

## Graafinen malli

Graafinen malli tarkoittaa kahden eri mitatun suureen mittaustulosten ja -pisteiden kokoamista **koordinaatistoon**, jossa pystyakselilla eli **y-akselilla** on toinen suure ja toinen suure taas vaakakselilla eli **x-akselilla**. Tällaiselle koordinaatistolle on useampi eri nimitys:

(x, y)-koordinaatisto  
xy-koordinaatisto  
suure y suureen x funktiona  
 $y = y(x)$

Esimerkiksi jos pyydetään esittämään mittaustulokset  $(V, m)$ -koordinaatistossa, niin tilavuus  $V$  on vaakakselilla ja massa  $m$  pystyakselilla. Tilavuus  $V$  on siis sijoitettu  $x$ :n paikalle ja massa  $m$   $y$ :n paikalle.

## Miksi graafista mallia käytetään?

Graafisella mallilla voidaan selvittää kahden eri suureen välinen riippuvuus toisistaan, eli kuinka paljon toisen suureen arvo muuttuu jos toista muutetaan. Graafista mallia voidaan myös käyttää jonkin kolmannen suureen arvon selvittämiseen, joka riippuu kahdesta muusta suureesta.

Graafisella mallilla voidaan myös vähentää systemaattisten ja satunnaisten virheiden vaikutusta mittaustuloksiin tekemällä **graafinen tasoitus**, jossa koordinaatistoon piirretään kuvaaja eli viiva, joka kuvastaa suureiden välistä yhteyttä mahdollisimman hyvin. Kuvaajan kulmakerrointa sanotaan **fysikaaliseksi kulmakertoimeksi**. Jos kuvaaja on **suora**, sitä kutsutaan **lineaariseksi malliksi**, mutta käyrät, epäsuorat kuvaajat ovat myös tavallisia.

Esimerkiksi kappaleen tiheys  $\rho$  riippuu sen massasta  $m$  ja tilavuudesta  $V$  siten, että

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Kertomalla puolittain tilavuudella  $V$  saadaan yhtälöksi

$$m = \rho V$$

Vertaa tätä tulosta matematiikasta tuttuun suoran yleiseen yhtälöön

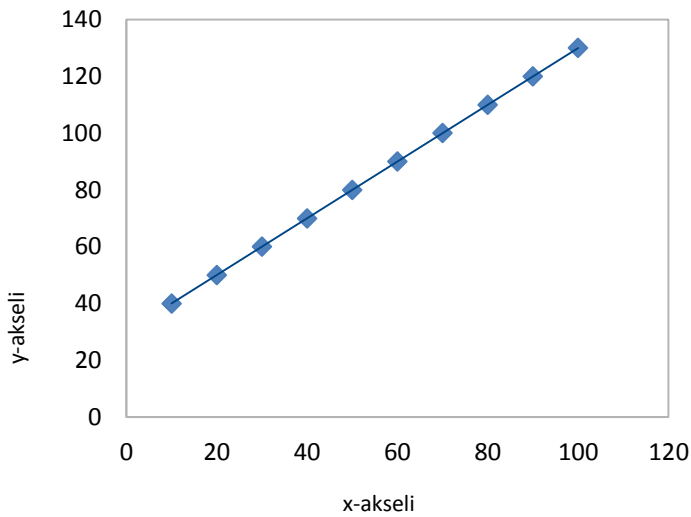
$$y = kx + b$$

jossa  $k$  on suoran kulmakerroin eli sen jyrkkyys ja vakio  $b$  on suoran ja  $y$ -akselin leikkauspisteen arvo. Näitä yhtälöitä vertaamalla huomaa, että jos  $y$ -akselille valitaan massa  $m$  ja  $x$ -akselilla tilavuus  $V$ , niin mittauspisteisiin sovitetun suoran kulmakerroin  $k$  on sama kuin tiheys  $\rho$ . Mikäli mittaustuloksissa on ollut systemaattista virhettä, esimerkiksi veden massaa mitattaessa on mitattu myös sen astian massa, niin suoran yhtälön vakio  $b$  vastaa astian massasta johtuvaa systemaattista virhettä. Graafisen tasoituksen ansiosta systemaattinen virhe ei siten vaikuta selvitetyn tiheyden arvoon, koska suoran kulmakerroin on sama riippumatta vakiosta  $b$ .

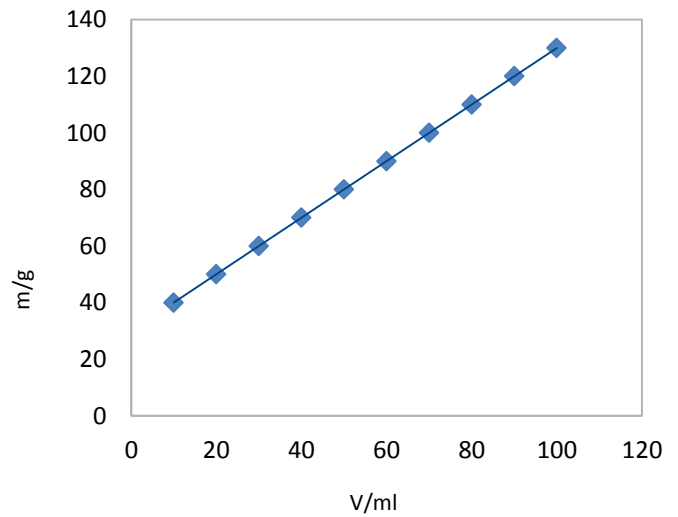
Suoran kulmakerroin  $k$  ratkaistaan jakamalla  $y$ -akselin muutos  $x$ -akselin muutoksella:

$$k = \frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1}$$

(x, y)-koordinaatisto



(V, m)-koordinaatisto



Yllä olevaan (V, m)-koordinaatistoon sijoitetun suoran kulmakerroin on 1 g/ml, mikä tarkoittaa että mitatun aineen tiheys on ollut 1 g/ml. Lisäksi suora leikkaa y-akselin kohdassa 30 g, joten mittauksissa on ollut 30 gramman systemaattinen virhe.

## Käytännön vinkit graafien piirtämiseen:

-Tarkista aina että x- ja y-akselien suureet ovat oikein päin, suureiden meneminen väärille akseleille on hyvin yleinen virhe

-Muunna tarvittaessa suureiden yksiköt oikeiksi

-Piirrä koordinaatisto riittävän isona: liian pieni koordinaatisto voi hämätä, jos suureiden riippuvuus toisistaan pitää selvittää. Kulmakerroin on myös helpompaa ratkaista tarkasti isosta koordinaatistosta.

-Mikäli annettu mittausdata on erissä muodossa kuin tehtävänannossa vaaditut akselit, niin kaikki mittauspisteet pitää siltä osin muuttaa esimerkiksi kertomalla tai korottamalla potenssiin.

-Esimerkiksi heilurin heilahdusajan mittausdata on muodossa  $T/s$  (eli aika sekunteina) ja vaadittu koordinaatisto on  $(l, T^2)$ -koordinaatisto. Tässä tapauksessa jokainen ajan  $T$  arvo korotetaan toiseen potenssiin, jolloin yksikkö myös muuttuu muotoon sekuntia toiseen potenssiin  $s^2$ .