# Уравнение $cos x = a$

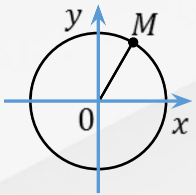
# Сегодня на уроке

1. Научимся решать простейшие тригонометрические уравнения вида $\cos x = a$.

2. Введём понятие арккосинуса числа $a$.

3. Выведем общую формулу нахождения корней уравнения $\cos x = a$.

Чему равны координаты точки $M$, лежащей на единичной окружности и соответствующей числу $\frac{\pi}{3}$?



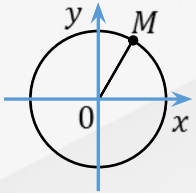

А $\left(\frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right)$

В $\left(\frac{1}{2}; \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$

Б $\left(\frac{\sqrt{2}}{2}; \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$

Г $(-1; 0)$

Чему равны координаты точки $M$, лежащей на единичной окружности и соответствующей числу $\frac{\pi}{3}$?




А $\left(\frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right)$

В $\left(\frac{1}{2}; \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$

Б $\left(\frac{\sqrt{2}}{2}; \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$

Г $(-1; 0)$

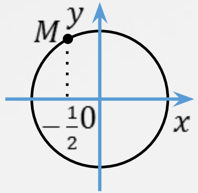
Заполните недостающие значения функции $\cos x$ при указанных значениях аргумента.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |

Заполните недостающие значения функции $\cos x$ при указанных значениях аргумента.

| |
|---|
| |

Дана точка $M$ с абсциссой $-\frac{1}{2}$.




В какие из указанных углов поворота начальная точка с координатами $(1; 0)$ переходит в точку $M$?

А $\frac{2\pi}{3}$

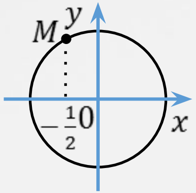
В $\frac{5\pi}{6}$

Б $\frac{5\pi}{4}$

Г $\frac{8\pi}{3}$

Дана точка $M$ с абсциссой $-\frac{1}{2}$.

В какие из указанных углов поворота начальная точка с координатами $(1; 0)$ переходит в точку $M$?




А $\frac{2\pi}{3}$

Б $\frac{5\pi}{4}$

В $\frac{5\pi}{6}$

Г $\frac{8\pi}{3}$

# Тригонометрические уравнения

Уравнение, которое содержит переменную под знаком тригонометрических функций, называется тригонометрическим уравнением.

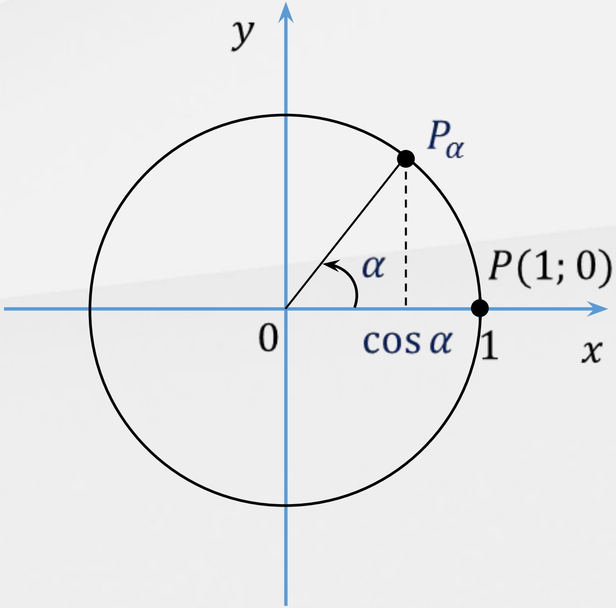
Уравнения вида $\cos x = a$, $\sin x = a$, $\operatorname{tg} x = a$ и $\operatorname{ctg} x = a$,
где $x$ – переменная, а число $a \in \mathbb{R}$,
называются простейшими тригонометрическими уравнениями.

# Вспомним

Косинусом угла $\alpha$ называется абсцисса точки $\boldsymbol{P_\alpha}$, полученной поворотом точки $P(1;0)$ вокруг начала координат на угол $\alpha$.

Так как координаты $\boldsymbol{x}$ и $\boldsymbol{y}$ точек единичной окружности удовлетворяют неравенствам $\boldsymbol{-1 \le y \le 1}$, $\boldsymbol{-1 \le x \le 1}$, то для $\alpha \in (0; 360°)$ справедливо неравенство $-1 \le \cos\alpha \le 1$.

Из этого следует, что уравнение $\cos x = a$ имеет корни только при $\boldsymbol{-1 \le a \le 1}$.



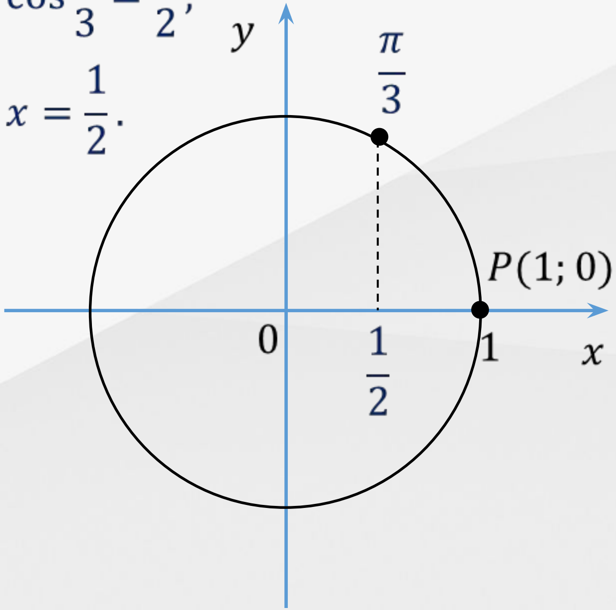
# Уравнение $\cos x = a$

$$\cos\frac{\pi}{3} = x,$$

$$\cos x = \frac{1}{2}$$

$$\cos\frac{\pi}{3} = \frac{1}{2},$$

$$x = \frac{1}{2}.$$




# Уравнение $\cos x = a$

$\cos\frac{\pi}{3} = x,$

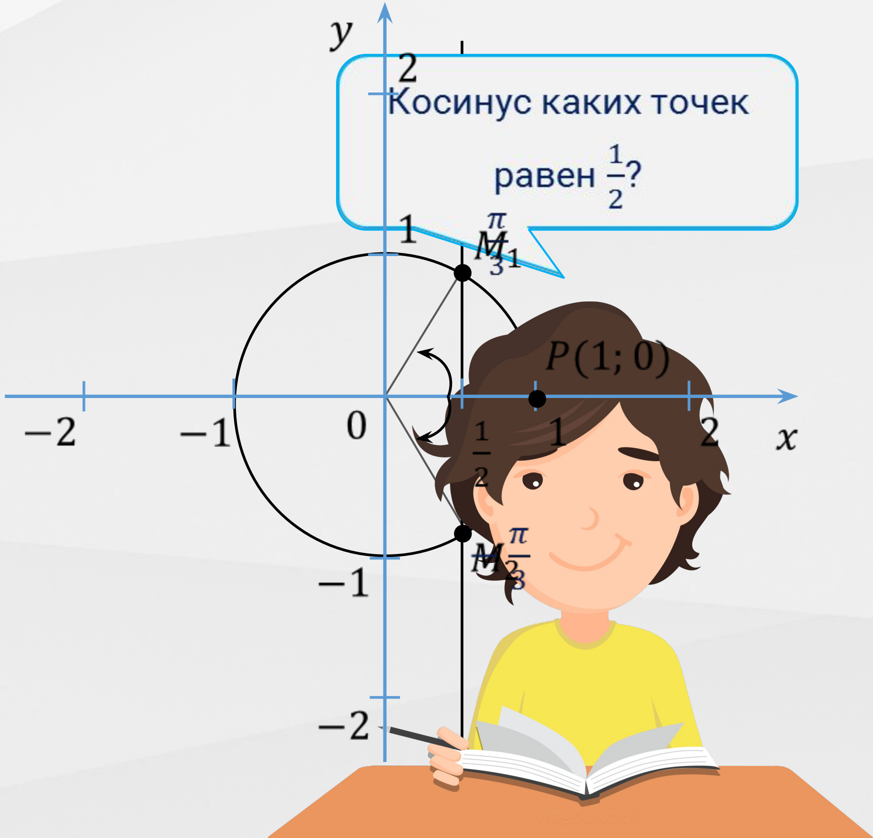
$\cos\frac{\pi}{3} = \frac{1}{2},$

$x = \frac{1}{2},$

$\cos x = \frac{1}{2},$

$x_1 = \frac{\pi}{3},$

$x_2 = -\frac{\pi}{3},$



# Уравнение $\cos x = a$

$\cos\frac{\pi}{3} = x,$

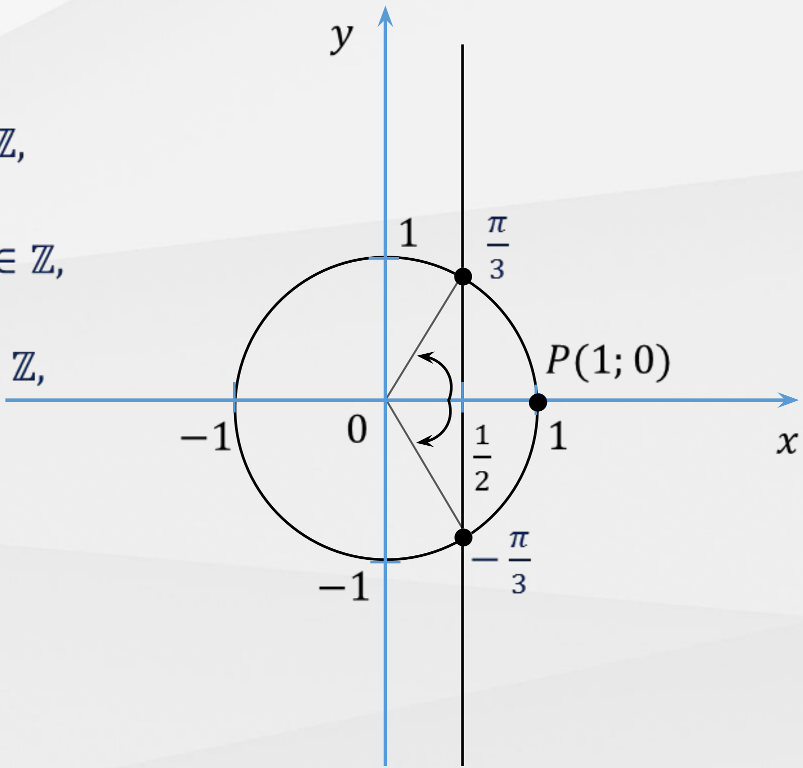
$\cos\frac{\pi}{3} = \frac{1}{2},$

$x = \frac{1}{2},$

$\cos x = \frac{1}{2},$

$$\left[\begin{array}{l} x_1 = \frac{\pi}{3} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}, \\ x_2 = -\frac{\pi}{3} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}, \end{array}\right.$$

$x = \pm\frac{\pi}{3} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z},$



# Решение уравнения $\cos x = a$

1. $|\boldsymbol{a}| < \mathbf{1}$.

$-1 < a < 1$

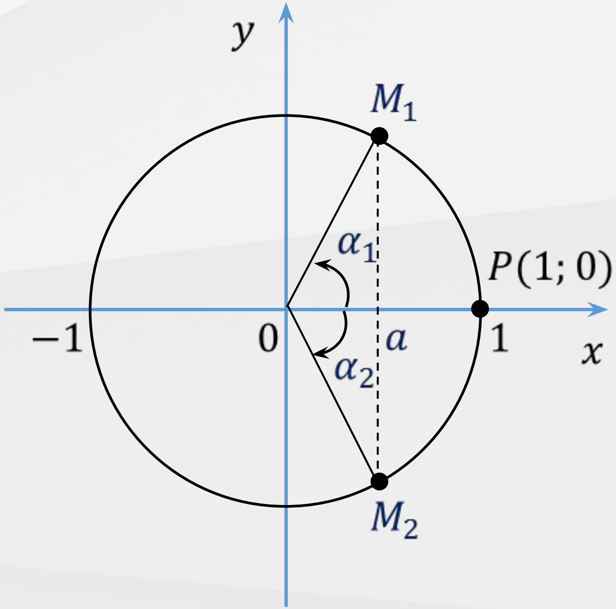
$\cos x = a,$

$x_1 = \alpha_1 + 2\pi k, k \in \mathbb{Z},$

$x_2 = \alpha_2 + 2\pi k, k \in \mathbb{Z},$

$\alpha_1 = -\alpha_2 = \alpha,$

$x = \pm\alpha + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}.$



# Задание

$$\cos\frac{3\pi}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{2}$$

Решите уравнения $\cos x = -\frac{\sqrt{2}}{2}$ и $\cos x = \frac{\sqrt{2}}{2}$.

**Решение:**

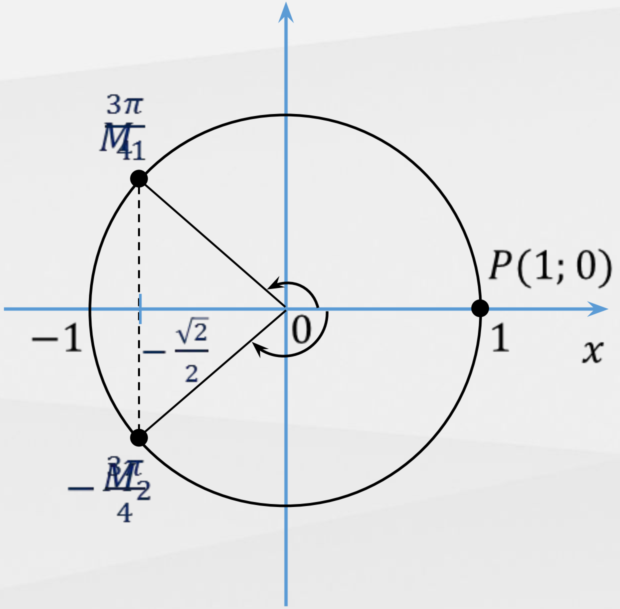
$\cos x = -\frac{\sqrt{2}}{2}$,

$x_1 = \frac{3\pi}{4}$,

$x_2 = -\frac{3\pi}{4}$,

$x = \pm\frac{3\pi}{4} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$,

**Ответ:** $x = \pm\frac{3\pi}{4} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$.



# Задание

$$\cos\frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

Решите уравнения $\cos x = -\frac{\sqrt{2}}{2}$ и $\cos x = \frac{\sqrt{2}}{2}$.

**Решение:**

$\cos x = -\frac{\sqrt{2}}{2}$,

$x_1 = \frac{3\pi}{4}$,

$x_2 = -\frac{3\pi}{4}$,

$x = \pm\frac{3\pi}{4} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$,

**Ответ:** $x = \pm\frac{3\pi}{4} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$.

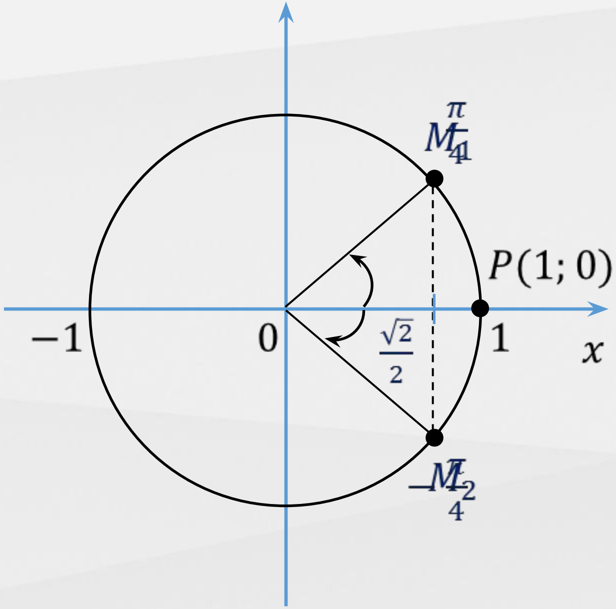
$\cos x = \frac{\sqrt{2}}{2}$,

$x_1 = \frac{\pi}{4}$,

$x_2 = -\frac{\pi}{4}$,

$x = \pm\frac{\pi}{4} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$,

**Ответ:** $x = \pm\frac{\pi}{4} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$.



# Решение уравнения $\cos x = a$

Каждое из уравнений $\cos x = -\frac{\sqrt{2}}{2}$ и $\cos x = \frac{\sqrt{2}}{2}$ имеет бесконечное множество корней.

На отрезке $[0; \pi]$ каждое из этих уравнений имеет только один корень.

$\cos x = -\frac{\sqrt{2}}{2}$,

$\boxed{x_1 = \frac{3\pi}{4},}$

$x_2 = -\frac{3\pi}{4}$,

Число $\frac{3\pi}{4}$ называют арккосинусом числа $-\frac{\sqrt{2}}{2}$.

$\arccos\left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = \frac{3\pi}{4}$

$x = \pm\frac{3\pi}{4} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$,

**Ответ:** $x = \pm\frac{3\pi}{4} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$.

$\cos x = \frac{\sqrt{2}}{2}$,

$\boxed{x_1 = \frac{\pi}{4},}$

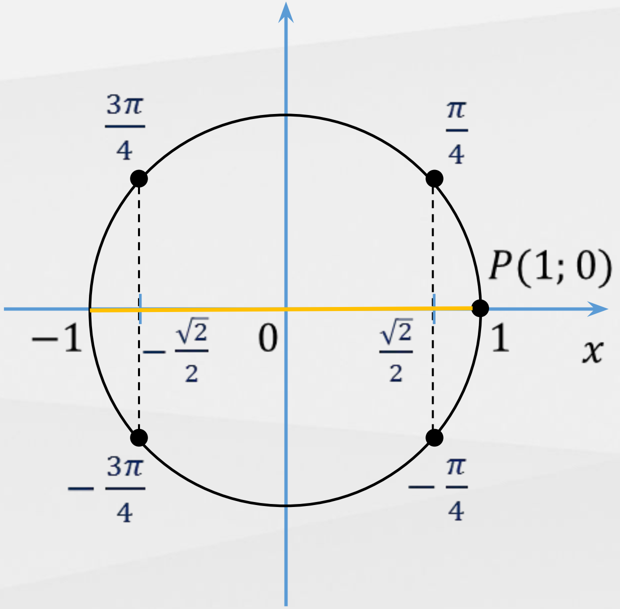
$x_2 = -\frac{\pi}{4}$,

Число $\frac{\pi}{4}$ называют арккосинусом числа $\frac{\sqrt{2}}{2}$.

$\arccos\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\pi}{4}$

$x = \pm\frac{\pi}{4} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$,

**Ответ:** $x = \pm\frac{\pi}{4} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$.



# Решение уравнения $\cos x = a$

Каждое из уравнений $\cos x = -\frac{\sqrt{2}}{2}$ и $\cos x = \frac{\sqrt{2}}{2}$ имеет бесконечное множество корней.

На отрезке $[0; \pi]$ каждое из этих уравнений имеет только один корень.

$\cos x = -\frac{\sqrt{2}}{2}$,

$\boxed{x_1 = \frac{3\pi}{4},}$

Число $\frac{3\pi}{4}$ называют арккосинусом числа $-\frac{\sqrt{2}}{2}$.

$\arccos\left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = \frac{3\pi}{4}$

$\cos x = \frac{\sqrt{2}}{2}$,

$\boxed{x_1 = \frac{\pi}{4},}$

Число $\frac{\pi}{4}$ называют арккосинусом числа $\frac{\sqrt{2}}{2}$.

$\arccos\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\pi}{4}$

«Арккосинус» в переводе с латинского означает «дуга» и «косинус».

# Решение уравнения $\cos x = a$

1. $|\boldsymbol{a}| \le \mathbf{1}$.

$-1 \le a \le 1$

$\cos x = a,$

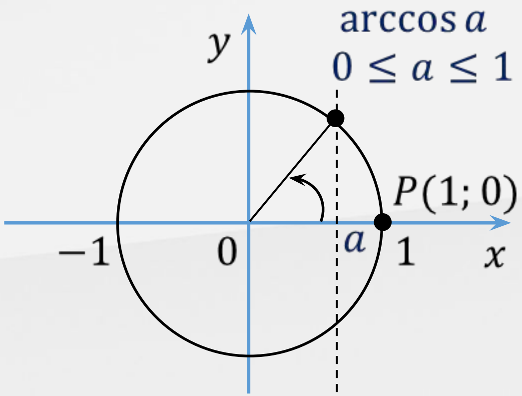
$x = \pm\alpha + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}.$

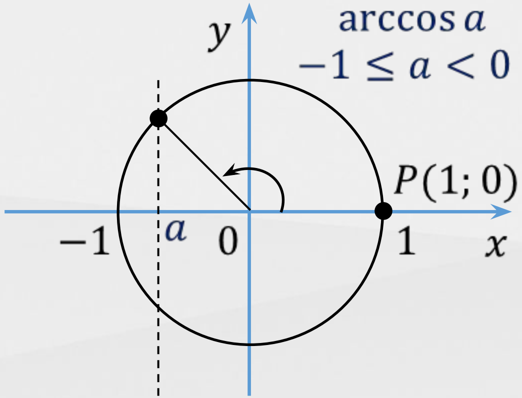
Уравнение $\cos x = a$, где $|\boldsymbol{a}| \le \mathbf{1}$,
на отрезке $[\mathbf{0}; \boldsymbol{\pi}]$ имеет только один корень.

Если $\boldsymbol{a} \ge \mathbf{0}$, то этот корень заключён в промежутке $\left[\mathbf{0}; \frac{\pi}{2}\right]$.

Если $\boldsymbol{a} < \mathbf{0}$, то корень располагается в промежутке $\left(\frac{\pi}{2}; \boldsymbol{\pi}\right]$.

Этот корень называют арккосинусом числа $a$
и обозначают так: $\arccos a$.



# Запомните!

Арккосинусом числа $\boldsymbol{a}$, $|\boldsymbol{a}| \le \mathbf{1}$,
называется такое число $\boldsymbol{x} \in [\mathbf{0}; \boldsymbol{\pi}]$,
косинус которого равен $\boldsymbol{a}$.

$\arccos a = \boldsymbol{x}$, если $\cos \boldsymbol{x} = \boldsymbol{a}$ и $0 \le \boldsymbol{x} \le \boldsymbol{\pi}$.

# Арккосинус числа $a$

$$\arccos\frac{\sqrt{2}}{2}=\frac{\pi}{4},$$

$$\cos\frac{\pi}{4}=\frac{\sqrt{2}}{2}, 0\le\frac{\pi}{4}\le\pi.$$

$$\arccos\frac{\sqrt{3}}{2}=\frac{\pi}{6},$$

$$\cos\frac{\pi}{6}=\frac{\sqrt{3}}{2}, 0\le\frac{\pi}{6}\le\pi.$$

# Решение уравнения $\cos x = a$

1. $|\boldsymbol{a}| \leq \mathbf{1}$.

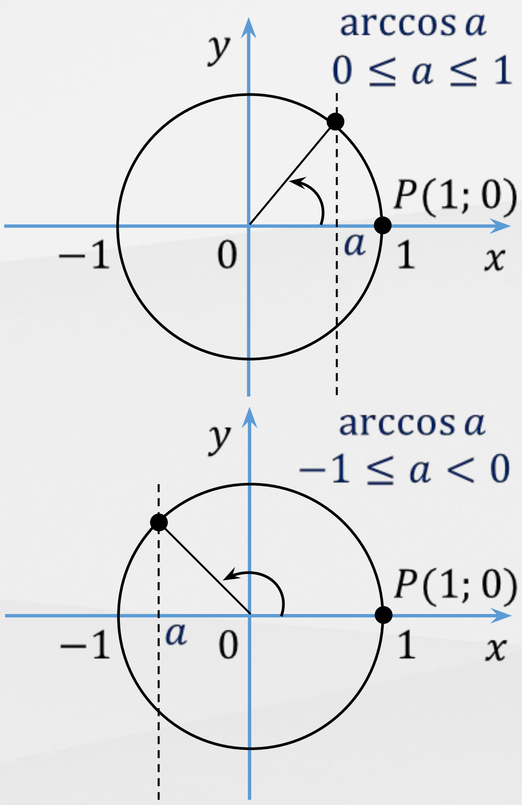
$-1 \leq a \leq 1$

$\cos x = a,$

$x = \pm\alpha + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}.$

Все корни уравнения $\cos x = a$ можно найти по формуле:

$$\boxed{x = \pm\arccos a + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}}$$



# Запомните!

Для любого $a \in [-1; 1]$ справедлива формула:

$$\boxed{\arccos a + \arccos(-a) = \pi}$$

---

Эта формула позволяет находить значения арккосинусов отрицательных чисел через значения арккосинусов положительных чисел.

---

$$\arccos\left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = \pi - \arccos\frac{\sqrt{3}}{2} = \pi - \frac{\pi}{6} = \frac{5\pi}{6}.$$

# Решение уравнения $\cos x = a$

2. $|\boldsymbol{a}| > \mathbf{1}$.

$a < -1,\ a > 1,$

$-1 \leq \cos \alpha \leq 1,$

Уравнение $\cos x = a$ не имеет корней.

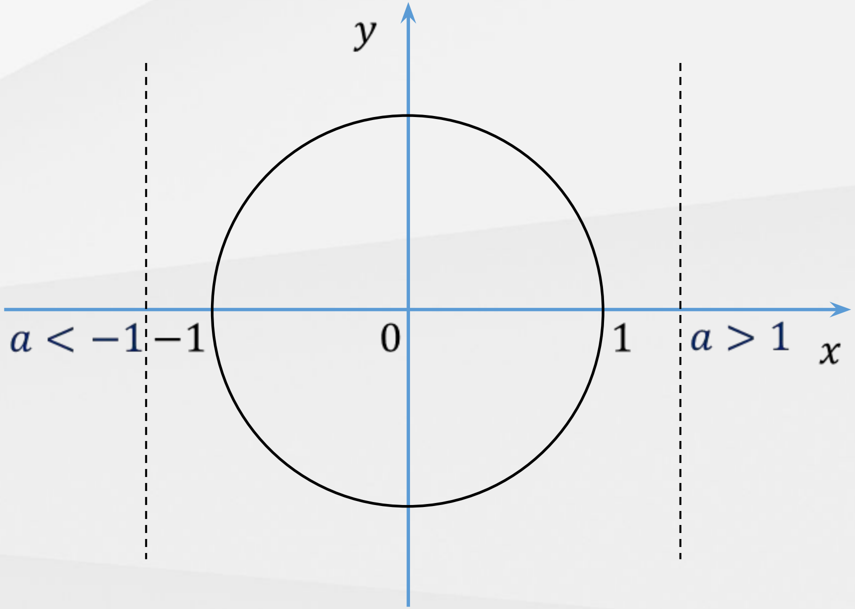
---

$\cos x = -2{,}5,$

$x = \emptyset.$

$\cos x = 7,$

$x = \emptyset.$



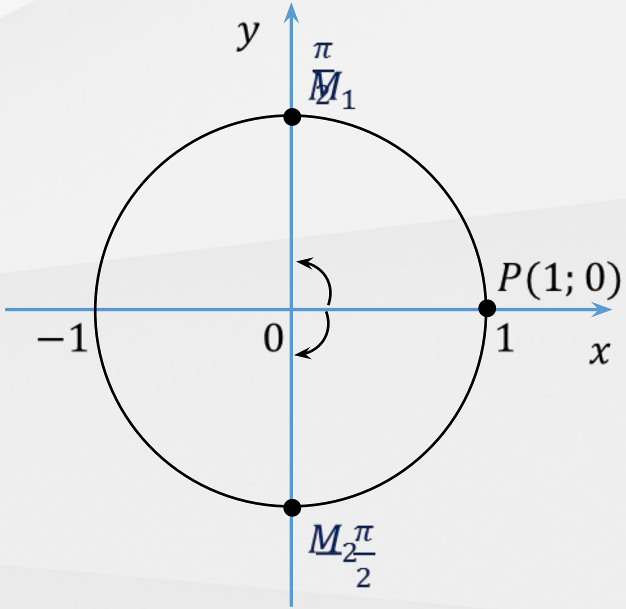
# Решение уравнения $\cos x = a$

3. $\boldsymbol{a = 0}$.

$\cos x = 0,$

$$\left[\begin{array}{l} x = \frac{\pi}{2} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}, \\ x = -\frac{\pi}{2} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}. \end{array}\right.$$

$$\boxed{x = \frac{\pi}{2} + \pi k, k \in \mathbb{Z}}$$



# Решение уравнения $\cos x = a$

4. $|\boldsymbol{a}| = \mathbf{1}$.

$a = -1,\ a = 1$

$x = \pi + 2\pi k, k \in \mathbb{Z},$

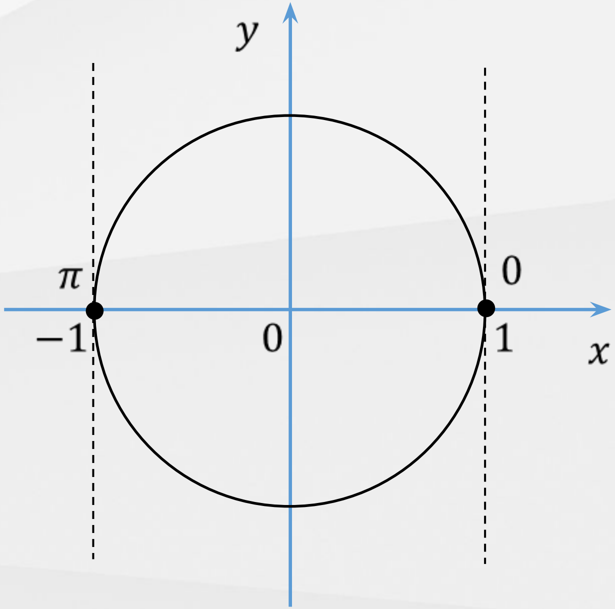
$x = 0 + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}.$

$\cos x = -1,$

$$\boxed{x = \pi + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}}$$

$\cos x = 1,$

$$\boxed{x = 2\pi k, k \in \mathbb{Z}}$$



$$x = \pm\arccos a + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$$

# Задание № 1

Решите уравнение $\cos x = 0{,}3$.

---

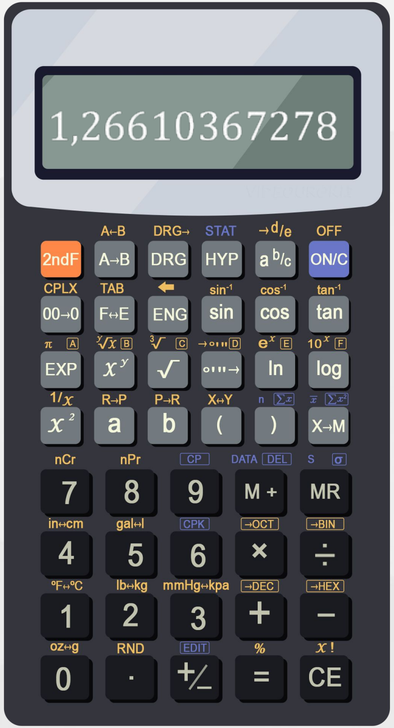
**Решение:**

$\cos x = 0{,}3,$

$x = \pm\arccos 0{,}3 + 2\pi k, k \in \mathbb{Z},$

$x \approx \pm 1{,}266 + 2\pi k, k \in \mathbb{Z},$

**Ответ:** $x \approx \pm 1{,}266 + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}.$



# Задание № 2

$$x = \pm\arccos a + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$$

Решите уравнение $\cos\left(2x - \frac{\pi}{4}\right) = -\frac{\sqrt{3}}{2}$.

**Решение:**

$\cos\left(2x - \frac{\pi}{4}\right) = -\frac{\sqrt{3}}{2}$,

$2x - \frac{\pi}{4} = \pm\arccos\left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$,

$\arccos\left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = \pi - \arccos\frac{\sqrt{3}}{2} = \pi - \frac{\pi}{6} = \frac{5\pi}{6}$,

$2x = \pm\frac{5\pi}{6} + \frac{\pi}{4} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$,

$x = \pm\frac{5\pi}{12} + \frac{\pi}{8} + \pi k, k \in \mathbb{Z}$,

**Ответ:** $x = \pm\frac{5\pi}{12} + \frac{\pi}{8} + \pi k, k \in \mathbb{Z}$.

# Итоги урока

## Решение уравнения $\cos x = a$

1. $|a| \le 1$.

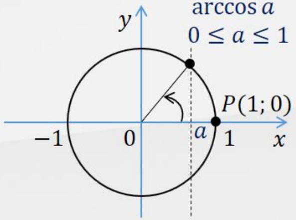
$-1 \le a \le 1$

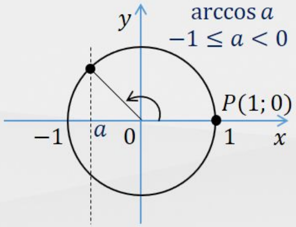
$\cos x = a$,

$x = \pm\alpha + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$.

Все корни уравнения $\cos x = a$ можно найти по формуле:

$$\boxed{x = \pm\arccos a + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}}$$






## Решение уравнения $\cos x = a$

1. $|a| \le 1$.

$-1 \le a \le 1$

$\cos x = a$,

$x = \pm\alpha + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$.

Уравнение $\cos x = a$, где $|a| \le 1$, на отрезке $[0; \pi]$ имеет только один корень.

Если $a \ge 0$, то этот корень заключён в промежутке $\left[0; \frac{\pi}{2}\right]$.



## Решение уравнения $\cos x = a$

2. $|a| > 1$.

$a < -1$, $a > 1$,

$-1 \le \cos \alpha \le 1$,

Уравнение $\cos x = a$ не имеет корней.

$\cos x = -2{,}5$, $x = \emptyset$.

$\cos x = 7$, $x = \emptyset$.

Запомните!