

# Kemisk termodynamik

*Knud Andersen: Kemisk termodynamik, 403 sider, 104 figurer, Books on Demand, København, Danmark*

Med denne bog om kemisk termodynamik har forfatteren søgt at give en mere dybdegående indføring til faget end det gængse undervisningsmateriale, og jeg synes, det lykkes i stor udstrækning. Bogen bygger på erfaringerne fra mange års undervisning i fysisk kemi ved Københavns Universitet, hvor de studerende ofte har givet udtryk for, at de finder faget vanskeligt og at mange af dets begreber og koncepter er vanskelige at forstå. Det er noget, vi, der har undervist i faget, også kender til. Efter forfatterens opfattelse skyldes det især, at lærebøgernes forklaringer ofte er utilstrækkelige, hvilket han råder bod på ved omhyggeligt at forklare det fysiske indhold i de udtryk, man når frem til og ved at understrege, hvilke forudsætninger der ligger til grund for de udledte udtryk. Bogen er skrevet på dansk ganske som J.N. Brøndsteds klassiske "Lærebog i Fysisk Kemi" fra 1943 (2. udgave). Stilen i de to bøger er meget forskellig og jeg er ikke i tvivl om, at studerende i dag finder fremstillingen i forfatterens bog lettere tilgængelig end i Brøndsteds bog, der er skrevet i en anden tid.

Bogen er grundigt gennemarbejdet med sans for detaljerne og fokus på en logisk og sammenhængende præsentation af faget. Den inkluderer traditionelle emner i den fysiske kemi som termodynamikkens hovedsætninger, indre energi, entalpi, entropi, Gibbs-energi, kemiske processers spontane retning som funktion af tryk og temperatur, faseligevægte, blandinger, opløsninger, kemiske reaktioner, kolloidative egenskaber, blandbarhed, væskeblandingers frysepunkt og kogepunkt,

elektrokemiske processer og et kapitel om stabilitet. Der er en række eksempler, kaldet "eksider", i bogen på anvendelsen af de udledte udtryk, men ingen øvelsesopgaver. På omslaget af bogen har forfatteren valgt at vise et billede af dampskibet Phønix, sandsynligvis fra slutningen af 1800-tallet, på vej fremad med fuld kraft på maskinen efter røgfanen fra skorstenen og det udspilede Dannebrog i agterstavnen at dømme. Det fik mig til at tro, at bogen ville indeholde en termodynamisk analyse af varmekraftmaskiner, kølemaskiner og ikke mindst varmepumper, som synes at have fået en renaissance i vor tid. Men det gør den ikke i modsætning til andre forfattere, som ofte vælger en illustration på omslaget af bogen, der har relation til indholdet.

På steder, hvor det er nyttigt for forståelsen, inddrager forfatteren elementer fra en atomar "mikroskopisk" beskrivelse af termodynamikken, som man finder i statistisk mekanik. Således spiller den "ideale" gastilstand ikke en nær så dominerende rolle i denne fremstilling som i gængse lærebøger. Der tages i stedet udgangspunkt i reale gasser, hvor tilstandsligningen repræsenteres ved en "afskåret" virialrække, som i grænsen ved lave tryk går over i tilstandsligningen for en ideal gas, der kan bruges som en model for gastilstanden. Brugen af den reale gastilstand og hensyntagen til enthalpiens temperaturafhængighed fører til en mere nøjagtig integreret Clausius-Clapeyron ligning for ligevægten mellem en kondenseret fase og dens dampfase, end den man finder i gængse lærebøger, hvor man bruger den ideale gastilstand og ser bort fra enthalpiens temperaturafhængighed. Et andet område, hvor forfatteren går videre end sædvanligt, er for excess Gibbs-energien ved blandinger, hvor Margules parametre benyttes til at repræsentere excess størrelserne og dermed aktivitetskoefficienter, noget man kun finder i teknisk kemiske bøger om termodynamik. Det fører til



Knud Andersen  
Kemisk termodynamik



## Kemisk termodynamik

en bedre forståelse af grunden til, og under hvilke omstændigheder, blandinger fase-separerer.

Alle udledninger og matematiske manipulationer er givet i detaljer i teksten, så det er let at følge dem. Det rummer imidlertid den fare, at balancen mellem detaljeringsgraden og overblikket tipper med tab af overblikket til følge. Der er steder i teksten, hvor man føres igennem en række af matematiske manipulationer, uden at det er helt klart hvorfor, før man endelig når frem til det resultat, man skal bruge efterfølgende. Herved mister man let overblikket. Det kunne være undgået, hvis de matematiske manipulationer blev henvist til appendices, hvor man kunne følge de matematiske udledninger, der fører frem til resultaterne beskrevet i teksten.

Da der indføres en række forskellige notationer for de forskellige funktioner og variable i bogen, er det nyttigt med en omfattende symbolliste, der dels giver betydningen af dem og hvor de indførtes, så man hurtigt kan blive mindet om deres betydning.

Kun nogle få steder er jeg stødt på tilfælde, hvor baggrunden for introduktionen af begreber og funktioner ikke er helt klar. For eksempel i Kapitel 17 om Elektromotoriske celler introduceres en relation for den elektromotoriske kraft, som ikke synes umiddelbart indlysende. Det sker, før det er gjort klart, at der er tale om en "transformation" af kemisk arbejde, repræsenteret ved ændringen i Gibbs-energien knyttet til den kemiske proces i den elektromotoriske celle, og det elektriske arbejde udført af elektronerne i den ydre leder. Denne sammenhæng bliver først tydeliggjort senere. Et andet eksempel er diskussionen af elektrodepotentialer. Her behandles den fundamentale redox-reaktion med stoffet på oxideret form plus et antal elektroner i ligevægt med stoffet på reduceret form. Ved analysen af ligevægten ses der bort fra elektronerne uden forklarende

bemærkninger, hvilket ikke synes indlysende, da elektronerne også har et kemisk potential som givet ved Fermi-energien af elektronerne i metallet.

Uklarheden synes at hænge sammen med forfatterens bemærkning i indledningen om, at "det elektrokemiske potential indføres ikke, da det giver anledning til forklaringsproblemer". Af samme grund udledes der heller ikke et udtryk for diffusionspotential, som bl.a. giver en forståelse af, hvorfor der ikke er knyttet et diffusionspotential ved en væske-væske kontakt, når den formidles af en KCl bro. Så vidt jeg husker, var Brønsted en af de første, som indførte elektrokemiske potentialer for systemer med ladede ioner, gravikemiske potentialer for systemer med molekyler fordelt i et tyngdefelt etc., begreber, som jeg synes, er nyttige og ikke vanskelige at forklare.

Det er lidt u hensigtsmæssigt, at forfatteren har valgt ikke at forsyne tabeller og figurer med en tekst (caption), der specificerer indholdet af de pågældende elementer, så man må prøve at finde de steder i teksten, hvor elementerne er omtalt. Da typografien, som angiver nummeret på tabeller, figurer, oversigter og eksider (eksempler) er den samme som den omgivende tekst, kan det i nogle tilfælde være vanskeligt at finde de pågældende elementer i teksten. Endelig ville anvendelsen af et plotteprogram til figurerne, der kunne håndtere subscripts, være at foretrække, så variable i figurerne optrådte med subscripts, som de gør i teksten, og ikke som nu uden subscripts.

Som nævnt i begyndelsen af anmeldelsen kan læseren komme mere i dybden med forståelsen af både begreber og relationer i kemisk termodynamik ved at læse forfatterens bog, og det gælder både for læsere med en lille eller større baggrund inden for faget.

Flemming Yssing Hansen,  
Kemisk Institut, DTU, Kgs. Lyngby

Nyt om ...

## ... Fisk bruger blitz



Den store lanternefisk, *Anomalops katopron*, har under hvert øje et lysorgan, hvor der i symbiose med fisken lever nogle bakterier af arten *Candidatus*, der er i stand til at oxidere luciferin, et flavinderivat ved hjælp af enzymet luciferase under udsendelse af blågrønt lys. Om dagen er lysorganet lukket; men om natten, især når månen ikke er fremme, "blinker" den med organet op til 90 gange i minuttet og udsender lysblink, som

hjælper fisken med at finde føde. Bag lysorganet er der et skjold af guaninkrystaller, der virker som en reflektor for lyset.

Carl Th.

Futtersuche im Blitzlichtgewitter, *Chemie in Unserer Zeit* 2017, 51, side 152.

