

# Newton's kjølelov

**Hvordan endres temperaturen i et objekt (en kopp med vann) som kjøles ned av omgivelsene? Oppgaven er å lage en matematisk modell som beskriver dette.**

Vi startet med å tegne en graf som beskriver temperaturen slik vi tror den vil forandre seg. Vi forventer raskt temperaturfall i begynnelsen og slakkere etter hvert som temperaturen nærmer seg romtemperaturen. En avgjørende faktor er forskjellen mellom temperatur i koppen  $T$  og temperatur i omgivelsene  $T_R$ . Og vi forventer en eksponentiell vekst (med negativ eksponent).

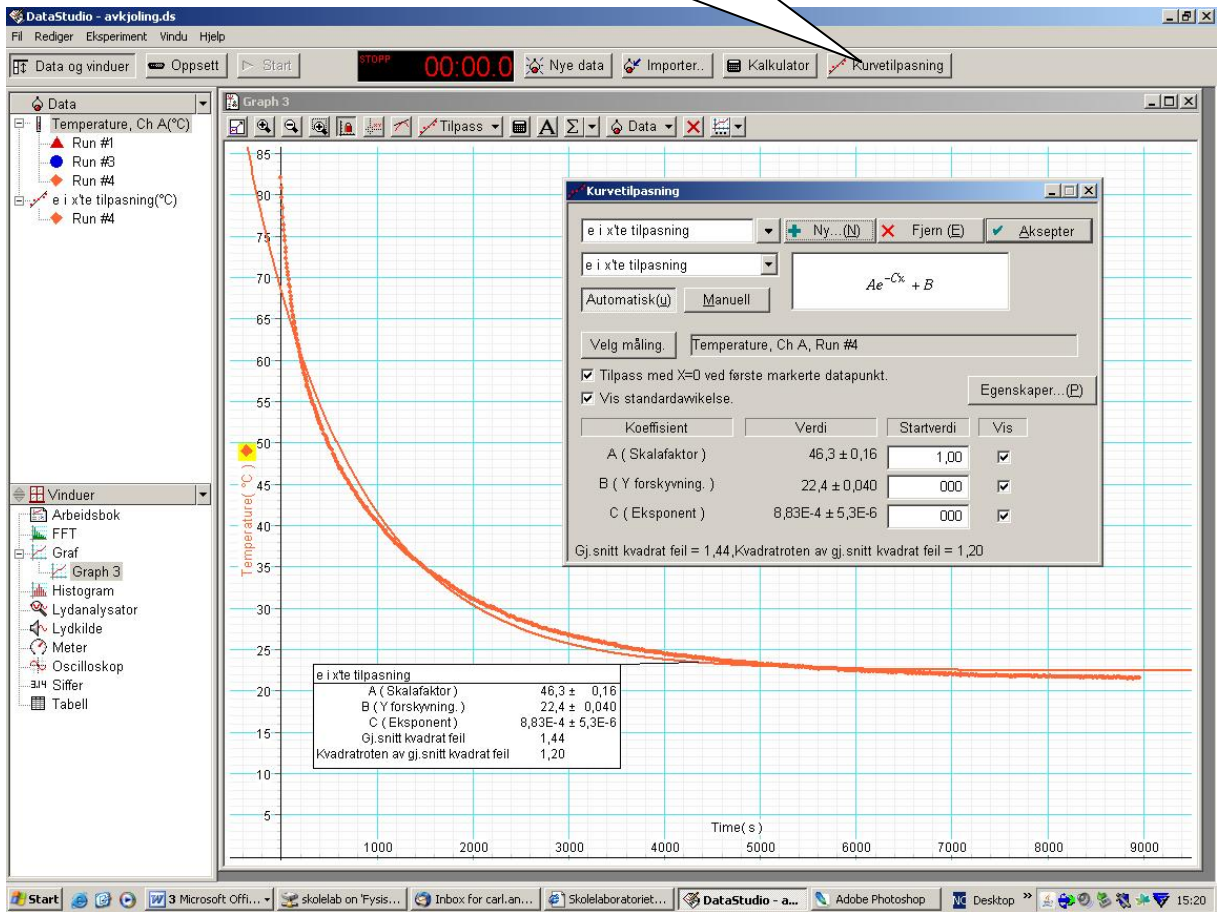
Vi bruke Pasco m/Datastudio til å se på målinger fra en kopp med varmt/kokende vann satt i romtemperatur. Avkjølingskurven blir tegnet og vi bruker *kurvetilpasning* for å finne en passende matematisk modell. Vi gjetter på *e i x'te tilpasning*. Kurven som blir foreslått er  $y = Ae^{-Ct} + B$  Der  $A$ ,  $B$ ,  $C$  er konstanter.

Vi vil nå identifisere konstantene. En rimelig antakelse er at  $B$  er romtemperaturen ( $T_R$ ) og at  $A = (T_0 - T_R)$  der  $T_0$  er temperaturen i vannet når vi begynner målingene. Vi antar altså at temperaturen er proporsjonal med temperaturdifferensen.

I et forsøk fant vi  $y = 46e^{-0,0009t} + 22$  som passer ganske bra med målingene. Konstanten  $A$  er riktignok noe lav (se figuren under).

Det går an å gå inn i Datastudio og gjøre manuelle endringer på modellen. Se figuren under.

For å få frem dialogboksen, trykk her



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

$$dT/dt = -C(T - T_R)$$

$$dT/(T - T_R) = -C dt$$

$$\text{Løsning: } T = (T_0 - T_R) \cdot e^{-Ct} + T_R$$