

Fra toddy til saft

Når dagene blir kortere og kulda kryper inn i alle hus, spesielt hos studenter som betaler for egen strøm, blir det viktigere og viktigere å finne måter å holde seg selv varm mens man fortsatt får i seg noe søtt. For min del kom den hjemmelagde saften jeg fikk fra bestemor i sommer godt til nytte her. En stor kopp med solbærtoddy er alt man trenger for å varme både kropp og sjel. Dessverre måtte denne varme, gode drikken ofres for dette forsøket.

Vannet ble kokt i en vannkoker. Saft ble tilsatt koppen (se figur 1). Når saften var rett ut av kjøleskapet hadde den en temperatur på 6.9 grader Celsius. Det varme vannet ble tilsatt koppen og den første målte temperaturen var 80.4 grader Celsius. Og da var det bare å starte noteringen. Siden dette forsøket skulle være så nøyaktig som mulig ble det valgt et tidsintervall på 20 sekunder, ettersom temperaturen sank fort i starten og jeg ville få en så nøyaktig graf som mulig. Jeg sørget også for at termometeret ikke var borti keramikkoppen ettersom den var i utgangspunktet kaldere enn væsken. Dette viste seg å være en dårlig idé. Hadde jeg tatt meg tiden i 2 minutter for å tenke meg om kunne jeg kommet frem til konklusjonen om at å få kokende vann til romtemperatur kommer til å ta lang tid. Dessverre tok jeg ikke meg den tiden og ble sittende en stund. Det tok 3 minutter før hånda mi begynte å krampe. Etter 10 minutter hadde ikke temperaturen gått ned med 20 grader engang og jeg kom på at det bare ville gå saktere og saktere nedover.

Etter en time begynte jeg å tenke på om jeg kanskje skulle avslutte eksperimentet. Eller ihvertfall slutte å holde termometeret slik at det ikke var nær veggene. På dette tidspunktet hadde det gått 1 time og 13 minutter. Så jeg avsluttet forsøket der. Temperaturen etter 1 time og 13 minutter var på 33.3 grader Celsius. Romtemperaturen ble målt til 17.8 grader (og jeg innser nå at jeg bør skru på varmen litt oftere).

Det tok ca to timer for toddyen å nå romtemperatur.



Figur 1

Utleddning av Newtons avkjølingslov:

$$T'(t) = a(T(t) - T_k)$$

$$T'(t) - aT(t) = -aT_k$$

$$T'(t) \cdot e^{(at)} - aT(t) e^{(at)} = -aT_k e^{(at)}$$

$$-(T(t) \cdot e^{(at)})' = -aT_k e^{(at)}$$

Integrerer på begge sider

$$-T(t) e^{(at)} = -T_k e^{(at)} + C$$

Multipliserer begge sidene med $-e^{(at)}$ og får

$$T(t) = T_k + C e^{-at}$$

For å finne de spesielle uttrykket setter jeg inn for målte verdier

$$T_k = 17.8$$

Finner C ved å sette inn $T(0) = 80.4$

$$80.4 = 17.8 + C e^{(-a \cdot 0)}$$

$$C = 80.4 - 17.8 = 62.6$$

Eksperimentet viste $T(14) = 69.8$

$$69.8 = 17.8 + 62.6 e^{(-a \cdot 14)}$$

$$a = 0.01325$$

$$T(t) = T_k + 62.6 e^{-0.01325t}$$

Skrev en python kode for å plotte målingene og den teoretiske grafen.

```
y_verdier = [80.4,78.6,76.1,75.3,74.8,74.1,73.4,72.7,72.7,72.1,71.2,71.2,71.2,69.8,69.3,68.7,68.1,67.5,67.5,66.9,66.3,66.3,65.7,65.7,65.7]

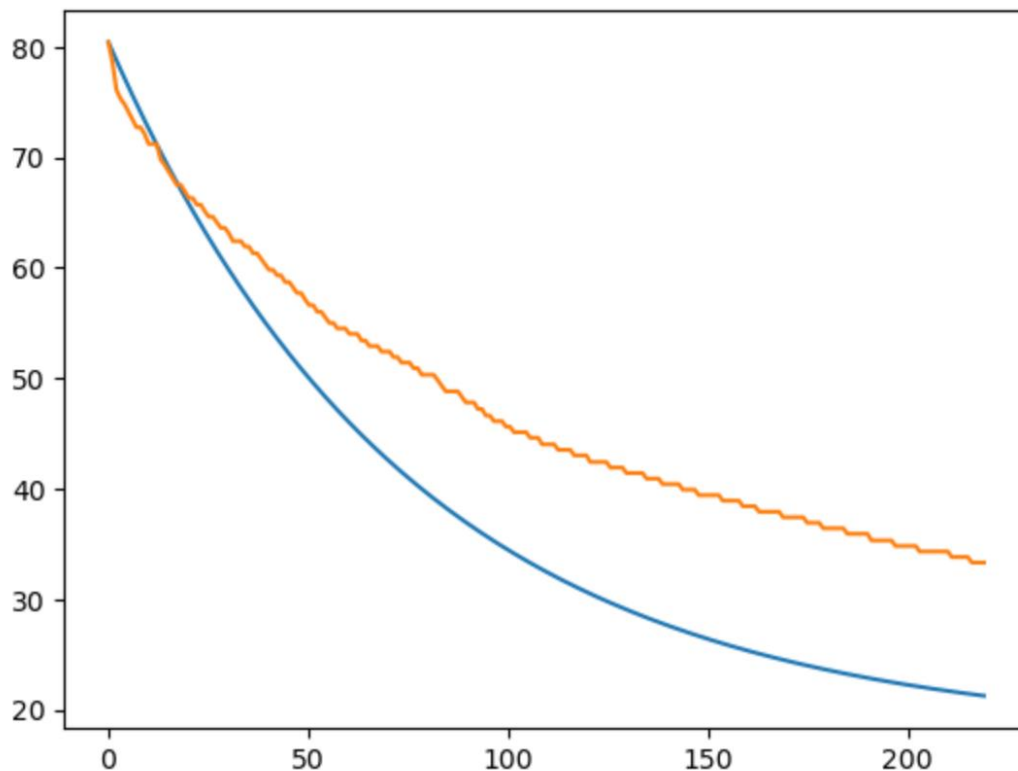
print(len(y_verdier))
```

219

```
import math
import numpy as np
def T(t):
    return 17.8+62.6*np.exp(-0.01325*t)
```

```
## Prøver å plote grafen
import matplotlib.pyplot as plt
x_verdier = np.linspace(0,219,219)
plt.plot(x_verdier,T(x_verdier))
plt.plot(x_verdier,y_verdier)
plt.show()
```

Resultat og observasjon



De

Plottede verdiene av målingene (oransje) mot det utledede formelen (blå).

Som det kanskje er lett å observere stemmer ikke målingen veldig godt overens med den teoretiske kurven. Varmen avtar saktere enn teoretisk. En grunn til det kan være valg av kopp. Keramikk holder godt på varme, mye bedre enn plastikk eller glass. Dette kunne nok bli tatt høyde for om jeg hadde regnet ut varmekapasiteten til koppen, men det gikk vi dessverre ikke gjennom på lab.

Når forsøket til slutt var over, var toddyen dessverre alt for kaldt til å bli nytt på det jeg nå innser er et altfor kaldt rom.