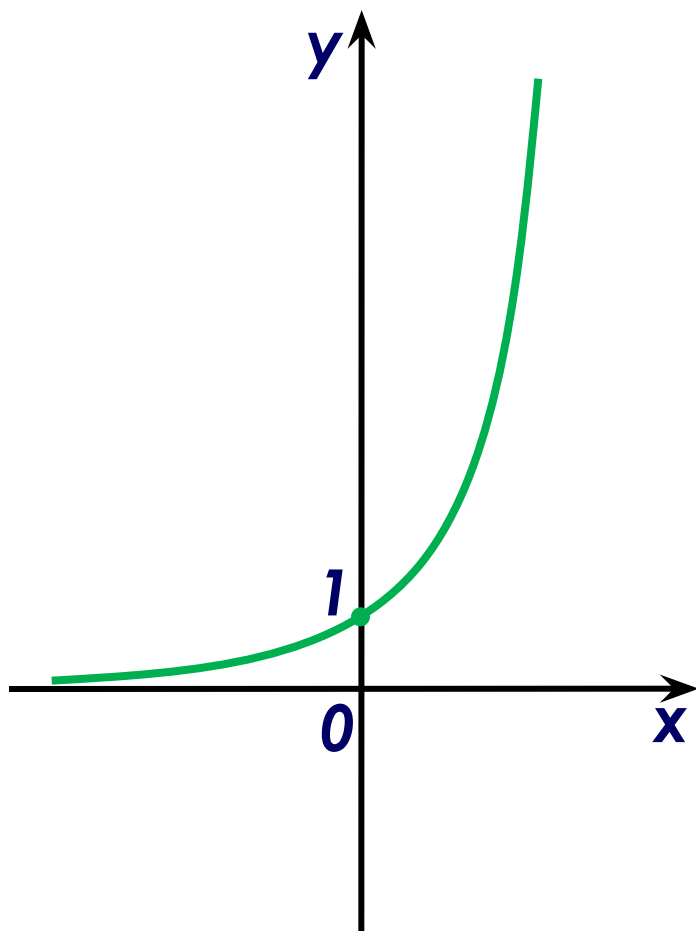


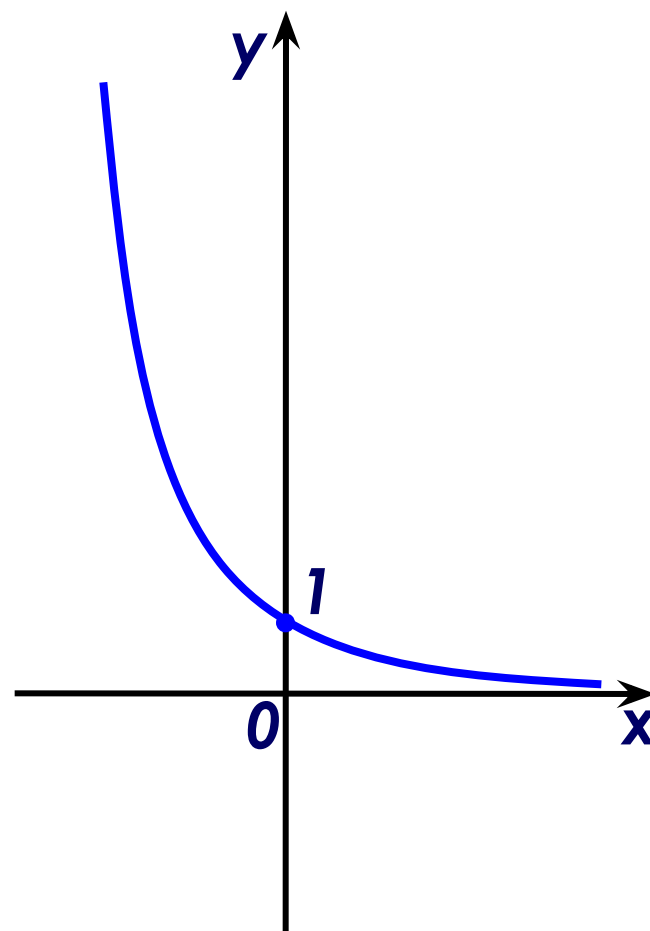
# График показательной функции

$$y = a^x, a \neq 1, a > 0$$

$$y = a^x, a > 1$$



$$y = a^x, 0 < a < 1$$



# Показательные уравнения

Уравнения вида  $a^{f(x)} = a^{h(x)}$ , где  $a \neq 1$ ,  $a > 0$  называют **показательными уравнениями**

$$a^{f(x)} = a^{h(x)}$$



$$f(x) = h(x)$$

## Методы решения показательных уравнений:

1. Функционально-графический метод.
2. Метод уравнивания показателей.
3. Метод введения новой переменной.



# Показательные уравнения. Примеры

## Пример 1

$$2^{2x-4} = 64$$

$$2^{2x-4} = 2^6$$

$$2x - 4 = 6$$

$$x = 5$$

Ответ : 5

## Пример 2

$$\left(\frac{1}{3}\right)^{2x-3,5} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\left(\frac{1}{3}\right)^{2x-3,5} = \left(\frac{1}{3}\right)^{0,5}$$

$$2x - 3,5 = 0,5$$

$$x = 2$$

Ответ : 2

## Пример 3

$$5^{x^2-3x} = 5^{3x-8}$$

$$x^2 - 3x = 3x - 8$$

$$x^2 - 6x + 8 = 0$$

$$\left[ \begin{array}{l} x_1 = 2, \\ x_2 = 4 \end{array} \right.$$

Ответ : 2; 4



# Показательные уравнения. Примеры

## Пример 4

$$4^x + 2^{x+1} - 24 = 0$$

$$(2^2)^x + 2 \cdot 2^x - 24 = 0$$

$$(2^x)^2 + 2 \cdot 2^x - 24 = 0$$

Пусть  $2^x = t$ , где  $t > 0$  тогда

$$t^2 + 2t - 24 = 0$$

$$\begin{cases} t_1 = -6, \\ t_2 = 4 \end{cases}$$

$t_1 = -6$  не удовлетворяет условию  $t > 0$

Вернемся к исходной переменной

$$2^x = 4$$

$$x = 2$$

Ответ : 2



# Показательные уравнения. Примеры

## Пример 5 (однородное уравнение)

$$5^{2x+1} - 13 \cdot 15^x + 54 \cdot 9^{x-1} = 0$$

$$5 \cdot 5^{2x} - 13 \cdot 15^x + 54 \cdot \frac{9^x}{9} = 0$$

$$5 \cdot 5^{2x} - 13 \cdot 15^x + 6 \cdot 9^x = 0$$

Разделим на  $9^x$ , тогда

$$\frac{5 \cdot 5^{2x}}{9^x} - \frac{13 \cdot 15^x}{9^x} + \frac{6 \cdot 9^x}{9^x} = 0$$

$$5 \cdot \left(\frac{5}{3}\right)^{2x} - 13 \cdot \left(\frac{5}{3}\right)^x + 6 = 0$$

Пусть  $\left(\frac{5}{3}\right)^x = t$ , где  $t > 0$ , тогда

$$5t^2 - 13t + 6 = 0$$

$$\begin{cases} t_1 = \frac{3}{5}, \\ t_2 = 2 \end{cases}$$

Вернемся к исходной переменной

$$\left(\frac{5}{3}\right)^x = \frac{3}{5} \quad \text{или} \quad \left(\frac{5}{3}\right)^x = 2$$

$$x = -1$$

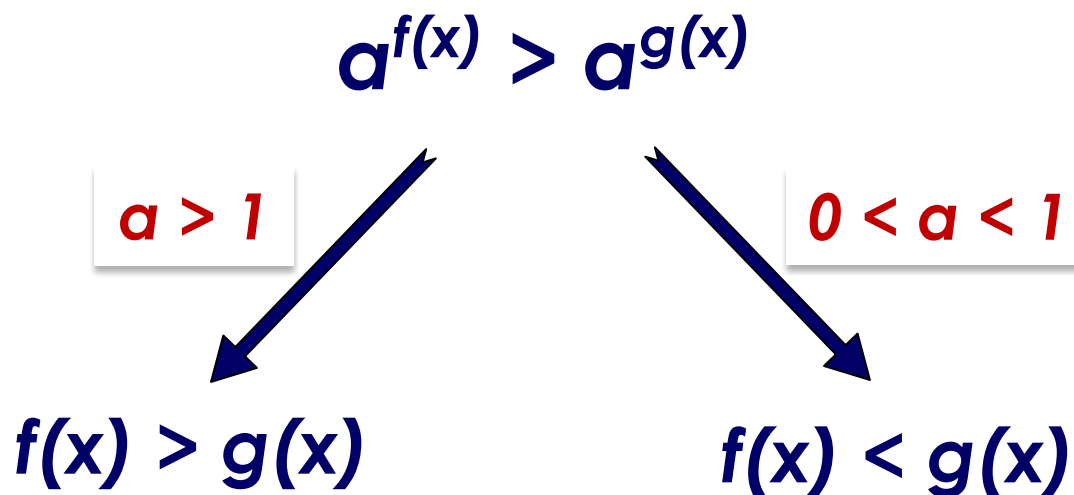
$$x = \log_{\frac{5}{3}} 2$$

Ответ :  $-1; \log_{\frac{5}{3}} 2$ .



# Показательные неравенства

Неравенства вида  $a^{f(x)} > a^{g(x)}$ , где  $a \neq 1$ ,  $a > 0$  называют **показательными неравенствами**



ИЛИ

$$a^{f(x)} > a^{g(x)} \Leftrightarrow (a - 1)(f(x) - g(x)) > 0$$



# Показательные неравенства. Примеры

## Пример 1

$$2^{2x-4} > 64$$

$$2^{2x-4} > 2^6$$

т.к. функция  $y = 2^t$  монотонно  
возрастает на  $\mathbb{R}$ , то

$$2x - 4 > 6$$

$$x > 5$$

Ответ:  $(5; +\infty)$

## Пример 2

$$\left(\frac{1}{3}\right)^{2x-3,5} < \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\left(\frac{1}{3}\right)^{2x-3,5} < \left(\frac{1}{3}\right)^{0,5}$$

т.к. функция  $y = \left(\frac{1}{3}\right)^t$

монотонно убывает на  $\mathbb{R}$ , то

$$2x - 3,5 > 0,5$$

$$x > 2$$

Ответ:  $(2; +\infty)$



# Показательные неравенства. Примеры

## Пример 4

$$8^x + 18^x > 2 \cdot 27^x$$

$$2^{3x} + 2^x \cdot 3^{2x} > 2 \cdot 3^{3x} \quad | : (3^{3x}) \quad \text{т.к. } 3^{3x} > 0$$

$$\frac{2^{3x}}{3^{3x}} + \frac{2^x \cdot 3^{2x}}{3^{3x}} > \frac{2 \cdot 3^{3x}}{3^{3x}}$$

$$\left(\frac{2}{3}\right)^{3x} + \left(\frac{2}{3}\right)^x > 2$$

Пусть  $\left(\frac{2}{3}\right)^x = t$ , где  $t > 0$

$$t^3 + t - 2 > 0$$

$$t^3 + t - 2 = t^3 + t - 1 - 1 = t^3 - 1 + t - 1 = (t - 1)(t^2 + t + 2)$$

т.к.  $t^2 + t + 2 > 0$  для любых  $t$ , то  $t - 1 > 0$

$$t > 1$$





# Показательные неравенства. Примеры

## Пример 4

Вернемся к исходной переменной :

$$\left(\frac{2}{3}\right)^x > 1$$

$$\left(\frac{2}{3}\right)^x > \left(\frac{2}{3}\right)^0,$$

т.к.  $a = \frac{2}{3} < 1$ , то функция  $y = \left(\frac{2}{3}\right)^x$  убывает на  $R$

$$x < 0$$

Ответ :  $(-\infty; 0)$ .



### § 13. Показательные неравенства

Решите неравенство:

13.1. а)  $2^x \geq 4$ ; б)  $2^x < \frac{1}{2}$ ; в)  $2^x < 8$ ; г)  $2^x > \frac{1}{16}$ .

13.2. а)  $3^x < 81$ ;

в)  $5^x > 125$ ;

б)  $\left(\frac{1}{3}\right)^x > \frac{1}{27}$ ;

г)  $(0,2)^x < 0,04$ .

13.3. а)  $3^{2x-4} < 27$ ;

в)  $5^{4x+2} \geq 125$ ;

б)  $\left(\frac{2}{3}\right)^{3x+6} > \frac{4}{9}$ ;

г)  $(0,1)^{5x-9} < 0,001$ .

13.4. а)  $7^{2x-9} > 7^{3x-6}$ ;

в)  $9^{x-1} \geq 9^{-2x+8}$ ;

б)  $0,5^{4x+3} \geq 0,5^{6x-1}$ ;

г)  $\left(\frac{7}{11}\right)^{-3x-0,5} < \left(\frac{7}{11}\right)^{x+1,5}$

○13.5. а)  $4^{5x-1} > 16^{3x+2}$ ;

в)  $11^{-7x+1} < 121^{-2x-10}$ ;

б)  $\left(\frac{1}{7}\right)^{-3x+1} > \left(\frac{1}{49}\right)^{x+3}$ ;

г)  $0,09^{5x-1} < 0,3^{x+7}$ .

○13.6. а)  $2^{3x+6} \leq \left(\frac{1}{4}\right)^{x-1}$ ;

в)  $25^{-x+3} \geq \left(\frac{1}{5}\right)^{3x-1}$ ;

б)  $\left(\frac{7}{12}\right)^{-2x+3} > \left(\frac{12}{7}\right)^{3+2x}$ ;

г)  $\left(\frac{5}{3}\right)^{2x-8} < \left(\frac{9}{25}\right)^{-x+3}$ .