

HVERDAGSFYSIK

Sodavandskøling i våde sokker

Forfatter: Jens Christian Hansen

Redaktør: Søren Storm

Korrekturlæst og faktatjekket af:

Vibeke Axelsen (Egaa gymnasium)

Kim Vedel Pedersen (Nørre Gymnasium)

Margit From

Støttet af: **novo nordisk fonden**

Indholdsfortegnelse

Varmeteorien 1. hovedsætning.....	1
Smeltevarme og fordampningsvarme.....	2
Temperaturbegrebet.....	2
Eksempel: Energi ved opvarmning af vand.....	3
Eksempel: Fordampningsvarme.....	3
Luftfugtighed.....	3

Varmeteorien 1. hovedsætning

Ændringen i et stofs indre energi E_i , er givet ved varmeteriens 1. hovedsætning.

$$\Delta E_i = Q + A \quad (1)$$

hvor Q er den tilførte varmeenergi, og A er arbejdet, der er udført på systemet. Hvis ΔE_i er negativ, kan det skyldes at enten Q eller A , eller begge er negative. I de tilfælde vil systemet afgive varmeenergi ($Q < 0$) eller udføre et arbejde på omgivelserne ($A < 0$).

Hvis et stof enten er på fast form eller væskeform, vil ændringen i stoffets indre energi, være lig med den tilførte eller afgivne varmeenergi Q . Det skyldes, at faste stoffer og væskers rumfang V , kun ændres meget lidt ved opvarmning og afkøling ($\Delta V \approx 0$). Dermed er det arbejde A , der udføres af systemet på omgivelserne, eller af omgivelserne på systemet, minimalt. Altså er $A \approx 0$. Derfor kan vi skrive (1) som

$$\Delta E_i = Q \quad (2)$$

Når der tilføres varmeenergi til et stof, hvor hele stoffet er i samme fase, vil temperaturen stige. Omvendt vil temperaturen falde, hvis stoffet afgiver varmeenergi. Der gælder, at ændringen i stoffets temperatur ΔT , er ligefrem proportional, med den tilførte eller afgivne varmeenergi:

$$Q = C \cdot \Delta T \quad (3)$$

Konstanten C , kaldes for stoffets *varmekapacitet*. Enheden for C er $\frac{\text{J}}{\text{K}}$, men kan også angives i enheden $\frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$. Varmekapaciteten afhænger af massen af stoffet, og derfor defineres *den specifikke varmekapacitet* c (også kaldet varmfylde) ved:

$$c = \frac{C}{m} \quad (4)$$

Enheden for c er $\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ eller $\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$.

Huskeregul:

Den specifikke varmekapacitet for et stof, er lig med den energi i J, der skal tilføres 1 kg stof, for at temperaturen stiger 1 grad (K eller °C). Indsættes (4) i (3) fås

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

På grund af (2) gælder der for faste stoffer og væsker at ovenstående formel også kan skrives

$$\Delta E_i = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Smeltevarme og fordampningsvarme

For at et stof kan skifte fase, fx fra fast form til væskeform eller fra væskeform til gasform, skal der tilføres energi. Når et stof skifter fase, er der to ting, der er vigtige at huske:

- Temperaturen er konstant, indtil alt stoffet har skiftet fase
- Den energi, der skal tilføres, er ligefrem proportional med massen af stoffet

På baggrund af ovenstående, defineres den specifikke smeltevarme L_s og den specifikke fordampningsvarme L_f ved:

$$Q = L_s \cdot m \quad \text{og} \quad Q = L_f \cdot m$$

hvor Q er den energi, der skal tilføres, for at stoffet skifter fase. Enheden for L_s og L_f er $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$

Temperaturbegrebet

I fysik arbejder man overvejende med to temperaturskalaer: Celsius-skalaen og kelvin-skalaen. SI-enheden for temperatur er K (kelvin), men af praktiske grunde benyttes næsten udelukkende celsius-skalaen °C, når der tales om eller angives en temperatur.

Celsius-skalaen: Lineær skala, hvor 0 °C og 100 °C, er fastlagt ud fra hhv. vands fryse- og kogepunkt ved 1 atmosfæres tryk.

Kelvin-skalaen: Kelvinskalaens nulpunkt, er fastlagt ved den fysiske tilstand i et stof, hvor stoffets molekylers bevægelsesenergi er 0 J. Kelvinskalaen er en lineær skala, hvor 273,15 K og 373,15 K, er fastlagt ud fra hhv. vands fryse- og kogepunkt, ved 1 atmosfæres tryk.

For begge temperaturskalaer, svarer 1°C eller 1 K til $\frac{1}{100}$ af den temperaturstigning, som fås ved opvarmning fra vands frysepunkt til vands kogepunkt, ved 1 atmosfæres tryk (101,3 kPa).

Omregning mellem de to temperaturskalaer:

Fra kelvin (T) til, celsius (t): $t = \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{K}} \cdot T - 273,15 \text{ } ^{\circ}\text{C}$

Fra celsius (t) til kelvin (T): $T = \frac{\text{K}}{^{\circ}\text{C}} \cdot t + 273,15 \text{ K}$

Eksempel: Energi ved opvarmning af vand

Vands specifikke varmekapacitet er $4,18 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$

I en elektrisk varmtvandsbeholder, opvarmes 200 L vand fra temperaturen $10,5 ^\circ\text{C}$ til $55,0 ^\circ\text{C}$. Hvor meget energi tilføres vandet ved denne temperaturstigning?

Densiteten af vand er $1,00 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, så de 200 L = $0,200 \text{ m}^3$ svarer til 200 kg.

$$Q = 200 \text{ kg} \cdot 4,18 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (55,0 ^\circ\text{C} - 10,5 ^\circ\text{C}) = 37,2020 \text{ MJ} \cong 37,2 \text{ MJ}$$

Ved opvarmningen er der et tab, så kun 92% af den elektriske energi, omsættes til varmeenergi i vandet. Den elektriske energi E_{el} der skal tilføres for at opvarme vandet er derfor

$$E_{el} = \frac{37,2020 \text{ MJ}}{0,92} = 40,4337 \text{ MJ} \cong 40 \text{ MJ} \text{ eller ca. } 11 \text{ kWh}$$

Eksempel: Fordampningsvarme

I dette eksempel, undersøger vi hvor meget energi, det koster at tørre en sok. En nyvasket sok indeholder 3,0 g vand og har temperaturen $12 ^\circ\text{C}$ når den tages ud af vaskemaskinen. Sokken hænges til tørre i et tørrerum, hvor temperaturen er $28 ^\circ\text{C}$.

I intervallet fra $12 ^\circ\text{C}$ til $28 ^\circ\text{C}$ er vands fordampningsvarme i gennemsnit $2,46 \cdot 10^3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$. For at fordampe vandet i sokken, skal der derfor tilføres energien:

$$Q_{ford.} = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 2,46 \cdot 10^3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cong 7,4 \text{ kJ}$$

Luftfugtighed

Atmosfærisk luft, kan indeholde vanddamp. Den mængde vanddamp luft kan indeholde afhænger af temperaturen. Men der er en grænse for hvor meget vanddamp luft kan indeholde ved en given temperatur. Ved denne øvre grænse for mængden af vanddamp siger man, at luften er mættet med vanddamp. Vanddampen i luft yder et tryk, så hvis lufttrykket måles, vil det altid være det samlede tryk af vanddampen og den tørre luft (loven om partialtryk/Daltons lov)

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

Luftfugtigheden angives typisk i *den relative fugtighed* (RF) som er forholdet mellem det tryk vanddampen yder og det tryk mættet vanddamp yder ved samme temperatur.

$$RF = \frac{p_{damptryk}}{p_{mættet \text{ damptryk}}}$$

RF angives altid i % og ikke i decimaltal.