

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Exam FYS 4130/3130

Eksamensdag: Fredag 9.juni 2008

Tid for eksamen: 1430 - 1730

Oppgavesettet er på 2 sider

Tillatte hjelpemidler:

Clark: Physical and Mathematical Tables

Øgrim: Størrelser og enheter i fysikken

Oliver and Boyd: Science Data Book

2 sider egne håndskrevne notater

Rottmann: Matematisk formelsamling

Godkjent numerisk elektronisk kalkulator

Sjekk at oppgavesettet er komplett før du starter.

Oppgave 1: Korte spørsmål.

- 1 Gi et kort svar (2-3 linjer) for hvert spørsmål.
- 1(a) Hvordan skrives den mikrokanoniske, kanoniske og stor-kanoniske partisjonsfunksjonen ? Hvilke størrelser/parametere er frie og hvilke er fikserte i hvert tilfelle?
- 1(b) Hva skjer kvalitativt under Bose-Einstein kondensasjon? Dette fenomenet ble først observert i 1995. Hvorfor er det så vanskelig å observere eksperimentelt?
- 1(c) Hva er forskjellen på Gibbs- og Helmholtz fri energi?
- 1(d) I henhold til Stefan Boltzmanns lov er effekten fra svartlegemestråling $E(T) = \sigma T^x$. Hve er x ?
- 1(e) Hvis hastigheten $v(t)$ er gitt ved Langevin-ligningen og $x = \int dt v(t)$, hvordan varierer $\langle x^2(t) \rangle$ med tiden t ved lange og korte tider?
- 1(f) I henhold til Debye teori for varmekapasiteten i faste stoffer, hvilke moder eksiteres først når temperaturen stiger fra $T = 0$, de langbølgede eller kortbølgede?
- 1(g) Skriv ned Fick's lov for diffusjon og oppgi betingelsen(e) for at den skal holde.
- 1(h) Skriv ned Fermi-Dirac, Bose-Einstein og Maxwell-Boltzmann fordelingene og oppgi betingelsene for at de kommer til anvendelse.
- 1(i) Hva er ekvipartisjonsprinsippet?

Oppgave 2: Termisk glidelås

2 En en-dimensjonal glidelås har N ledd, nummerert ved $i = 0, 1, 2, \dots, (N - 1)$. Hvert ledd har to tilstander, åpent med energi ε og lukket med 0 energi. Glidelåsen kan bare åpnes fra venstre, og det i 'te leddet kan bare åpnes om alle leddene til venstre for det $(0, 1, 2, \dots, i - 1)$ er åpne.

2(a) Vis at den kanoniske partisjonsfunksjonen er

$$Z = \frac{1 - e^{-\beta\varepsilon N}}{1 - e^{-\beta\varepsilon}}. \quad (1)$$

2(b) Vis at det midlere antall åpne ledd er

$$\langle j \rangle = -\frac{\partial(\ln Z)}{\partial(\beta\varepsilon)} \quad (2)$$

2(c) Beregn det midlere antall åpne ledd som funksjon av T .

2(d) Plott skissemessig oppførselen til $\langle j \rangle$ som en funksjon av T i grensen høye og lave T .
Hint: Du vil trenge å beholde termer opp til 2. orden i rekkeutviklingen av eksponentialfunksjonen.

2(e) Beregn entropien.

2(f) Hva er entropien i grensene $T \rightarrow 0$ og $T \rightarrow \infty$? Tolk dette resultatet.