

Innehållsförteckning

Notera: denna förteckning uppdateras under kursens lopp, men stora förändringar är inte att vänta.

I. Introduktion och första grundlagen

I.1. Överblick och motivation

I.1.1. Vad behandlar denna kurs

I.1.2. Vem behöver denna kurs innehåll?

I.1.3. Gaser vs. vätskor och fasta ämnen

I.1.4. Statistisk fysik: mikro- vs. makrovärlden

I.1.5. Makrovärlden: den klassiska termodynamiken

I.2. Interlud: repetition av partiell derivering

I.2.1. Kedjeregeln

I.2.2. Derivering med avseende på olika variabler

I.2.3. Partiell derivering

I.2.4. Differential

I.2.5. Kedjeregeln för partiella derivator

I.3. Temperatur

I.4. Termodynamikens första grundlag

I.4.1. Specifikt värme

I.4.2. Olika slag av processer

II. Termodynamikens statistiska bas

II.1. Termodynamikens statistiska bas

II.1.1. Makrotillstånd och mikrotillstånd

II.1.2. Statistisk jämvikt och entropi

II.1.3. Statistisk definition på temperatur

II.1.4. Tryck

II.2. Jämvikt i ett delsystem

II.2.1. Energi i delsystem

II.2.2. Entropin för ett system i jämvikt med ett värmebad

II.3. Exempel: vakansen eller Shottky-defekten

II.4. Exempel: statistisk beskrivning av paramagnetism

II.4.1. Specifikt värme för paramagnetiska system

II.5. Tvånivåsystem och negativ temperatur

II.5.1. Negativa temperaturer

III. Klassisk termodynamik

III.1. Termodynamikens II grundlag i differentialform

III.1.1. Temperaturutjämnning mellan två system i termisk kontakt

III.2. Termodynamiska potentialer

III.3. Bestämning av termodynamiska storheter från tillståndsekvationen

III.4. Termodynamikens III grundlag

III.5. Adiabatisk demagnetisering

III.5.1. Magnetiseringens temperaturderivata

III.6. Klassiska versioner av den II grundlagen

III.6.1. Maxwells demon

III.7. Värme- och kylmaskiner

III.7.1. Carnotmaskinen

III.7.2. Kylmaskiner

III.7.3. Värmepumpar

III.7.4. Explosionsmotorn (bensinmotorn)

III.7.5. Dieselmotorn

III.7.6. Exempel: spillvärmeeffekter

III.8. Sambandet mellan C_V och C_P

III.9. Joule & Joule-Thomson processerna

III.9.1. Joule-effekten

III.9.2. Joule-Thomson processen

III.9.3. Lindes kylmaskin

IV. Faser

IV.1. Partikeltalet som termodynamisk variabel

IV.1.1. Gibbs' potentials beroende av N

IV.1.2. Den makrokanoniska fördelningsfunktionen

IV.2. Fasjämvikt

IV.2.1. Clausius-Clapeyron-ekvationen

IV.2.2. Fastransitioner

IV.3. Fasdiagram

IV.3.1. Allmän definition och fysikaliska typer

IV.3.2. Tryck-temperatur-fasdiagram

IV.3.3. Temperatur-komposition-fasdiagram

IV.3.4. Tryck-komposition-fasdiagram

IV.3.5. Ternära fasdiagram

V. Den klassiska idealgasen

V.1. Idealgasernas statistiska mekanik

V.1.1. Tillståndsekvationen

V.1.2. Alternativ härledning av Boltzmannfördelningen

V.1.3. Den klassiska Maxwell-Boltzmann fördelningen i 3 dimensioner

V.1.4. Den klassiska Maxwell-Boltzmann fördelningen i 1 dimension

V.1.5. Barometerformeln

V.1.6. Partikeltätheten i en roterande cylinder

V.2. Boltzmannngasens fria energi

V.2.1. Partitionsfunktionen

V.2.2. Energifluktuationen

V.2.3. Fria energin med inre frihetsgrader

V.2.4. Inre energi

V.2.5. Specifikt värme

V.2.6. Idealgasens entropi

V.2.7. Ångtryckets beroende av T

V.3. Monatomära idealgaser

V.4. Polyatomära idealgaser

V.4.1. Beräkning av rotationspartitionsfunktionen

V.4.2. Vibrationspartitionsfunktionen

V.4.3. Hela värmekapaciteten

V.5. Ekvipartitionsprincipen

V.5.1. Härledning av ekvipartitionsprincipen

V.5.2. Följder av ekvipartitionsprincipen

VI. Reella gaser

VI.1. Reella gaser

VI.1.1. Beräkning av konfigurationsintegralen

VI.1.2. Första korrektionen till idealgasresultatet

VI.2. Van der Waal's gasekvation

VI.2.1. Härledning av Van der Waal's gasekvation

- VI.2.2. Lennard-Jones potentialens vibrationsfrekvens
- VI.2.3. Fenomenologisk motivation för Van der Waal's
- VI.2.4. PV-fasdiagrammet för Van der Waals

VII. Bose-Einstein-statistik

VII.1. Bose-Einstein distributionen

- VII.1.1. Alternativ härledning av Bose-Einstein distributionen

VII.2. Svartkroppsstrålning

- VII.2.1. Bakgrund
- VII.2.2. Tätheten av fotontillstånd
- VII.2.3. Historisk överblick
- VII.2.4. Den totala energin i svartkroppsstrålningen
- VII.2.5. Icke-perfekta svartkroppar
- VII.2.6. Strålningstrycket

VII.3. Stimulerad och spontan emission

VII.4. Fasta ämnens specifika värme

- VII.4.1. Einstens modell för det specifika värmets
- VII.4.2. Debye's modell

VII.5. Boseidealgasen

- VII.5.1. Den inre energin
- VII.5.2. Tillståndsekvationen vid höga temperaturer:

- VII.6. Bosegasen vid låga temperaturer
 - VII.6.1. Bose-Einstein-gasens värmekapacitet
 - VII.6.2. Typer av Bose-Einstein-kondensat

VIII. Fermi-Dirac-statistik

- VIII.1. Fermi-Dirac fördelningen
 - VIII.1.1. Fermi-idealgas
 - VIII.1.2. Den inre energin:
 - VIII.1.3. Tillståndsekvationen vid höga temperaturer:
- VIII.2. Degenererade Fermisystem
 - VIII.2.1. Exempel på kalla Fermionsystem
 - VIII.2.2. Den inre energin hos ett degenererat fermisystem
 - VIII.2.3. Tillståndsekvationen vid $T = 0$
- VIII.3. Elektrongasen i metaller
- VIII.4. Fermigas vid låga temperaturer
- VIII.5. Fermigasernas paramagnetism

IX. Diffusionsteori

- IX.1. Transportprocesser
- IX.2. Partikeldiffusion
 - IX.2.1. Fri medelväg
 - IX.2.2. Värmeledningsförmåga

IX.2.3. Kontinuitetsekvationen

IX.2.4. Grundlösning till diffusionsekvationen

IX.3. Browns rörelse

IX.3.1. Medel- och medelkvadrat-förflyttningen

IX.3.2. Bonus: datorsimulering av slumpvandringen

IX.3.3. Bonus 2: datorsimulering av atomdiffusion