

HVERDAGSFYSIK

Stiger trykket i en
rystet sodavand?

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 be- eller afkræfte din hypotese
3. Udføre eksperimentet og opsamle data
4. Be- eller afkræfte hypotesen, ud fra en analyse af dine data

Følg punkterne herunder. Går du i stå er der hjælp på side 2, 3 og 4.

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.

Hjælp til observationer

- En uåbnet sodavand, mærkes hård. Hvis den åbnes og lukkes mærkes den blød umiddelbart efter den er lukket.
- Hvis en sodavand åbnes, lukkes, og rystes kraftigt, bliver den hård.
- Trykket opbygges meget langsomt i en lukket flaske, indtil den opnår trykligevægt

Hjælp til hypoteser

Første skridt er, at noget I har observeret, bliver omskrevet til en hypotese. Herunder er et eksempel, på en observation der omdannes til en hypotese, som vi kalder hypotese (1).

Observation	Hypotese	Uafhængig variabel
Ved samme temperatur, vil trykket i en sodavand falde, for hver gang den har været åben	"Ved konstant temperatur, falder trykket i en sodavand lineært, med antallet af gange den åbnes, lukkes, og rystes" (1)	Antal gange den åbnes, lukkes, og rystes
		Afhængig variabel
		Trykket i flasken

Hypotese (1) udtaler sig om en lineær sammenhæng mellem de to variable.

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 er antal gange sodavanden åbnes, lukkes, og rystes, den uafhængige variabel, og gastrykket den afhængige variabel. Den uafhængige variabel, er altså den vi kontrollerer, mens den afhængige er den vi måler.

Hjælp til et eksperiment

Eksempel på beskrivelse

For at teste hypotese (1) måler vi:

- 1) Trykket i den lukkede og rystede sodavand (afhængig variabel).
- 2) Antal gange den har været åbnet, lukket, og rystet (uafhængig variabel).

Vi skal bruge en tryksensor, en tæt forbindelse mellem sodavand og tryksensor, et termometer, og et forsøgsstativ med gribeklo. Hjælp til en nem og tæt forbindelse, finder du i videoen [her](#).

Opsætning

Tryksensor monteres i forsøgsstativet, så den er ca. 20 cm over sodavanden. På den måde mindskes risiko for væske i sensoren. Dataloggeren tilsluttes begge sensorer, og indstilles til 0,5 målinger per sekund.

Udførelse

Dataloggeren startes og holdes kørende under hele eksperimentet. Sodavanden åbnes og herefter ventes fx. 5 sek. Så lukkes sodavanden. Kapslen holdes fast og sodavanden drejes. Dette gøres for at beskytte slange og sensoren fra vrid. Knæk slangen ca. 5 cm over kapslen, og ryst sodavanden i 30 sek. Efter 10 min, åbnes sodavanden, og så gentages processen, ved at åbne sodavanden igen.

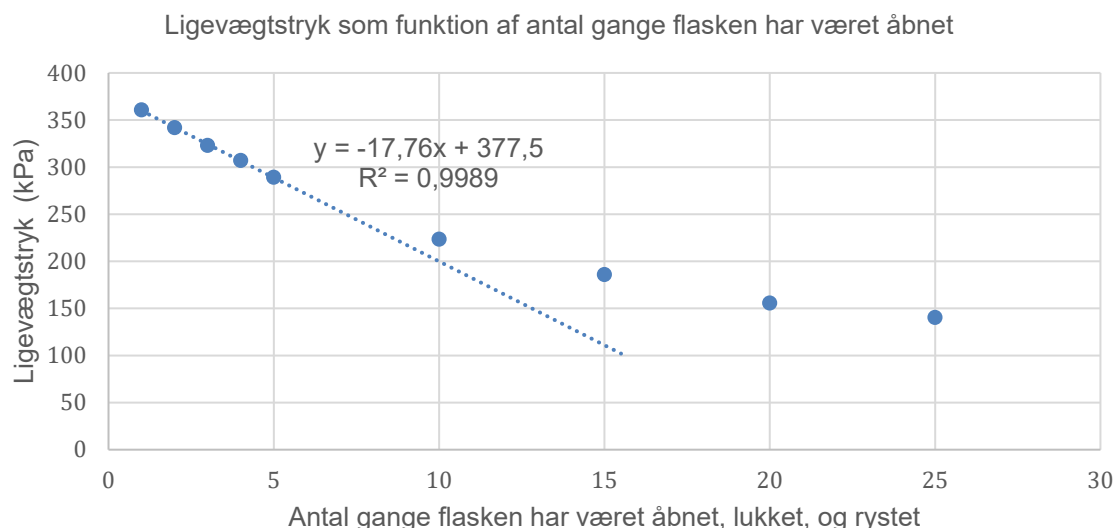
Omgivelsernes lufttryk målt til 101,8 kPa, med kun små udsving. Temperaturen varierede mellem 20,1 °C og 20,8 °C. Vi kan derfor betragte temperatur og lufttryk som konstante. Trykkene i skemaet herunder, er bestemt som middelværdien af trykmålingerne, det sidste minut, inden flasken åbnedes.

Udvalgte ligevægtstryk									
Måling nr.	1	2	3	4	5	10	15	20	25
Tryk (kPa)	360,6	341,8	323,0	307,0	289,1	223,3	185,8	155,6	140,3

Hent data [her](#) fra vores eksperiment (25 gentagelser).

Hjælp til Databehandling

Hypotesen i eksemplet, udtaler sig om en lineær aftagende afhængighed. Herunder testes hypotesen med en lineær regression på de første 5 datapunkter.



Når vi kun tester på de første 5 punkter, kan vi bekræfte hypotesen om den lineært aftagende sammenhæng ($R^2 = 0,9989$). Men ser man på trykmålingerne efter 10, 15, 20 og 25 gange, er det tydeligt at hypotesen ikke kan bekræftes. En forudsigelse den lineære model, er at trykket vil være lig med omgivelsernes lufttryk (ca. 100 kPa), efter ca. 15 gange. Som det ses på grafen, er dette ikke tilfældet. Det er altså vigtigt at undersøge, om en models forudsigelse, er i overensstemmelse med det observerede. Det er altså nødvendigt at finde en ny hypotese, der passer bedre med de observerede data.



Ekstraopgaver

Opgave 1 (B/A-niveau)

Identificér de uafhængige og afhængige variable:

Hypotese	Uafhængig variabel	Afhængig variabel
Trykket i sodavandsflasken vokser, når man øger temperaturen af sodavanden		
Koncentrationen af CO_2 i opløsningen stiger, når partialtrykket af CO_2 i luften hæves		
Partialtrykket af CO_2 ved ligevægt, er afhængig af volumenet af luft over væsken, når flasken er lukket		
Temperaturen af sodavanden ved ligevægt, afhænger af omgivelsernes temperatur		

Opgave 2 (B/A-niveau)

Indholdet af CO_2 i regnvand, ved 15°C og et lufttryk på $101,3\text{ kPa}$, er $0,75 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$. Molarmassen for CO_2 er $0,0440 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$

- Beregn stofmængden af CO_2 i 1 L regnvand ved 15°C og et lufttryk på $101,3\text{ kPa}$.
- Beregn det rumfang den opløste CO_2 i regnvandet ville have, hvis den var på gasform.

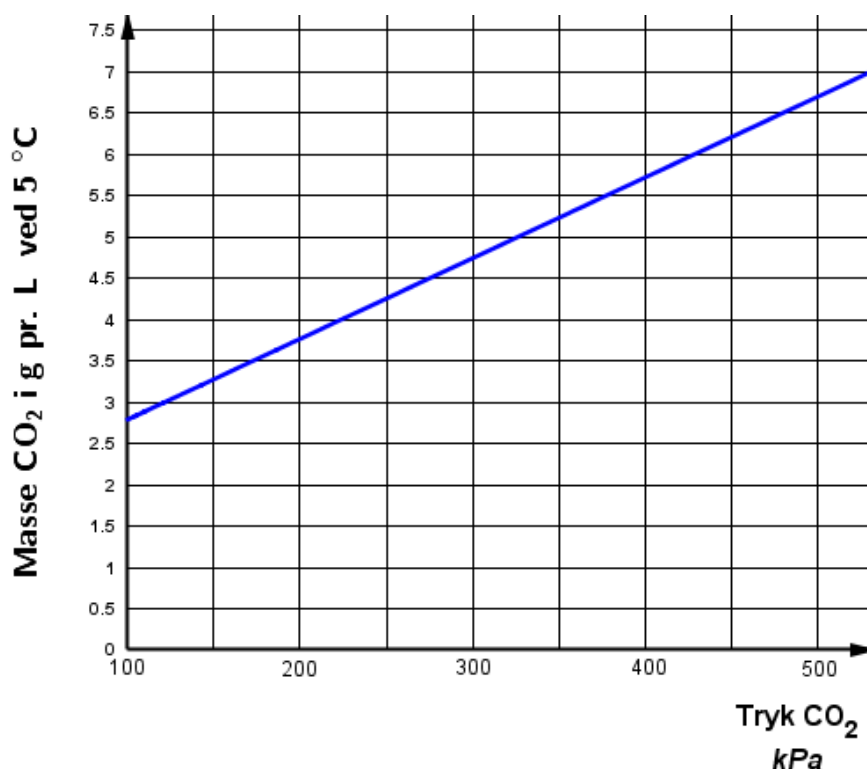
Opgave 3 (B/A-niveau)

I en uåbnet $\frac{1}{2}\text{ L}$ cola, der er 5°C , er trykket af CO_2 over væskeoverfladen, 300 kPa ved trykligevægt. På næste sides graf, ses sammenhængen mellem massen af CO_2 der er opløst i colaen, og ligevægtstrykket ved 5°C .

- Bestem ud fra grafen massen af den CO_2 , der er opløst i colaen.

I flasken er der 20 mL gas over væsken. Antag at gassen udelukkende består af CO_2 .

- Bestem stofmængden af den CO_2 der er på gasform i dette volumen.
- Hvor mange gram CO_2 er der i alt i flasken?



Flasken åbnes, der drikkes 200 mL af colaen, flasken lukkes hurtigt og sættes tilbage i køleskabet, hvor der er 5 °C. Efter et stykke tid er der ligevægt mellem CO₂-trykket over væsken, og den mængde CO₂ der er opløst i væsken. Ligevægtstrykket er nu 200 kPa.

- d) Bestem, ud fra ovenstående graf, massen af den CO₂ der nu er opløst i colaen.
- e) Hvor meget CO₂ er der i alt afgivet som gas, efter flasken er lukket igen (se eventuelt hint e1-e3)
 - e1) Bestem ud fra ovenstående graf, massen af CO₂ i væsken (300 mL)
 - e2) Bestem massen af CO₂ i gassen over væsken (220 mL)
 - e3) Bestem den samlede masse af CO₂ i flasken, og bestem forskellen mellem svaret i spørgsmål c) og den masse du nu har bestemt.

Opgave 4

I en cola er der dannet en lille boble på den indvendige side af flasken. Boblen består udelukkende af CO₂. Diameteren af boblen er 2,0 mm og den befinder sig 0,10 m under væskeoverfladen. Trykket af CO₂ ved væskeoverfladen i colaen er 320 kPa.

Temperaturen i colaen er 5,0 °C og densiteten af colavæsken, er $1,05 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Molarmassen af CO₂ er $0,044 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$.

- a) Beregn trykket i colaen i den dybde boblen befinder sig.
- b) Beregn densiteten af CO₂-boblen.

Colaen åbnes, og trykket på boblens plads falder til 102 kPa. Temperaturen i colaen antages fortsat at være 5 °C.

- c) Beregn, hvor mange gange større volumenet af boblen bliver, når trykket omkring den falder til 102 kPa.
- d) Beregn densiteten af den større boble.
- e) Beregn opdriften på boblen før, og efter, flasken har været åbnet.
- f) Hvorfor stiger boblen ikke op gennem væsken, før flasken åbnes?

Facit

Opgave 1

Uafhængig variabel	Afhængig variabel
Temperaturen af sodavanden	Trykket i sodavandsflasken
Partialtrykket af CO_2 i luften	Koncentrationen af opløst CO_2
Volumenet af luft	Partialtrykket af CO_2 i luften
Omgivelsernes temperatur	Sodavandens temperatur

Opgave 2

- a) 0,017 mol
- b) 0,40 L

Opgave 3

- a) Ca. 2,4 g opløst CO_2
- b) 0,0026 mol
- c) Ca. 2,5 g
- d) Ca. 1,1 g
- e) 0,52g

Opgave 4

- a) 321 kPa
- b) $6,1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 6,1 \frac{\text{g}}{\text{L}}$
- c) 3,1 gange større
- d) $1,9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1,9 \frac{\text{g}}{\text{L}}$
- e) $43 \mu\text{N}$ og $136 \mu\text{N}$
- f) Adhæsion (intermolekylære kræfter mellem CO_2 og flaskens inderside, der fastholder boblen)

Formler og sammenhænge

Symbol/Formel	Beskrivelse	Enhed
$t, \Delta t$	Tid og tidsrum	s
T	Kelvintemperatur	K
t	Celsiustemperatur	°C
m	Masse	kg
M	Molarmasse	$\frac{\text{g}}{\text{mol}}$
n	Stofmængde	mol
$m = n \cdot M$	Massen af en stofmængde n med molarmassen M	
p	Tryk	Pa
V	Volumen	m ³
R	Gaskonstanten $R = 8,31447 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$	
$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$	Idealgasloven	
p_{samlet}	Daltons lov: Det samlede tryk i en blanding af gasser, er lig med summen af de enkelte gassers tryk $p_1, p_2, p_3, \dots$ $p_{\text{samlet}} = p_1 + p_2 + p_3 + \dots$	Pa
ρ	Densitet/Massefylde $\rho = \frac{m}{V}$, for en idealgas $\rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$