

Termodynamik på tio minuter

Det som skiljer termodynamiken från övriga fysikaliska teorier är att de senares processer är reversibla. Det som sker åt ena hållet kan lika gärna ske åt andra hållet. Exempelvis kan en biljardstöt filmas, och spelas upp baklänges, och Newtons lagar gäller i båda fallen. En elektrisk ström ger upphov till ett magnetfält, och magnetfältet ger under förändring upphov till en elektrisk ström. Termodynamiska processer kan dock inte gå baklänges. T ex kan man inte "osteka" en biff, eller "oknäcka" ett ägg. Termodynamiken som fysikalisk teori tar avstamp i denna verklighet av irreversibla processer.

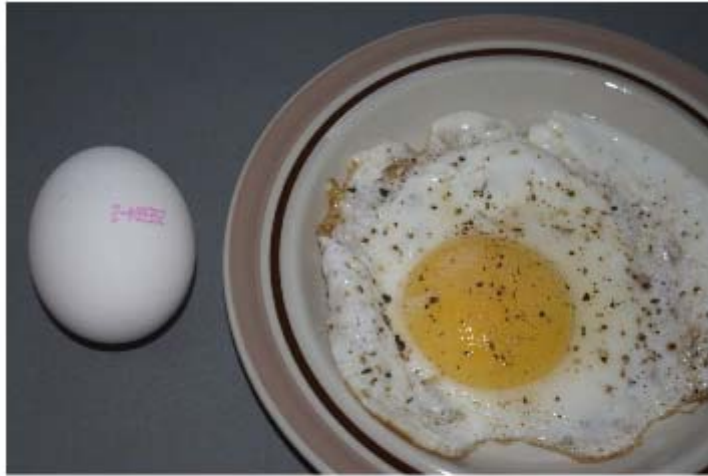


Foto: Nikodemus Karlsson

Äggstekning - kan inte göras ogjort!

Själva teorin bygger på fyra enkla satser, termodynamikens huvudsatser. Dessa är empiriskt grundade; de bygger alltså på erfarenhet och experiment. De empiriskt grundade satserna går ej heller att bevisa, annat än att man vet genom iakttagelser att det fungerar på just det sättet.

De fyra huvudsatserna

Termodynamikens nollte huvudsats

Om system A och B är var för sig i termisk jämvikt med ett referenssystem, så är A och B i termisk jämvikt med varandra.

Med detta kan man matematiskt definiera begreppet temperatur. Orsaken till att vi har en "nollte huvudsats" är historisk. Första och andra huvudsatsen kom före den nollte, men temperaturs definition är så grundläggande att man ansett att den bör komma först.

Termodynamikens första huvudsats

Energi kan aldrig nyskapas eller förintas, den kan bara omvandlas mellan olika former. Detta är även känt under namnet Energiprincipen.

Termodynamikens andra huvudsats

När vi omvandlar energi övergår mikroskopisk ordning i oordning. Det betyder att graden av oordning i universum hela tiden ökar. Begreppet entropi (förklaras i ett eget avsnitt nedan) är ett mått på oordningen, om entropin ökar då ökar oordningen och tvärtom.

Den andra huvudsatsen kan formuleras på flera olika, men ekvivalenta, sätt:

- *Det är omöjligt att överföra värme från ett kallare till ett varmare system*
- *Om ett system utför arbetet W vid tillförsel av värmemängden Q så gäller alltid att $W/Q < 1$ (detta innebär att verkningsgraden alltid är mindre än 100%).*

- *I en verklig termodynamisk process i ett isolerat system ökar alltid systemets totala entropi.*

Termodynamikens andra huvudsats talar om för oss vilka energiomvandlingar som kan ske naturligt. Den kemiska energin i ved kan omvandlas till värme, men inte omvänt. Hur länge du än väntar kommer du aldrig att få se att askan tar emot värme från omgivningen och skapar den ved som vi började med att bränna.

Termodynamikens tredje huvudsats

Då temperaturen går mot noll går även entropin mot noll.

Entropi

Det begrepp ovan som jag väljer att beskriva närmare är entropi (energi, arbete, system och energi förutsätter jag vara bekanta begrepp). En beskrivning av entropi är oordning eller spridning (första och andra huvudsatsen brukar populärt sammanfattas som "ingenting försvinner, allting sprider sig"). En annan beskrivning, som är mer tillämpbar på mikroskopisk nivå, är antalet möjliga energitillstånd. Ju fler möjliga energitillstånd, desto högre entropi. Entropin uttrycker sannolikheten för ett visst tillstånd i ett system, som har att göra med det antal olika sätt på vilka energin hos systemet kan erhållas genom omarrangemang av atomerna och molekylerna bland sina respektive tillgängliga energitillstånd.

Man kan ta följande analogi från den "greppbara" världen: om man kastar tio stycken mynt är det ganska liten sannolikhet att man får alla mynt att visa samma sida ("energitillstånd") upp. Om vi genom en förändring av "myntsystemet" skapar oss ett "tärningssystem", där vi byter ut mynten mot sexsidiga tärningar, finns det ännu fler sätt för dem att ordna in sig på, varpå sannolikheten sjunker drastiskt att alla tärningar landar med samma sida upp jämfört med att mynten gör det. Entropin ökar. En sådan förändring i ett fysikaliskt system kan t ex vara en volymutvidgning, en uppvärmning eller att man blandar olika gaser. När entropin ökar utvecklas värme.

Termodynamikens tredje huvudsats postulerar ju att entropin går mot noll vid energiöverföringar då temperaturen går mot den absoluta nollpunkten. Då antalet energitillstånd även avgörs av kvantmekaniska effekter, kommer man aldrig att nå ett tillstånd där de ingående partiklarna endast har ett enda möjligt tillstånd (lägsta möjliga antal). Därför kan man aldrig nå den absoluta nollpunkten.

Ytterligare en effekt av den tredje huvudsatsen är att man kan definiera tidens riktning med hjälp av den: tiden går åt det håll som entropin ökar.

Slutkläm

Att "ingenting försvinner och att allting sprider sig" är en sanning, men det säger inte så mycket. Nedanstående "omskrivningar" av första till tredje huvudsatsen säger något mer:

1. Du kan inte vinna, bara spela oavgjort (energi kan inte nyskapas, endast omvandlas)
2. Du kan bara spela oavgjort vid den absoluta nollpunkten (entropin ökar, dvs man får energiförluster, vid varje förändring utom just vid den absoluta nollpunkten)
3. Du kan aldrig nå absoluta nollpunkten (j-a kvantmekanik!)