

16. Korkeamman asteen yhtälö (asteen  $\geq 3$ )

Esim. Ratkaise yhtälö  $x^3 + x^2 - 2x = 0$

Ratk.  $x^3 + x^2 - 2x = 0$

$$\Leftrightarrow x(x^2 + x - 2) = 0$$

$$\Leftrightarrow \underline{x=0} \text{ tai } x^2 + x - 2 = 0$$

$$\Leftrightarrow \underline{x = \begin{cases} 1 \\ -2 \end{cases}}$$

yleisesti  $n$ :n asteen yhtälöllä on korkeintaan  $n$  ratkaisua

Tulo on nolla  $\Leftrightarrow$  jokin tulo tekijöistä on nolla

TULON NOLLAKÄÄNTÖ

16.4 a)  $(x+1)(7x+1) = 0$

$$\Leftrightarrow x+1=0 \text{ tai } 7x+1=0$$

$$\Leftrightarrow \underline{x=-1} \text{ tai } x=-\frac{1}{7}$$

TAI:  $(x+1)(7x+1) = 0$

$$\Leftrightarrow 7x^2 + x + 7x + 1 = 0$$

$$\Leftrightarrow 7x^2 + 8x + 1 = 0 \quad \Leftrightarrow x = \frac{\dots}{\dots} = \begin{cases} -1 \\ -\frac{1}{7} \end{cases}$$

b)  $(x+1)(7x+1) = 1$

$$\Leftrightarrow 7x^2 + x + 7x + 1 = 1$$

$$\Leftrightarrow 7x^2 + 8x = 0$$

$$\Leftrightarrow x(7x+8) = 0$$

$$\Leftrightarrow \underline{x=0} \text{ tai } 7x+8=0$$

$$\Leftrightarrow \underline{x = -\frac{8}{7}}$$

16.13 a)  $x^3 + 3x^2 - 28x = 0$

$$\Leftrightarrow x(x^2 + 3x - 28) = 0$$

$$\Leftrightarrow \underline{x=0} \text{ tai } x^2 + 3x - 28 = 0$$

$$\Leftrightarrow \underline{x = \frac{-3 \pm \sqrt{3^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-28)}}{2 \cdot 1}} = \frac{-3 \pm \sqrt{121}}{2} = \frac{-3 \pm 11}{2} = \begin{cases} 4 \\ -7 \end{cases}$$

b)  $4x^3 - x^2 = 5x \quad \Leftrightarrow 4x^3 - x^2 - 5x = 0$

$$\Leftrightarrow x(4x^2 - x - 5) = 0$$

$$\Leftrightarrow \underline{x=0} \text{ tai } 4x^2 - x - 5 = 0$$

$$\Leftrightarrow \underline{x = \dots} = \begin{cases} \frac{5}{4} \\ -1 \end{cases} \quad (\text{Vast. } x=-1 \text{ tai } x=0 \text{ tai } x=\frac{5}{4})$$