

HVERDAGSFYSIK

Kogepunktet for saltvand

Forfatter: Jens Christian Hansen

Redaktør: Søren Storm

Korrekturlæst og faktatjekket af:

Vibeke Axelsen (Egaa gymnasium)

Kim Vedel Pedersen (Frederiksberg Gymnasium)

Margit From

Støttet af: **novo nordisk fonden**

Hej elev!

I din undersøgelse skal du:

1. Opstille en hypotese der forklarer en observation fra videoen
2. Opstille et eksperiment der kan afkræfte eller bekræfte din hypotese
3. Udføre eksperimentet og opsamle data
4. Bekræfte eller afkræfte hypotesen ud fra en analyse af dine data

Følg punkterne herunder. Går du i stå er der hjælp på side 2 og 3.

1. Din hypotese

Observation	Hypotese	Uafhængig variabel
(Der er hjælp på side 2)		
		Afhængig variabel

2. Dit eksperiment

Kort beskrivelse af dit eksperiment
(Der er hjælp til eksperimentdesign på side 3)

3. Opstil og udfør dit eksperiment

Nu kan du udføre dit eksperiment. Lav dit eget skema, så det passer til dit eksperiment. Se et eksempel på side 3. Tjek efter at der kun er 2 variable i spil: Den afhængige og den uafhængige. Når du har opsamlet data, kan du gå videre til punkt 4.

4. Databehandling

Ved en analyse af data, vurderer du nu, om hypotesen kan be- eller afkræftes.

Eksempler på observationer

- Kogepunktet for vand stiger, når du opløser salt i vand
- Man salter vejene, når det er frostvejr
- Kogepunktet for vand falder, når trykket falder
- Kogepunktet for vand stiger, når trykket stiger – fx. i en trykkoger

Hjælp til Hypoteser

Første skridt er at noget, som du har observeret, bliver omskrevet til en hypotese. Vi har observeret, at salt sænker frysepunktet for vand, og låner den observation til at lave en ny hypotese, hvor vi vil undersøge, om det samme gælder for vands kogepunkt.

Observation	Hypotese	Uafhængig variabel
Frysepunktet for vand, falder når man tilsætter salt til vandet	"Kogepunktet for vand falder når der opløses salt i vandet" (1)	Massen af opløst salt
		Afhængig variabel
		Kogepunktet for opløsningen af salt og vand

Hypotese (1) beskriver en sammenhæng mellem kogepunktet af vand og massen af opløst salt.

Hjælp til afhængige og uafhængige variable

Hypotese (1) er formuleret på en sådan måde, at den kun udtaler sig, om hvordan én variabel (den afhængige) afhænger af en anden variabel (den uafhængige). Det kalder man også for variabelkontrol. Det gør man for at undgå at andre variable, end den man vil undersøge, har indflydelse på resultatet.

I vores eksempel på en hypotese, er **massen af opløst salt** den uafhængige variabel og **kogepunktet for opløsningen af vand og salt** den afhængige variabel. Den uafhængige variabel er altså den, vi kontrollerer, mens den afhængige er den, vi måler. Alle andre variable holdes så vidt muligt konstante.

Hjælp til et eksperiment

Eksempel på beskrivelse:

For at teste hypotesen (1) måler vi:

- 1) Temperaturen af vandet (den afhængige variabel)
- 2) Massen af opløst salt (den uafhængige variabel).

Vi skal bruge: Almindeligt bordsalt, demineraliseret vand, en vægt, en magnetomrører med varmeplade, en konisk kolbe, et stativ, en gribeklo og et termometer.

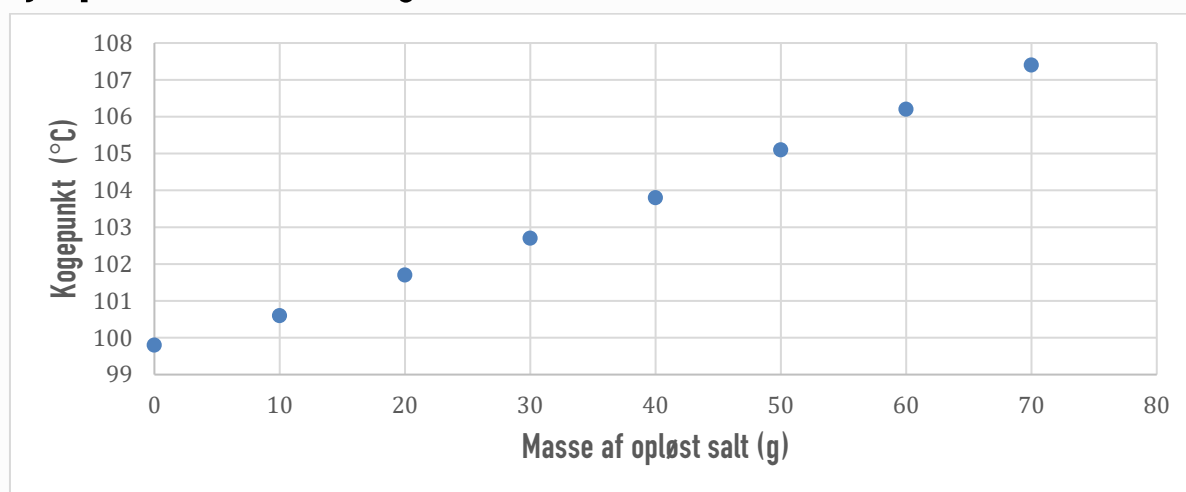
Vi afvejer salt i 7 portioner, og noterer massen. Herefter afvejes 200 g vand. Vandet opvarmes på magnetomrøreren, og temperaturen ved kogepunktet logges over 30 sekunder. Data gemmes og middelværdien for kogepunktet, skrives ind i skemaet. Herefter gentages forsøget, med en afvejet salt-portion opløst i vandet, hvor massen af vand holdes konstant.

Eksempel på et forsøgsskema.

Masse af opløst salt (g)	0	10	20	30	40	50	60	70
Kogepunkt (°C)	99,8	100,6	101,7	102,7	103,8	105,1	106,2	107,3

Dataene fra dette eksperiment kan hentes [her](#).

Hjælp til Databehandling



Ved en analyse af data vurderer vi, om hypotesen (1) kan be- eller afkræftes. I dette eksempel skal det vurderes, om kogepunktet falder, når massen af salt øges. Det er tydeligvis ikke tilfældet. Tværtimod ses en stigning af kogepunktet, når massen af opløst salt øges. Hypotesen må derfor afkræftes. I videoen som du lige har set, testes derfor en ny hypotese ud fra det samme datasæt.



Ekstraopgaver

Opgave 1 (C/B/A-niveau)

Identificér de uafhængige og afhængige variable:

Hypotese	Uafhængig variabel	Afhængig variabel
Jo mere vand der opvarmes, i et fast tidsrum og under samme forhold, desto mindre bliver temperaturstigningen i vandet		
For forskellige typer af salt vil kogepunktet ændres afhængig af salttypen		
Den tid saltvand er om at komme i kog, ved samme energitilførsel, afhænger af saltkoncentrationen		

Opgave 2 (C/B/A-niveau)

I et kalorimeter opvarmes 200 g vand ved at benytte en dyppekoger.

Forsøget udføres to gange, hvor begyndelsestemperaturerne for vandet er lidt forskellige.

Hvis vandet ikke kommer i kog, gælder der under ideelle betingelser

$$P \cdot \Delta t = c_v \cdot m_v \cdot \Delta T \quad (1)$$

Hvor P er den effekt, hvormed der tilføres energi til vandet, Δt er tidsrummet for opvarmningen, c_v er vands specifikke varmekapacitet, m_v er massen af vandet og ΔT er temperaturstigningen i løbet af tidsrummet Δt .

Data fra forsøget kan du finde som Excelfil og LoggerPro-fil [her](#).

- Hent datafilen, plot temperaturen som funktion af tiden for begge forsøg.
- Vurdér ud fra plottene om sammenhængen mellem temperaturen og tiden er lineær. Lav en lineær regression på begge datasæt.
- Giv en fortolkning af hældningskoefficienten $\frac{\Delta T}{\Delta t}$ i de to tilfælde.
- Vis fra ligning (1) at $c_v = \frac{P}{m_v \frac{\Delta T}{\Delta t}}$

Dyppekogerens effekt måles til 320 W

- Beregn c_v i de to tilfælde og brug gennemsnittet som mål for c_v

Tabelværdien for den specifikke varmekapacitet for vand er $4,186 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$

- Beregn den procentiske forskel mellem den målte værdi for c_v og tabelværdien.

Selvom dyppekogerens effekt P måles til 320 W, vil der ved omsætningen af elektrisk energi til varmeenergi i vandet være et tab. Dyppekogerens nyttevirkning ved omsætning af elektrisk energi til varmeenergi er 89%

- Beregn, ved at inddrage dyppekogerens nyttevirkning en ny målt værdi for c_v



Opgave 3 (C/B/A-niveau)

I en gryde er der 1,50 L vand og 0,50 kg kartofler. Gryden og kartoflerne har temperaturen 18,0 °C. Lufttrykket er 101,3 kPa og vandets densitet er $1,00 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. De specifikke varmekapaciteter for vand og kartofler er hhv.

$$c_v = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \quad \text{og} \quad c_k = 3,60 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

- a) Bestem den samlede varmekapacitet C af vand og kartofler.

Gryden med vand og kartofler opvarmes til 100 °C

- b) Beregn den energi, der er tilført vand og kartofler ved opvarmningen.

Opvarmningen sker på en induktionskogeplade. Når vandet er kommet i kog, skrues ned for varmen, så vandet netop holdes i kog. Kogepladens effekt ved denne indstilling er 600 W. Nyttevirkningen er 70%.

- c) Bestem den nytteeffekt, der tilføres gryden, når vandet netop holdes i kog.

Når vandet netop holdes i kog, antages det, at al nytteenergien går til fordampning af vand.

Kartoflerne er færdigkogte 12 minutter efter vandet er kommet i kog.

Fordampningsvarmen for vand er

$$L_f = 2,26 \cdot 10^3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

- d) Bestem den nytteenergi induktionskogepladen tilfører i løbet af de 12 minutter.
- e) Vurdér hvor meget vand, der er fordampet under kogningen, idet der ses bort fra det vand, der er fordampet under opvarmningen.

Opgave 4 (B/A-niveau)

Den mængde NaCl der maksimalt kan opløses i 1 g 'rent' vand (H_2O) ved temperaturer t i intervallet fra 0°C til 100°C er givet ved

$$m_{\text{NaCl}} = 0,000686 \frac{\text{g}}{^\circ\text{C}} \cdot t + 0,336 \text{ g}$$

- a) Beregn hvor mange gram NaCl der maksimalt kan opløses i 200 g rent vand ved temperaturen 15°C.

Saltkoncentrationen c i vand angives i procent, og beregnes som massen af opløst salt i procent af vandets masse

- b) Vis, at koncentrationen c af den mængde NaCl du har beregnet i spørgsmål a) er 0,346 svarende til 34,6%

Der gælder, at kogepunktet for vand stiger med koncentrationen af NaCl i vandet. Sammenhængen mellem kogepunkt og koncentrationen c af NaCl er givet ved

$$t_{\text{kogepunkt}-c} = 0,218 \frac{^\circ\text{C}}{\%} \cdot c + t_{\text{kogepunkt}}$$

hvor $t_{\text{kogepunkt}}$ er det rene vands kogepunkt ved omgivelsernes tryk.

- c) Beregn kogepunktet for en saltkoncentration på 34,7% når omgivelsernes tryk er 102,1 kPa og kogepunktet er 100,2 °C

Ved lufttrykket på 102,1 kPa måles kogepunktet for noget vand, der indeholder NaCl, til 106,5 °C

- d) Bestem saltkoncentrationen for vandet.

Facit

Opgave 1

Uafhængig variabel	Afhængig variabel
Masse af vand	Temperaturen
Salttype	Kogepunktet
Saltkoncentrationen	Tiden

Opgave 2

- !
- Lineær sammenhæng:
Regressionslinjernes ligninger:
 $y = 0,3431 \cdot x + 17,23$
 $y = 0,3374 \cdot x + 19,59$
- Temperaturstigningen i vandet pr. sek.

Opgave 2 (fortsat)

- !
- $c_{v1} = 4,66 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ og $c_{v2} = 4,74 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$
 $\langle c_v \rangle = 4,70 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$
- $\sim 12\%$
- $4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$

Opgave 3

- $8,07 \frac{\text{kJ}}{^\circ\text{C}}$
- 0,66 MJ
- 0,42 kW
- 0,30 MJ
- 0,13 kg eller svarende til 0,13 L

Opgave 4

- 69,3 g
- !
- 107,8 °C
- $\sim 29 \%$



Formler og sammenhænge

Symbol/Formel	Beskrivelse	Enhed
t	Tid	s
m	Masse	kg
p	Tryk.	Pa
$E, \Delta E$	Energi og energitilvækst	J
$t, \Delta t$	Tid og tidsrum	s
P	Effekt $P = \frac{E}{t}$ eller $P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$	W
Q	Varmeenergi (Tilført: $Q > 0$), (Afgivet: $Q < 0$)	J
T	Kelvintemperatur	K
t	Celsiustemperatur	°C
C	Varmekapacitet (varmefylde)	$\frac{J}{K}$
$c = \frac{C}{m}$	Specifik varmekapacitet (specifik varmefylde)	$\frac{J}{kg \cdot K}$
$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$	Q er den varmeenergi, der skal tilføres til et stof, der har den specifikke varmekapaciteten c og massen m , for at få en temperaturstigning ΔT	
$L_f = \frac{Q}{m}$	Specifik fordampningsvarme. Den varmeenergi, der skal tilføres pr. kg stof, når stoffet skifter fase fra væske- til gasform, ved stoffets fordampningspunkt	$\frac{J}{kg}$