

## Newton's avkjølingslov

### Sammendrag

Rapporten sammenligner Newtons avkjølingslov med eksperimentelle resultater. Målet er å undersøke hvordan temperaturen på vann avkjøles over tid i et rom. Resultatene analyseres for å vurdere hvor godt teorien samsvarer med virkeligheten og identifisere eventuelle avvik.

### Teori

Newton's avkjølingslov beskriver hvordan temperaturen til et objekt som kjøles eller varmes i en omgivende væske eller gass, endres over tid. Loven antar at endringen i temperatur er proporsjonal med forskjellen mellom objektets temperatur og den omgivende temperaturen. Denne differensialligningen kan uttrykkes som:

$$\dot{T}(t) = \alpha(T(t) - T_k) \quad T(0) = T_0 \quad (1)$$

Her er:

- $T(t)$ : Objektets ved tid  $t$ ,
- $T_k$ : Den omgivende temperaturen (konstant),
- $\alpha$ : En konstant som avhenger av materialet og varmeoverføringsforholdene.

Ved å løse denne ligningen får vi:

$$T(t) = T_k + (T_0 - T_k)e^{-\alpha t} \quad (2)$$

Her er  $T_0$  starttemperaturen til objektet.

### Fremgangsmåte

Før forsøket startet, ble romtemperaturen målt til  $22,4^\circ\text{C}$  ved hjelp av et kjøkkentermometer. Vann ble deretter kokt opp til en starttemperatur på  $97,6^\circ\text{C}$  ved hjelp av en vannkoker.

Det kokende vannet ble umiddelbart overført til en små glass, og temperaturen ble målt med et kjøkkentermometer gjennom hele forsøket. Målingene ble utført hvert minutt i de første 5 minuttene, deretter hvert andre minutt opp til 15 minutter, hvert tredje minutt opp til 30 minutter, og hvert femte minutt opp til 50 minutter. En siste måling ble utført etter 60 minutter.

## Resultater

**Tabell 1:** Målt temperatur etter en viss tid.

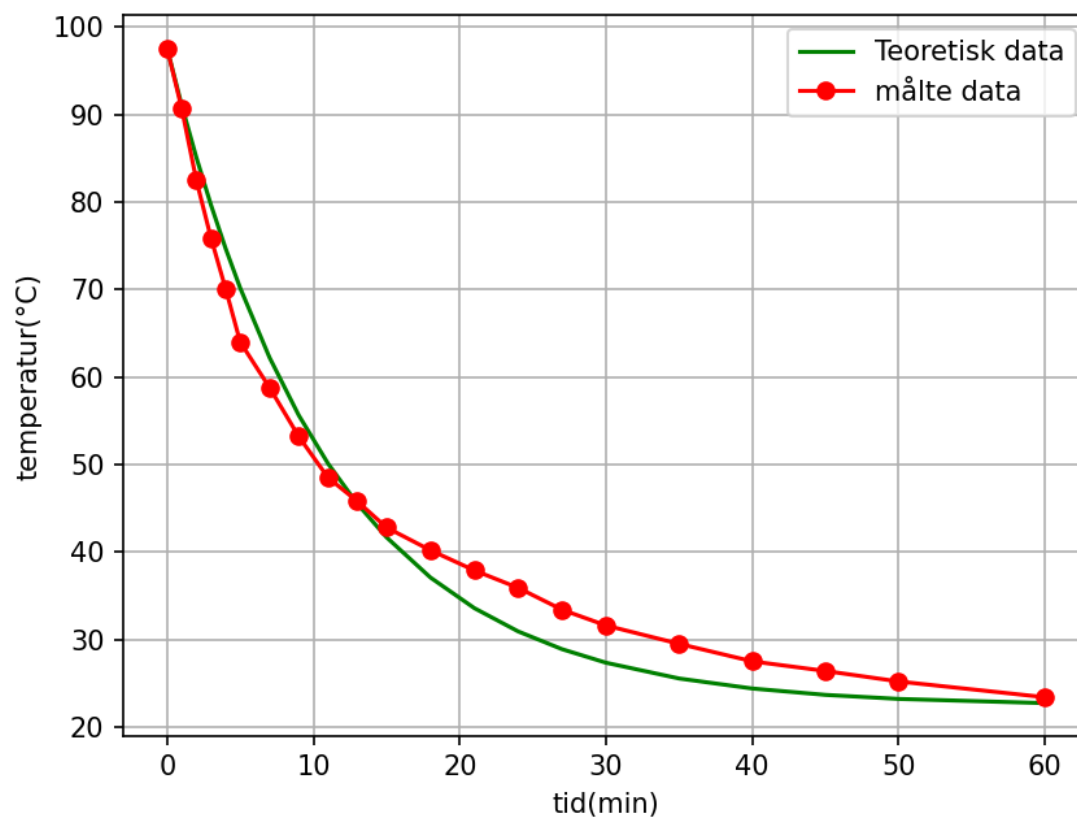
Tid (min)	Temperatur (°C)
0	97.6
1	90.7
2	82.5
3	75.9
4	70.1
5	64.0
7	58.8
9	53.2
11	48.5
13	45.8
15	42.8
18	40.2
21	37.9
24	35.9
27	33.4
30	31.6
35	29.5
40	27.5
45	26.4
50	25.2
60	23.4

```

1  import numpy as np
2  import matplotlib.pyplot as plt
3  from scipy.optimize import curve_fit
4
5  data = open("Data.txt", "r")
6  temp = []
7  tid = []
8  for line in data:
9      parts = line.strip().split()
10     if len(parts) == 2:
11         tid.append(float(parts[0]))
12         temp.append(float(parts[1]))
13 data.close()
14
15
16 temp = np.array(temp)
17 tid = np.array(tid)
18 Tk = 22.4
19 T0 = temp[0]
20 def T(t,a):
21     return Tk+(T0-Tk)*np.exp(-a*t)
22
23 popt, _ = curve_fit(T, tid, temp)
24 alpha = popt[0]
25
26 Ttemp = T(tid,alpha)
27
28 plt.plot(tid,Ttemp, color="g", label = "Teoretisk data")
29 plt.plot(tid,temp,marker = "o",color="r", label = "målte data")
30 plt.xlabel("tid(min)")
31 plt.ylabel("temperatur(°C)")
32 plt.legend()
33 plt.grid()
34 plt.show()
35 print(f"Alpha = {round(alpha,5)}")
36

```

**Figur 1:** Python programmet som ble brukt til å lage grafene og finne en verdi til  $\alpha$ .



**Figur 2:** Graf som sammenligner newtons avkjølingsloven og faktiske målinger.

Programmet også gir oss en verdi til  $\alpha$  på omtrent 0.09075.

## Diskusjon

Newton's lov gir en forenklet modell for temperaturforandringer over tid, hvor temperaturendringen avhenger av forskjellen mellom objektets temperatur og omgivelsenes temperatur. Modellen gir en god tilnærming til temperaturforløpet. Imidlertid er det flere faktorer som kan føre til avvik mellom de målte og teoretiske temperaturene.

En viktig årsak til forskjellene kan være at Newton's lov antar en konstant varmeoverføringskoeffisient, mens faktorer som fordampning og endringer i varmetransport ved forskjellige temperaturer kan påvirke kjøleprosessen. I tillegg kan effekten av varmetap til omgivelsene variere avhengig av omgivelsenes luftstrøm, fuktighet og hvor godt glasset er isolert. Kjølingen kan også påvirkes av hvor mye vann som faktisk ble brukt, ettersom volumet av vannet har betydning for varmeinnholdet og hvor raskt temperaturen synker.

Feilkilder kan også inkludere unøyaktige målinger av temperaturen, feil i kalibreringen av termometeret eller små variasjoner i romtemperaturen som ikke er registrert under eksperimentet. Fordi Newton's lov ikke tar hensyn til alle disse faktorene, vil resultatene av modellen som regel være en forenkling av virkeligheten. I dette eksperimentet ble det observert et høyere avvik på slutten av eksperimentet, noe som kan tyde på at kjøleprosessen har blitt påvirket av faktorer som ikke er fullt modellert av Newton's lov.

## Konklusjon

Eksperimentet har vist at Newtons avkjølingslov gir en rimelig tilnærming til kjølingen av kokt vann i et rom med en konstant temperatur. Resultatene var nær de teoretiske verdiene, men noen avvik ble observert, spesielt på slutten av eksperimentet. Disse avvikene kan tilskrives faktorer som fordampning, varmetap gjennom glasset og små variasjoner i romtemperaturen.