

Kap 9 – Termofysikk:

1. Hva er temperaturen til et stoff egentlig et mål på, og hvorfor er det vanskelig å snakke om temperaturen i vakuum?

Temperatur er et mål for den gjennomsnittlige kinetiske energi for molekylene i en gass. Vakuum (det teoretiske vakuum) har ingen molekyler å måle kinetisk energi på.

2. Hvilke former for indre energi finnes?

Kinetisk (vibrasjon, rotasjon og translasjon) og potensiell (energi i faseoverganger og kjemisk reaksjonsenergi)

3. Et system tilføres indre energi ved at det utføres et arbeid på det.

- a. Skriv opp termodynamikkens første lov og forklar hvordan fortegnene er definert.

$\Delta U = Q + W$. ΔU positiv når indre energi i systemet øker, Q positiv når varme blir tilført systemet og W positiv når det blir utført et arbeid fra omgivelsene på systemet.

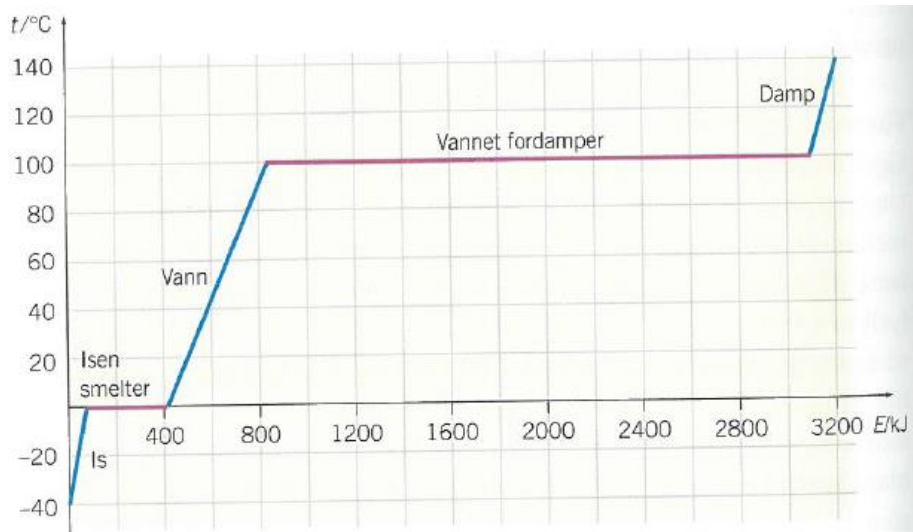
- b. Arbeidet som gjøres på systemet er 200J mens systemets indre energi øker med 50J. Hvor stor er da varmeenergien, og blir den ført inn eller ut av systemet?

$Q = \Delta U - W = -150\text{J}$. En varmeenergi på 150J blir ført ut av systemet.

4. Hva er spesielt med en adiabatisk prosess?

Proessen er varmeisolerert, slik at $Q = 0$. Fører til $\Delta U = W$. Selv om det ikke blir ført varmeenergi inn eller ut av systemet kan temperaturen fortsatt endre seg!

5. Under vises en figur av hvordan temperaturen til 1kg vann endres under tilførsel av energi. Bruk figuren til å gjøre overslag på oppgavene under.



- a. Hvor mye energi kreves for å koke 1kg vann? (Fra væskefase ved 100°C til gassfase ved 100°C)

$$E = 3100\text{kJ} - 800\text{kJ} = 2300\text{kJ}$$

- b. Sammenhengen mellom temperaturøkningen, ΔT , og tilført varmeenergi, Q , i væskefasen kan skrives som:

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

der m er massen til vannet og c_v er varmekapasiteten til vann.

Beregn varmekapasiteten til vann utfra figuren.

For å få det beste overslaget ser vi helt fra 0°C til 100°C. Merk at en forskjell på 100°C er det samme som en forskjell på 100K!

$$c_v = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} = \frac{400\text{kJ}}{1\text{kg} \cdot 100\text{K}} = 4\text{kJ}/(\text{kg K})$$

som passer greit med 4.18kJ/(kg K) som dere sikkert kan finne i fysikktabellen deres.

6. Hvorfor går det greit å oppholde seg i en badstue med lufttemperatur på over 90°C mens man får brannskader av å stikke hånden i en gryte med vann på rundt samme temperatur?

Her kan det være en del faktorer som spiller inn. Den viktigste lærdommen er at varme og temperatur ikke er det samme, selv om de er tett knyttet. Enhver fornuftig diskusjon rundt dette er derfor premiert.

Varmekapasitet kan fortelle oss hvor mye (varme)energi stoffet inneholder ved en temperatur, og spiller derfor en stor rolle dersom vi vet at temperaturen synker. Den sier

i midlertidig ikke hvor raskt temperaturen vil synke eller hvor raskt varmeenergi blir overført. Tettheten til et stoff kan være et bedre mål på hvor raskt varmen blir overført, siden jo høyere tettheten er, jo flere molekyler vil kolliderer med huden din og på den måten overføre varmeenergi.

Det er derimot naturlig at jo høyere tettheten til et stoff er, jo vanskeligere er det å få opp den kinetiske energien (og dermed temperaturen) til molekylene da de oftere kolliderer med hverandre. Derfor vil tetthet og varmekapasitet være nært knyttet opp mot hverandre, og sammen med andre faktorer gjøre at dette er et komplekst problem.

Kap 10 – Astrofysikk:

7. Stjernen «Ross 248» har en parallakse på $p = 0.0000880^\circ$.

a. Hvor langt er det til denne stjernen?

Se figur s. 269.

$$d = \frac{R}{\sin p} = \frac{1.496 \cdot 10^{11} \text{ m}}{\sin(0.0000880^\circ)} = 9.74 \cdot 10^{16} \text{ m} = 10.3 \text{ lysår}$$

b. Hvorfor kan parallakse-metoden bare benyttes til stjerner som ligger nær vårt solsystem?

Vinkelen p blir så liten at det blir høy usikkerhet i målingene. I tillegg trenger man stjerner i bakgrunnen å «sikte på» slik at man har en parallell akse og måle utfra.

8. Hva er en Planck-kurve og beskriv to måter en Planck-kurve kan gi oss informasjon om en stjerne.

En Planck-kurve oppstår når man måler strålingen fra en stjerne og registrerer innstrålingstettheten per bølglengde langs den ene aksene og bølglengde langs den andre.

Bølglengden som gir høyest innstrålingstetthet gir oss informasjon om overflatetemperaturen til stjernen gjennom Wiens forskyvningslov.

I tillegg kan vi få informasjon om hvilke grunnstoffer som finnes i stjernens atmosfære, og hvilken tilstand grunnstoffene er i. Dette utfra hvilke bølglengder som blir absorbert fra Planck-kurven, da ulike grunnstoff i ulike tilstander eksiteres av ulike bølglengder.

En tredje måte (som vi ikke har snakket om) er at dersom du summerer (integrerer) hele Planck-kurven får du den totale innstrålte tettheten, E , som vi har regnet en del med.

9. Under er det oppgitt noe informasjon om stjernen Sirius.

Egenskap	Verdi
Masse, M	$4.02 \cdot 10^{30}$ kg
Parallakse, p	0.0001053°
Avstand til jorda, d	8.60 lysår
Overflatetemperatur, T	9 940 K
Utstrålt effekt, L	$9.769 \cdot 10^{27}$ W

a. Regn ut radiusen, R , til Sirius.

Bruker Stefan-Boltzmanns lov for å finne utstrålingstettheten og multipliserer med overflaten av en kule for å finne den totale utstrålte effekten til stjernen.

$$L_{sol} = M_{sol} 4\pi R^2 = \sigma T^4 4\pi R^2$$
$$\rightarrow R = \sqrt{\frac{L_{sol}}{4\pi\sigma T^4}} = 1.19 \times 10^9 m$$

b. Hvor stor vil innstrålingstettheten på jorda, E , være?

Vi vet både utstrålt effekt og avstand til stjerna og kan da finne innstrålingstettheten som:

$$E_{sol} = \frac{L_{sol}}{4\pi d^2} = 1.17 \cdot 10^{-7} W/m^2$$

Merk at vi må gjøre om avstanden fra lysår til meter.

10. Hva er den viktigste egenskapen som bestemmer hvilket livsløp en stjerne vil få, og hvorfor er det denne spiller inn?

Den viktigste egenskapen er massen. Massen avgjør hvor store tyngdekrefter stjernen vil ha, som igjen avgjør hvor mye stjernen presses sammen og hvor høyt trykket og temperaturen i kjernen kan bli. Dette avgjør igjen hvilke fusjonsprosesser stjernen kan ha.

11. I en rød kjempe er fusjonsprosessen som foregår i kjernen helium som fusjonerer til karbon. Forklar hva som skjer når stjernen nærmer seg slutten av denne fasen, og hvilke stabile faser den kan ende opp i etter å ha vært en rød kjempe.

I en stabil fase er det likevekt mellom tyngdekraftene som presser stjernen sammen, og trykkraftene fra fusjonsprosessene som virker utover. Mot slutten av fasen blir det mindre helium, færre fusjonsprosesser og mindre trykkrefter utover. Tyngdekraftene presser stjernen sammen og trykk og temperatur i kjernen øker. Er massen stor nok

(>2-3M_sol) blir temperaturen høy nok til at karbon kan fusjonere videre (til magnesium o.l.) og stjernen vil oppnå en ny likevekt mellom trykkrefter og tyngdekrefter. Dersom massen ikke er stor nok, vil stjernen trekke seg sammen uten at nye fusjonsprosesser setter i gang. Stjernen vil da (etter en planetarisk tåkefase hvor den mister noe av det ytterste gasslaget) ende opp som en glovarm, hvit dverg. Stjernen vil fortsatt stråle ut varmeenergi og fortsette med det til den etter hvert ender opp som en svart dverg.