

# HVERDAGSFYSIK

## Hvorfor binder fryseren?

Forfatter: Jens Christian Hansen

Redaktør: Søren Storm

Korrekturlæst og faktatjekket af:

Vibeke Axelsen (Egaa gymnasium)

Kim Vedel Pedersen (Nørre Gymnasium)

Støttet af: **novo nordisk fonden**

## Hej elever!

I jeres undersøgelse skal I:

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

Følg punkterne herunder. Der er hjælp på side 2 og 3.

### 1. Hypotesen

Gå sammen i grupper. Skriv en observation ned i kassen. Opstil en hypotese der forklarer observationen. Bestem den uafhængige og den afhængige variabel i din hypotese.

Observation	Hypotese	Uafhængig variabel
<i>(Der er hjælp på side 2)</i>		
		Afhængig variabel

### 2. Eksperimentet

Kort beskrivelse af jeres eksperiment
<i>(Der er hjælp på side 3)</i>

### 3. Opstil og udfør eksperimentet

Nu kan I udføre eksperimentet. Lav et skema til dataene, så det passer til eksperimentet. Tjek efter at der kun er 2 variable i spil: Den afhængige og den uafhængige. Når I har opsamlet data, kan I gå videre til punkt 4. Der er hjælp på side 3.

### 4. Databehandling

Ved en analyse af data, vurderer I om hypotesen kan be- eller afkræftes. Der er hjælp på side 3

## Eksempler på observationer

- Fryseren binder tilsyneladende mindre, når der er skuffer i
- Fryseren bliver lettere at åbne, jo længere tid man venter med at åbne fryserdøren
- Fryseren er en lidt ældre fryser

## 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
Lufttrykket falder i fryseren når døren lukkes	I et kort tidsrum efter fryserdøren er lukket, falder trykket lineært med tiden (1)	Tiden
		Afhængig variabel
		Lufttrykket

Bemærk her at hypotesen (1) beskriver en matematisk sammenhæng mellem tiden og lufttrykket.

## 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 tiden den uafhængige variabel og lufttrykket 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 hypotesen (1) måler vi:

- 1) Lufttrykket (den afhængige variabel)
- 2) Tiden (den uafhængige variabel)

Vi skal bruge en datalogger, en tryksensor og en fryser.

For at sikre variabelkontrol, kan man måle fryserens temperatur.

Tryksensoren placeres i fryseren. Dataopsamling startes. Fryseren lukkes.

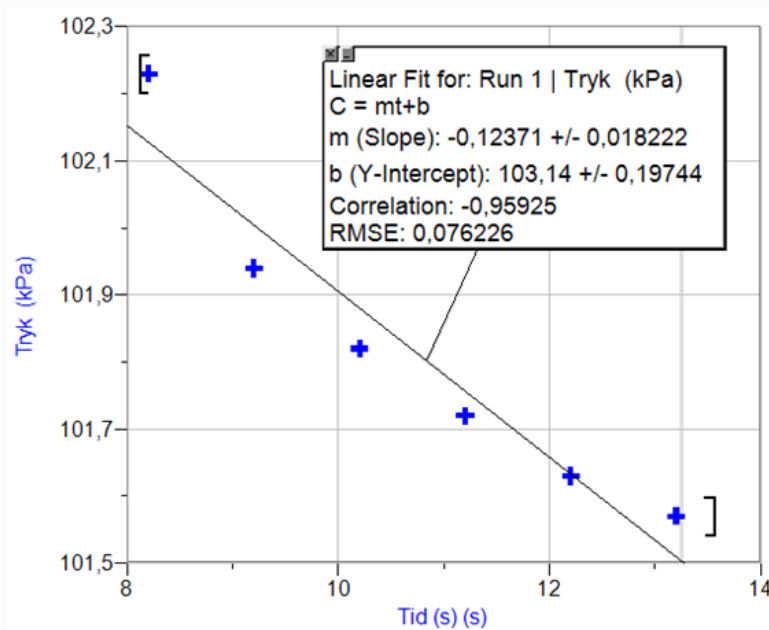
Trykdata udvælges med faste tidsintervaller fra den del af datasættet, hvor trykket falder.

Eksempel på et forsøgsskema, hvor data er udvalgt med 1 sekunds mellemrum, fra [datasættet her](#).

Tid (s)	8,2	9,2	10,2	11,2	12,2	13,2
Lufttrykket (kPa)	102,23	101,94	101,82	101,72	101,63	101,57

## Hjælp til databehandling

Kan hypotesen (1) be- eller afkræftes ud fra vores data? Vi tager udgangspunkt i dataene i hjælpen ovenfor. Hypotesen i eksemplet udtaler sig om en lineær aftagende afhængighed. Vi laver derfor en regression med funktionen  $y = a \cdot x + b$ , hvor  $a < 0$ , på datasættet. Ud fra denne regression vurderes om hypotesen kan be- eller afkræftes. Forklaringsgraden på regressionen er  $R^2 \sim 0,92$ , og da det er tydeligt, at de målte punkter passer dårligt til regressionslinjen, afkræftes hypotesen.



## Hjælp til målinger ved hjemmeundervisning

Har du ikke adgang til sensorer, kan du eventuelt arbejde med [datasættet her](#).



## Ekstraopgaver

### Opgave 1 (C/B/A)

Hypotese	Afhængig variabel	Uafhængig variabel
Størrelsen af den kraft man skal bruge på at åbne lågen bliver mindre når temperaturen i fryseren stiger		
Kraften man skal bruge på at åbne lågen, er afhængig af den relative luftfugtighed i fryseren		
Når en fryser har stået åben længe, vil kraften man skal bruge på at åbne den, være mindre end hvis fryseren kun er kortvarigt åben		

### Opgave 2 (B/A)

Døren til en fryser eller køleskab kan også binde, selvom den har været lukket i lang tid.

- a) Giv en mulig fysisk forklaring på dette.

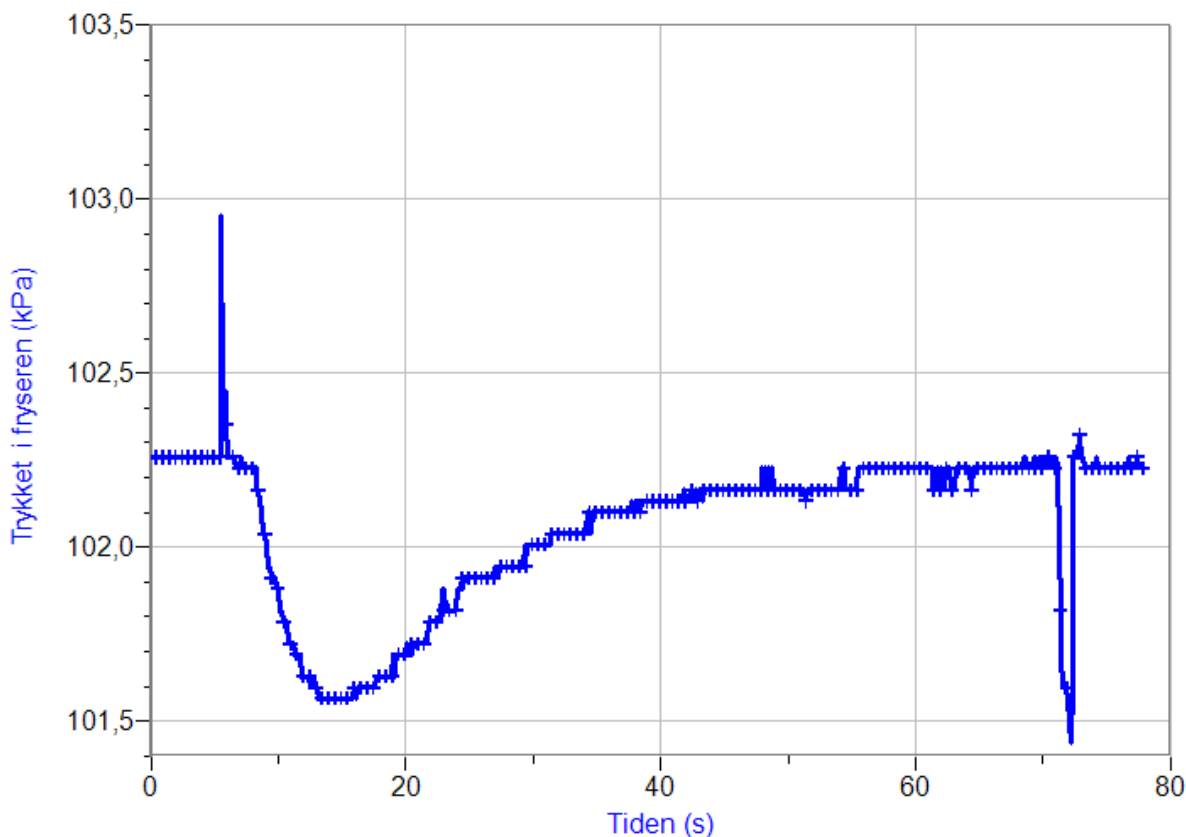
### Opgave 3 (B/A)

- a) Giv en forklaring på hvorfor trykket i en fryser 30 s – 60 s efter at fryserdøren er lukket, er det samme som i det lokale hvor fryseren står.



## Opgave 4 (B/A)

En trykmåler aktiveres til måling og placeres derefter i en fryser hvor fryserdøren er åben. Efter kort tid lukkes fryserdøren. Nedenstående graf viser resultatet af målingen.



- Vurdér hvad trykket er i fryseren, og i lokalet hvor fryseren står, inden døren lukkes.
- Forklar, hvordan du ud fra grafen kan se at fryserdøren lukkes.
- Bestem, så præcist som muligt, den største trykforskel der opnås mellem luften i fryseren og lokalet
- Hvor lang tid går der ca. fra døren lukkes, til den igen kan åbnes uden at binde "alt for meget"?

Fryserens dør er 0,60 m gange 0,80 m. Fryseren åbnes ved at bruge et håndtag langs den side af døren, der er modsat hængslerne. Magnetlukningen på døren gør, at selv når fryseren har været lukket lang tid, skal håndtaget påvirkes med en kraft på 25 N for at åbne døren.

Trykforskellen giver anledning til en kraft på døren.

- Når trykforskellen er størst, hvor stor er så den kraft, som denne trykforskel giver anledning til, og hvor er denne krafts angrebspunkt.
- Vurder, hvor stor kraften skal være på dørhåndtaget, for at åbne døren, når trykforskellen er størst. (Hint: "Kraftmoment". Hjælp til dette i teori hæftet)

**Opgave 5 (HTX B/A)**

Den relative luftfugtighed i et køkken er 45%, temperaturen er 22 °C og lufttrykket er 101,3 kPa. Døren åbnes på en 200 L fryser. Det antages at 50 L af den kolde luft i fryseren, udskiftes med varm luft fra køkkenet. Temperaturen i fryseren er −18 °C. Det antages at fryserlågen slutter helt tæt.

**Teoretiske forudsætninger**

$$p_{\text{luft}} = p_{\text{tør luft}} + p_{\text{damptryk}}$$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$m = n \cdot M$$

$$RF\% = \frac{p_{\text{damptryk}}}{p_{\text{mættet damptryk}}} \cdot 100$$

**Klik på grafen** herunder for at hente en stor version, der viser sammenhængen mellem mættet vanddamps tryk og temperaturen.



- Bestem, ud fra grafen, mættet vanddamps tryk ved 22 °C. Bestem derefter vanddampens tryk ved 22 °C når RF=45%
- Bestem, ud fra dit svar i a) og grafen, ved hvilken temperatur dugpunktet (fortætningen) af vanddampen begynder i de 50 L udskiftede luft?
- Aflæs så præcist som muligt mættet damps tryk ved −18 °C
- Begrund, at den relative fugtighed i fryseren må være 100%
- Bestem massen af den rim der er dannet i fryseren, når den udskiftede luft er afkølet til −18 °C.

# Facit

## Opgave 1

Afhængig	Uafhængig
Kraften	Temperaturen
Kraften	Relativ luftfugtighed
Kraften	Tiden fryserdøren har været åben

## Opgave 2

De fleste køleskabe og skabsfrysere har en magnetisk lukning. Magneterne er placeret under gummipakningen på døren.

## Opgave 3

a) Trykforskellen gør, at der 'suges' luft ind fra omgivelserne fx ved lågens gummipakning.

## Opgave 4

- a)  $\sim 102,25$  kPa  
 b) Trykket i fryseren stiger til ca. 102,95 kPa. Dørlukningen presser luft ind i fryseren så der kommer en kortvarig trykstigning.  
 c)  $\Delta p \cong 0,70$  kPa  
 d) Omkring 50 s. Så er trykket i fryseren tæt på omgivelsernes tryk.  
 e)  $F = \Delta p \cdot A$ ,  $F = 3,36 \cdot 10^2$  N. Under forudsætning af at trykforskellen er jævnt fordelt over døren, vil kraftens angrebepunkt være midt på døren (diagonalernes skæringspunkt).  
 f)  $M = 0,30$  m  $\cdot 3,36 \cdot 10^2$  N =  $1,01 \cdot 10^2$  Nm.  $F = \frac{1,01 \cdot 10^2 \text{ Nm}}{0,60 \text{ m}} \cong 1,70 \cdot 10^2$  N. Men da døren også binder pga. magnetlukningen, vil den nødvendige kraft være større.  
 $F_{dør} \geq 1,7 \cdot 10^2$  N + 25 N  $\cong 2,0 \cdot 10^2$  N

## Opgave 5

- a)  $p_m = 2,6$  kPa  $p_{45\%} \cong 1,2$  kPa  
 b) Ved 9,5 °C  
 c) 0,18 kPa  
 d) Efter at dugpunktet er nået, vil der ved videre afkøling være mættet vanddamp i fryseren og dermed RF=100%  
 e) 0,12 g vanddamp er omdannet til rim. (regn med stofmængde (antal mol) ude og inde)



## FORMLER

SYMBOL / FORMEL	BESKRIVELSE	ENHED
$T$	Temperaturen i kelvin	K
$t$	Temperaturen i celsius	°C
$T = \frac{K}{^{\circ}C} \cdot t + 273,15 K$	Omregning fra celsius til kelvin	
$V$	Rumfang/Volumen	m <sup>3</sup>
$A$	Areal	m <sup>2</sup>
$F$	Kraft	N
$p$	Tryk: $p = \frac{F}{A}$	Pa = $\frac{N}{m^2}$
$n$	Stofmængde (antal mol)	mol
$R$	Gaskonstanten: $R = 8,3145 \frac{J}{mol \cdot K}$	
$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$	Idealgasloven. En gas der opfylder den viste lov, kaldes en idealgas.	
$p_{samlet}$	Daltons lov: Det samlede tryk i en blandingsgas er lig med summen af de enkelte gassers tryk $p_{samlet} = p_1 + p_2 + p_3 + \dots$	Pa
$m$	Masse	kg
$\rho$	Densitet/Massefylde: $\rho = \frac{m}{V}$	$\frac{kg}{m^3}$
$M$	Molarmasse	$\frac{g}{mol}$
$m = n \cdot M$	Kendes stofmængden $n$ og molarmassen $M$ kan massen af det pågældende stof beregnes.	
$\rho = \frac{M \cdot p}{R \cdot T}$	Densitet for en idealgas	$\frac{kg}{mol}$
$M$	Kraftmoment	Nm
$RF$	Den relative luftfugtighed $RF = \frac{p_{vanddamp}}{p_{mættet vanddamp}}$ Angives i procent	