

# Om temperaturskalaer

Gennem næsten 300 år har man fastlagt temperaturskalaen ud fra isens smeltepunkt (=vands frysepunkt) og vands kogepunkt. Den ældste temperaturskala, der baseres på disse fixpunkter, er Ole Rømers temperaturskala fra 1692. De tre almindeligt kendte, "gamle" temperaturskalaer er Fahrenheit-skalaen, Celcius-skalaen og Reamur-skalaen. Den nyeste temperaturskala er Kelvin-skalaen.

	Rømer	Fahrenheit	Reamur	Celcius	Kelvin
Det absolutte nulpunkt				-273	0
Isens smeltepunkt	7,5	32	0	0	273
Vands kogepunkt	60	212	80	100	373

## Eksempel 1

"Stuetemperatur" sættes ofte til 20°C. Det svarer til  $20+273K=293K$ .

Bemærk, at **man bruger gradtegnet ° til temperaturer på Celsius-skalaen, men ikke på Kelvin-skalaen.**

## Eksempel 2

Vand opvarmes fra stuetemperatur til 60°C. Så er temperaturstigningen  $\Delta t = 60^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 40^\circ\text{C}$

Hvis man i stedet regner i Kelvin, ser regnestykket således ud:

Vandet opvarmes til  $60+273K=333K$ , og så bliver temperaturstigningen  $\Delta T = 333K - 293K = 40K$ .

Bemærk, at **en temperaturstigning i °C og i Kelvin giver samme talværdi.**

# Omregning mellem forskellige temperaturskalaer

I det følgende finder vi de formler, der skal bruges ved omregning mellem Kelvin- og Celcius-skalaerne, og mellem Celcius- og Fahrenheit-skalaerne.

## Celcius til Kelvin

Det er faktisk eksempel 1 herover:

"Stuetemperatur" sættes ofte til 20°C. Det svarer til  $20+273K=293K$

sagt med ord:

Kelvin-temperaturen er lig med celcius-temperaturen plus 273

Formlen for omregning af Celcius-temperaturen c til Kelvin-temperaturen T bliver tilsvarende

$$T = c + 273K \quad (1)$$

## Kelvin til Celcius

Vi finder formelen ved at gå ud fra formelen for omregning fra Celcius til Kelvin

$$T = c + 273 \quad \Leftrightarrow \quad c = T - 273^\circ\text{C} \quad (2)$$

Sagt med ord:

Celcius-temperaturen er lig med Kelvin-temperaturen minus 273

## Celcius til Fahrenheit

### Eksempel 3

Omregning af stuetemperaturen 20°C til Fahrenheit. Det gør vi således:

20°C er 20/100 af forskellen på "fixpunkt-temperaturene" 0°C og 100°C. På Fahrenheit-skalaen skal vi tilsvarende "op" til 20/100 af forskellen på "fixpunkt-temperaturene" 32°F og 212°F. Og så skal vi huske, at Fahrenheit-skalaens nulpunkt ligger 32°F lavere, så dette tal skal lægges til. Alt i alt får vi

$$\text{Stuetemperatur i } ^\circ\text{F} = \frac{20}{100} \cdot (212^\circ\text{F} - 32^\circ\text{F}) + 32^\circ\text{F} = 20 \cdot \frac{180}{100} ^\circ\text{F} + 32^\circ\text{F} = 68^\circ\text{F}$$

Formlen for omregning af Celcius-temperaturen c til Fahrenheit-temperaturen f bliver tilsvarende

$$f = c \cdot \frac{180}{100} ^\circ\text{F} + 32^\circ\text{F} \quad \text{som kan omskrives til} \quad f = c \cdot \frac{9^\circ\text{F}}{5^\circ\text{C}} + 32^\circ\text{F} \quad (3)$$

## Fahrenheit til Celcius

### Eksempel 4

Omregning af Fahrenheit-temperaturen 100°F til Celcius. Det gør vi således:

Vi starter med at se på, hvor 100°F "ligger" i forhold til fixpunktet "isens smeltepunkt", der jo er 32°F, og finder, at temperaturen 100°F ligger  $100^\circ\text{F} - 32^\circ\text{F} = 68^\circ\text{F}$  over fixpunktet. Det betyder, at vi skal "op" til  $68/180$  af forskellen på "fixpunkt-temperaturene"  $32^\circ\text{F}$  og  $212^\circ\text{F}$ . På Celcius-skalaen skal vi tilsvarende "op" til  $68/180$  af forskellen på "fixpunkt-temperaturene"  $0^\circ\text{C}$  og  $100^\circ\text{C}$ . Alt i alt får vi

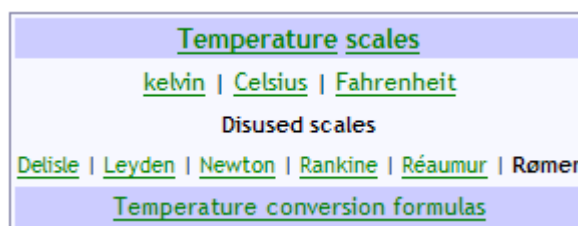
$$\text{temperatur i } ^\circ\text{C} = \frac{(100^\circ\text{F} - 32^\circ\text{F})}{180} \cdot 100^\circ\text{C} = 37,77^\circ\text{C}$$

Formlen for omregning af Fahrenheit-temperaturen  $f$  til Celcius-temperaturen  $c$  bliver tilsvarende

$$c = \frac{(f - 32^\circ\text{F})}{180^\circ\text{F}} \cdot 100^\circ\text{C} = (f - 32^\circ\text{F}) \frac{100^\circ\text{C}}{180^\circ\text{F}} \quad \text{som kan omskrives til} \quad c = (f - 32^\circ\text{F}) \frac{5^\circ\text{C}}{9^\circ\text{F}} \quad (4)$$

## Om opdagerne/opfinderne

Teksten herunder er baseret på tekster på Orbit-CD og på [www.answers.com](http://www.answers.com). Skriv fx Rømer scale i søgefeltet, så kommer der en tekst om Rømer. Og Nederst er der en box med links til de øvrige opdagere, til temperaturskalaerne og til konvertering fra en temperaturskala til en anden.



### Ole Rømer, 1644-1710

Ole Rømer, der som videnskabsmand nok er bedst kendt for sin opdagelse af "lysets tøven", altså at lys udbreder sig med en konstant fart - konstruerede også termometre og var den første, der benyttede vands frysepunkt og vands kogepunkt som fixpunkter.

I 1692 konstruerede han en temperaturskala, hvor han satte vands frysepunkt til 7,5 grader og vands kogepunkt til 60 grader, og i 1702 fremstillede han termometre med denne skala, hvor han brugte en blanding af vand og alkohol som termometer-væske.

Rømer fortalte imidlertid ikke nogen om sin opfindelse, og da Fahrenheit i 1708 var i København og besøgte Rømers laboratorium, så han Rømers termometre og blev inspireret til selv at konstruere et termometer efter samme princip, men Fahrenheit brugte kviksølv som termometer-væske. Det blev Fahrenheits kviksølv-termometre, der blev kendt, og derfor fik Fahrenheit – lidt uberettiget – æren for at være den første, der konstruerede et termometer med vands fryse- og kogepunkter som fixpunkter.

### Gabriel Daniel Fahrenheit, 1686-1736

Fahrenheit konstruerede omkring 1714 en temperaturskala, som i dag bærer hans navn. Som den første benyttede Fahrenheit kviksølvtermometre i stedet for sprittermometre. Som det ene af de to fixpunkter for skalaen benyttede han temperaturen i en kuldeblanding af is, vand og kogesalt, hvor temperaturen blev fastsat til  $0^\circ\text{F}$ , og som det andet benyttede han temperaturen i munden på en sund og rask person. Temperatur her blev sat til  $96^\circ\text{F}$ . På denne måde er vands frysepunkt blevet  $32^\circ\text{F}$  og vands kogepunkt  $212^\circ\text{F}$ . Senere benyttede han vands frysepunkt og vands kogepunkt som de to fixpunkter.

### René Antoine Ferchault de Réaumur, 1683–1757

Fransk fysiker, der opfandt et alkohol-termometer i 1731. Han har også lagt navn til Réaumur-temperaturskalaen, hvor vands frysepunkt er  $0^\circ\text{R}$  og vands kogepunkt er  $80^\circ\text{R}$ .

### Anders Celsius, 1701-1744

Svensk astronom, født i Uppsala, hvor han i 1730 blev professor i astronomi. Celsius konstruerede i 1742 en temperaturskala, hvor vands kogepunkt var  $0^\circ\text{C}$  og vands smeltepunkt  $100^\circ\text{C}$ . Først 6 år efter Celsius' død blev der byttet om på de to fixpunkter, så de svarer til dem, vi anvender i dag.

### Lord Kelvin (William Thomson), 1824-1907

Kelvin udviklede dele af den kinetiske molekylteori og varmeteoriens anden hovedsætning. Det førte til, at Kelvin foreslog indførelse af den absolutte temperaturskala. Han foretog også en bestemmelse af det absolutte nulpunkt.

## Om det absolutte nulpunkt og luftarternes tilstandsligning

Kelvin-skalaen har blandt andet sin store berettigelse i forbindelse med luftarternes tilstandsligning

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (5)$$

der gælder for en indespærret gas, hvor trykket er  $p$ , volumen er  $V$ , stofmængden er  $n$  og temperaturen er  $T$  (målt i Kelvin!).  $R$  er en konstant, gaskonstanten, der har værdien  $R=0,0823 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ , når man måler volumen i Liter, tryk i atmosfærer, stofmængde i mol og temperatur i Kelvin.

Eksempel 5:

Bestem volumen af 1 mol af en gas ved stuetemperatur og trykket 1 atm.

Løsning: Vi indsætter alle de kendte størrelser i formlen, og omskriver

$$1 \text{ atm} \cdot V = 1 \text{ mol} \cdot 0,0823 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \cdot 293 \text{ K} \Leftrightarrow V = \frac{1 \text{ mol} \cdot 0,0823 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \cdot 293 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 24,11 \text{ L} \approx 24 \text{ L}$$

Opgave 1:

Bestem volumen af 1 mol af en gas ved  $0^\circ\text{C}$

Start på løsning:

$$1 \text{ atm} \cdot V = 1 \text{ mol} \cdot 0,0823 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \cdot \text{K} \Leftrightarrow V = \frac{1 \text{ mol} \cdot 0,0823 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \cdot \text{K}}{1 \text{ atm}} = \text{L} \approx \text{L}$$

Opgave 2:

Bestem volumen af 1 mol af en gas ved  $100^\circ\text{C}$

Løsning:

Opgave 3

Giv en forklaring på advarselsskiltet "Trykflasker fjernes ved brand".

