

## Korkeamman asteen yhtälö

Korkeamman asteen yhtälöiksi nimitetään polynomi yhtälöitä, joiden asteluku on kolme tai suurempi. Näiden yhtälöiden ratkaiseminen perustuu tekijöihin jakoon ja tulon nollasääntöön.

### Tulon nollasääntö

Tulo on nolla, jos ja vain jos jokin sen tekijöistä on nolla.

Yhtälöä muokataan siis siten, että vasemmalla puolella on polynomien tulo ja oikealla puolella nolla. Vastaus saadaan tulon nollasäännöllä.

**Esimerkki.** Ratkaise yhtälö  $x^3 - x = 0$

Ratkaisu. Jaetaan yhtälön vasen puoli ensin tekijöihin.

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

Yhtälö saadaan muotoon

$$x(x + 1)(x - 1) = 0$$

josta saadaan tulon nollasäännön avulla  $x = 0$  tai  $x + 1 = 0$  tai  $x - 1 = 0$ , josta vastaus  $x = 0$  tai  $x = -1$  tai  $x = 1$ .

**Esimerkki.** Ratkaise yhtälö  $2x^3 + 8x = 8x^2$

Ratkaisu. Siirretään ensin kaikki termit vasemmalle.

$$2x^3 - 8x^2 + 8x = 0$$

Jaetaan tekijöihin (huomaa muistikaava)

$$2x^3 - 8x^2 + 8x = 2x(x^2 - 4x + 4) = 2x(x - 2)^2$$

Yhtälö saadaan muotoon  $2x(x - 2)^2 = 0$ .

Tulon nollasäännöllä vastaus on  $x = 0$  tai  $x = 2$ . Huom.  $x = 2$  on niin kutsuttu kaksinkertainen juuri.