Forsøk av Newtons avkjørlingslov

Hensikt:
Vi skal finne proposjonalitetskonstanten α som inneholder informasjon om varmekapasiteten til i vann, og hvor fort varmeflyten går mellom vannet og omgivelsene.

Teori:

Newtons avkjølingslov beskriver hvordan temperaturen til et objekt, i dette forsøket vann, endrer seg over tid i forhold til omgivelsenes temperatur. Loven sier at objektets temperatur gradvis vil nærme seg temperaturen i omgivelsene. Loven sier at hastigheten på temperaturendringen er proposjonal med forskjellen mellom omgivelsestemperaturen og objektes temperatur:

$$\dot{T}(t) = \alpha\,(T(t) - T_K)\,,\ T(0) = T_0$$

Proposjonalitetskontanten α representerer hvor raskt temperaturen utveksler seg mellom objektet og omgivelsene: hvor raskt varmen flyttes gjennom materialet og hvor mye energi, varmakapasitet, som kreves for å endre temperaturen. Høy α betyr at objektet varmes opp eller avkjørles raskt, mens lav α betyr av objektes varmes opp eller avkjørles saktere.

Utstyr:

- Vann
- Sirkulær kasserolle
- Termometer
- Induksjonsplate
- Stoppeklokke
- Datamaskin

Fremgangsmetode:
1. Fyller vann i en sirkulær kasserolle
2. Legg et termometer i kasserollen
3. Varmer opp vannet til termometeret viser 100°C.
4. Tar kasserollen av induksjonsplaten og starter stoppeklokken.
5. Observerer og noterer temperatur på vannet i kasserollen hvert 5 minutt.

Resultat og observasjoner:

Tid (minutter)	**Temperatur**
0	100
5	90
10	75
15	65

20	58
25	53
30	49
35	46
40	44
45	42

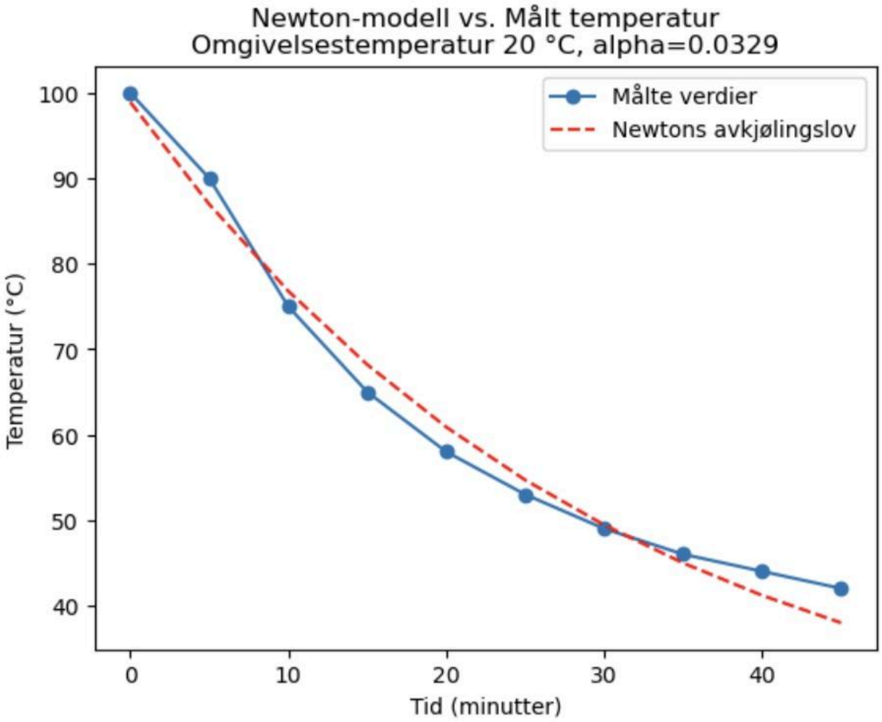
Tabell 1: Verdier for temperatur og tid for vannet

Legger verdiene inn i JupiterHub. Lager en funksjon der temperatur i grader celsius er på x- aksen, og tiden i minutter er på y- aksen. Bruker numpy, matplotlib.pyplot og scipy.optimize og får følgende kode:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.optimize import curve_fit

# Målte temperaturdata (tid i minutter og temperatur i grader Celsius)
# Eksempeldata
tid = np.array([0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45])  # tid i minutter
temperatur_målt = np.array([100, 90, 75, 65, 58, 53, 49, 46, 44, 42])  # temperaturmålinger

# Konstant omgivelsestemperatur (antatt)
T_k = 20  # eksempel omgivelsestemperatur

# Newtons avkjølingslov modell
def newton_model(t, T0, alpha):
    return T_k + (T0 - T_k) * np.exp(-alpha * t)

# Tilpass modellen til dataene for å finne T0 og alpha
popt, _ = curve_fit(newton_model, tid, temperatur_målt, p0=[temperatur_målt[0], 0.1])
T0_fit, alpha_fit = popt

# Skriv ut de beregnede verdiene for T0 og alpha
print(f"Beregnet starttemperatur T0: {T0_fit:.2f} °C")
print(f"Beregnet verdi av alpha: {alpha_fit:.4f}")

# Beregn teoretiske verdier basert på tilpassede parametre
temperatur_teoretisk = newton_model(tid, T0_fit, alpha_fit)

# Plot resultatene
plt.plot(tid, temperatur_målt, 'o-', label="Målte verdier")
plt.plot(tid, temperatur_teoretisk, 'r--', label="Newtons avkjølingslov")
plt.xlabel("Tid (minutter)")
plt.ylabel("Temperatur (°C)")
plt.legend()
plt.title(f"Newton-modell vs. Målt temperatur\nOmgivelsestemperatur {T_k} °C, alpha={alpha_fit:.4f}")
plt.show()
```

Bilde 1: Kode fra JupyterLab

Videre får vi følgende graf:



Bilde 2: Grafen dannet av kode ovenfor.

Drøfting:

Den teoretiske kurven fra Newtons avkjølingslov følger generelt samme trend som de målte temperaturene, noe som bekrefter at modellen gir en god første tilnærming til kjøleprosessen. Likevel ser vi noen avvik mellom målt og teoretisk temperatur over tid. Disse avvikene kan skyldes flere faktorer som Newtons avkjølingslov ikke tar hensyn til, som fordampning, varmeutveksling med andre overflater, og variasjoner i varmeoverføringshastigheten på grunn av temperaturforskjeller. Slike faktorer kan føre til at den faktiske kjølingen av vannet går raskere eller langsommere enn modellen predikerer.

Videre arbeid kunne innebære å inkludere flere av disse faktorene i en utvidet modell for å bedre forstå kjøleprosessen. Eksempelvis kan man undersøke betydningen av fordampning ved å måle vektendringen i løpet av eksperimentet, eller teste under forskjellige temperaturforhold for å vurdere hvordan alpha varierer i ulike miljøer. Dette kunne gi en mer presis modell og bedre representasjon av kjøleprosessen i virkelige omgivelser.

Konklusjon:

Alt i alt ser det ut til at teorien med Newtons avkjølingslov stemmer ganske godt med virkeligheten, til tross for at det er flere faktorer som vi ikke har tatt hensyn til i akkurat dette eksperimentet hvor vi kun så på temperaturendringer over tid.

Kilder:
Hole, A. (2023). Kalkulus og lineær algebra: Differensialigninger. Universitetsforlaget.

NTNU. Hentet fra: https://wiki.math.ntnu.no/_media/tma4100/2008h/tmc-o/08.11.19.pdf
https://www.uio.no/studier/emner/matnat/fys/nedlagte-emner/FYS2150L/v09/undervisningsmateriale/sma_ovelser.html/Newtons_kjolelov2.pdf