

Newtons avkjølingslov

Per Morten Kind

Utstyr

En kopp
 Vannkoker/Kjele og kokeplate
 Datalogger
 Temperaturføler

Hensikt

I dette forsøket er oppgaven å lage en matematisk modell som beskriver hvordan temperaturen endres i et objekt (en kopp med vann) som kjøles ned av omgivelsene.

Framgangsmåte

Start med å tegne en graf som beskriver temperaturen slik du tror den vil forandre seg. Bruk deretter datalogger til å se på målinger fra en kopp med varmt/kokende vann satt i romtemperatur. Avkjølingskurven blir tegnet, og du kan bruke kurvetilpasning for å finne en passende matematisk modell (se nedenfor). Anta at temperaturen er proporsjonal med temperaturdiffarensen.

Løsningsforslag

Vi forventer raskt temperaturfall i begynnelsen og slakkere etter hvert som temperaturen nærmer seg romtemperaturen. En avgjørende faktor er forskjellen mellom temperatur i koppen T_B og temperatur i omgivelsene T_R . Og vi forventer en eksponentiell vekst (med negativ eksponent).

Vi gjetter på "Natural eksponential fit", men den gir ikke så god tilnærming som vi kanskje hadde forventet. Kurven som blir foreslått er $y = Ae^{-Ct} + B$ der A , B , C er konstanter.

Vi antar at nå at temperaturen er proporsjonal med temperaturdifferensen, altså at $A = (T_{B0} - T_R)$ og at B er romtemperaturen. Dette legger vi inn og lar så programmet bestemme C . T_{B0} er starttemperaturen til vannet.

I et forsøk fant vi $y = 60e^{-0,0011t} + 22$ som passer utmerket med de målte dataene. Merk at t er tiden.

Det hele kan også utledes som en 1. ordens differensialligning:

$$dT_B/dt = -C(T_B - T_R)$$

$$dT/(T_B - T_R) = -Cdt$$

$$\text{Løsning: } T_B = (T_{B0} - T_R) \cdot e^{-Ct} + T_R$$