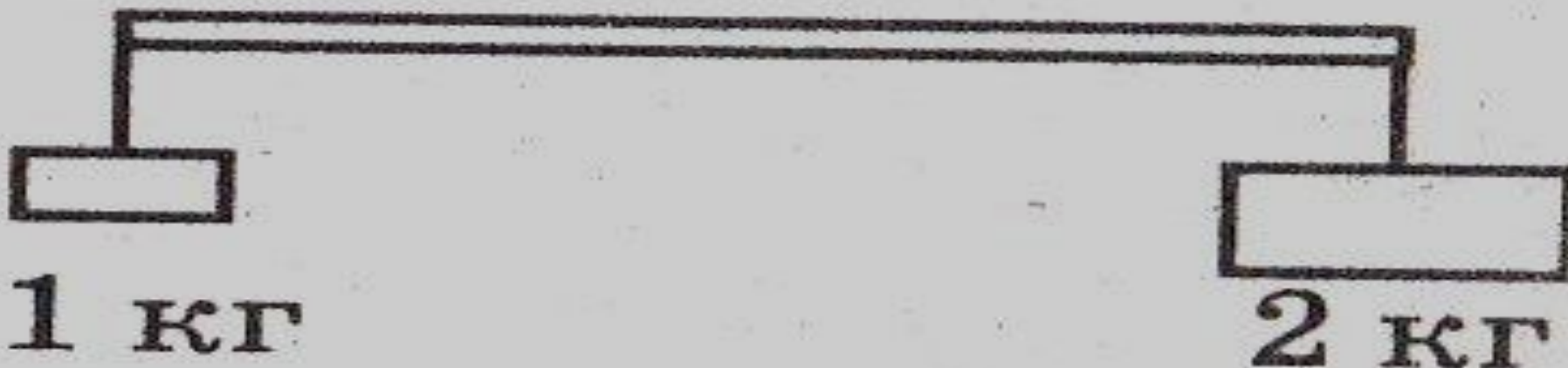
# Задача 7



- На рычаг действуют силы  $F_1=10$  Н и  $F_2=4$  Н. Длина рычага равна 52 см. На каком расстоянии от силы  $F_1$  находится точка опоры?
- Записать правило моментов:  $F_1 l_1 = F_2 l_2$
- Принять искомое расстояние за  $x$ ; плечо второй силы будет равным  $(52 - x)$
- Решить уравнение:  $10x=4(52-x)$
- Ответ:  $x=12$  см.

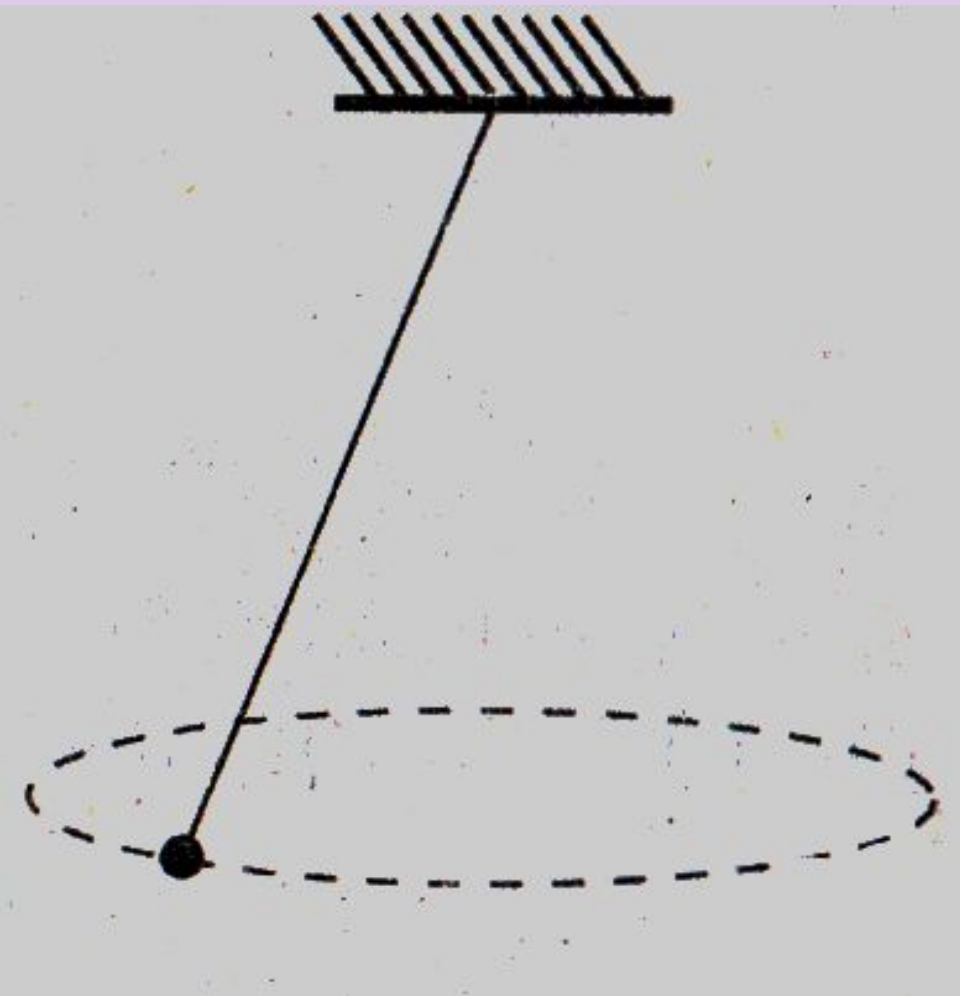


# Задача 8.



- Где следует поставить опору под линейку, длиной 1,5 м, чтобы она находилась в равновесии?
- Записать правило моментов;
- Принять одно из плеч за  $x$ ; другое плечо будет равным  $(1,5 - x)$
- Решить уравнение, подставляя числовые данные.
- Ответ:  $x=1$  м.

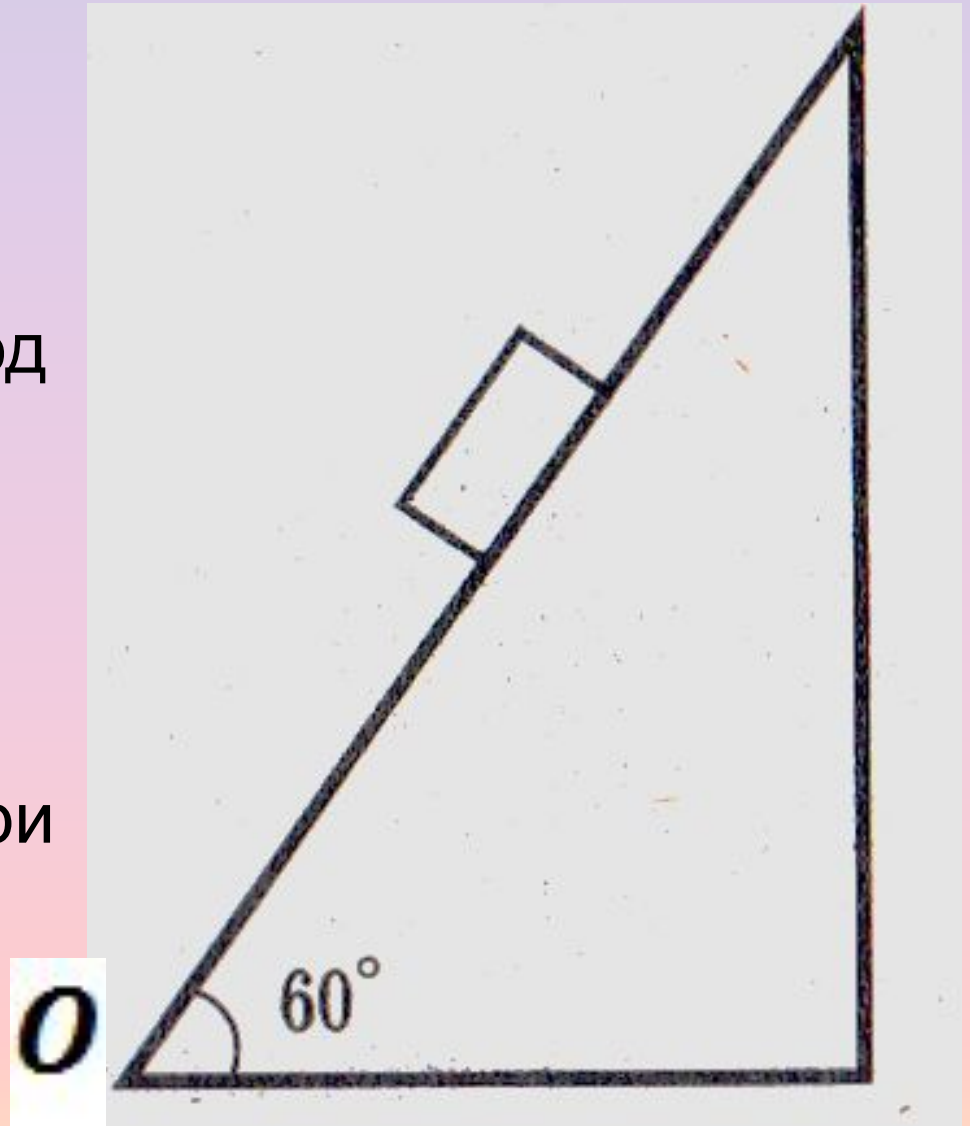
## Задача 9.



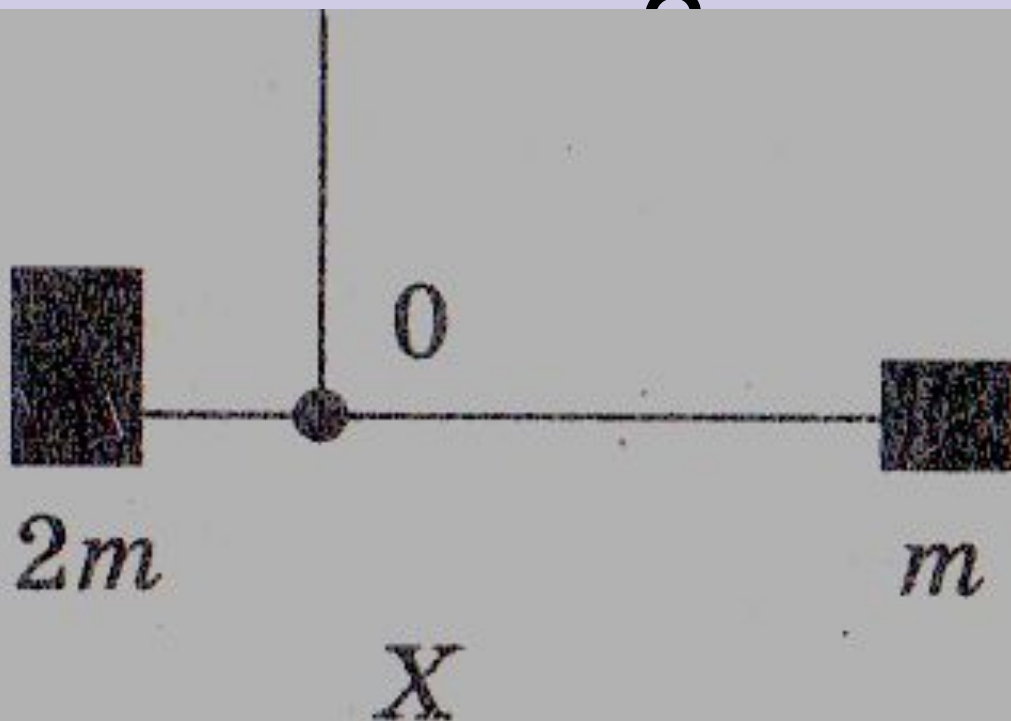
- Грузик массой  $0,1$  кг, привязанный к нити  $1$  м, вращается в горизонтальной плоскости по окружности радиусом  $0,2$  м. Найдите момент силы тяжести грузика относительно точки подвеса.

# Задача 10.

- При выполнении лабораторной работы ученик установил наклонную плоскость под углом  $60^\circ$  к поверхности стола. Длина плоскости равна  $0,6$  м. Чему равен момент силы тяжести бруска массой  $0,1$  кг относительно точки  $O$  при прохождении им середины наклонной плоскости?



- Ответ:  $0,15$  Н·м



11.

- Записать второе условие равновесия для рычага.
- Если левое плечо равно  $X$ , то правое плечо равно  $L-X$
- Решив уравнение, в котором  $X$  «сокращается»,

- Два груза массами  $2m$  и  $m$  закреплены на невесомом стержне длиной  $L$ . Чтобы стержень оставался в равновесии, его следует подвесить в точке  $O$ , находящейся на расстоянии  $X$  от массы  $2m$ . Чему равно расстояние

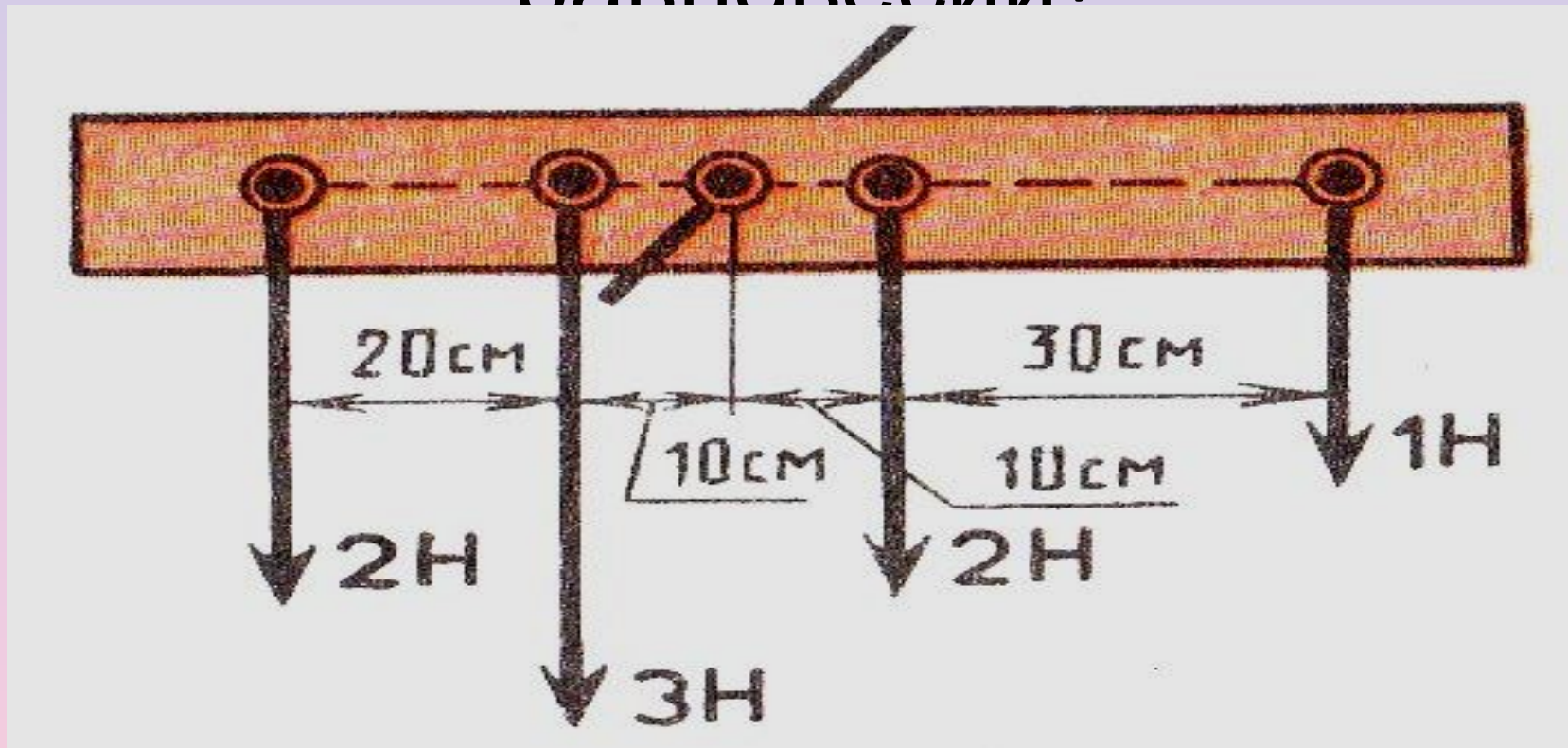
# Задача 13.



- Ответ: момент силы примерно равен  $8,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$

- К концу рукоятки гаечного ключа длиной 20 см приложена сила 50 Н под углом 60 по отношению к рукоятке гаечного ключа. Найдите момент силы.
- По определению момента силы:  
$$M = F \cdot d \cdot \sin \alpha$$
- $M = 50 \text{ Н} \cdot 0,2 \text{ м} \cdot \sin 60^\circ \approx \approx 8,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$

# Будет ли находиться рычаг в равновесии?



- Подсказка: необходимо подсчитать суммы моментов сил, вращающих рычаг по часовой стрелке и против часовой стрелки.

# Домашнее задание

§ 51

Тест «равновесие тел»:

[https://vk.com/app5619682\\_-20007887  
2#591329](https://vk.com/app5619682_-200078872#591329)