

# UNIVERSITETET I OSLO.

1

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet.

Eksamen i: FYS 203 - Statistisk fysikk

Eksamensdag: Fredag 30. mai 1986

Tid for eksamen: Kl. 0900-1500

Oppgavesettet er på 2 sider.

Vedlegg:

Tillatte hjelpemidler: Regnestav, godkjente elektroniske regnemaskiner.

Clark: Physical and Mathematical Tables.

Oliver & Boyd: Science Data Book.

Matematiske og fysiske tabeller for gymnaset.

Rottmann: Mathematische Formelsammlung.

## Oppgave 1.

En gass består av molekyler som beveger seg fritt i tre dimensjoner. I tillegg til den kinetiske translasjonsenergien kan de utføre interne vibrasjoner i et plan slik at hvert molekyl har en total energi

$$\epsilon_{pn} = \frac{1}{2m} p^2 + bn$$

Her er  $b$  en konstant, kvantetallet  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$  angir de mulige vibrasjonstilstandene som hver har en degenerasjon  $g = 2n + 1$ . Gassen antas å kunne beskrives ved ~~Maxwell~~-Boltzmann statistikk.

- Beregn partisjonsfunksjonen for gassen.
- Hva blir tilstandsligningen?
- Finn det kjemiske potensial  $\mu(p, T)$ .
- Beregn gassens indre energi og undersøk om svaret stemmer med ekvipartisjonsprinsippet i grensen  $T \rightarrow \infty$ .

### Oppgave 2.

Et klassisk  $Z_3$  - spinn har lengden  $|\vec{S}| = 2$  og befinner seg alltid i  $xz$ -planet hvor det danner vinkelen  $30^\circ$ ,  $150^\circ$  eller  $270^\circ$  med  $x$ -aksen.

- a) I et ytre magnetfelt  $B$  langs  $z$ -aksen har et slikt spinn energien

$$H = -\vec{B} \cdot \vec{S}$$

Hva blir magnetiseringen langs  $B$ -feltet når dette systemet er i termisk likevekt ved temperaturen  $T$ ?

- b) En 3-dimensjonal magnet av slike spinn er beskrevet ved Hamilton-funksjonen

$$H = -J \sum_{\langle ij \rangle} \vec{S}_i \cdot \vec{S}_j$$

Bruk midlere feltteori til å påvise at systemet går spontant fra en umagnetisk fase ved høye temperaturer til en magnetisk fase ved lave temperaturer. Hva blir den kritiske temperaturen? Er overgangen av første eller andre orden?

### Oppgave 3.

En gass av frie atomer med spinn  $S = 0$  beskrives ved Bose-Einstein statistikk. Atomene kan kun bevege seg i et plan.

- Finn hvordan trykket i gassen varierer med det kjemiske potensial ved høye temperaturer.
- Beregn det kjemiske potensial som funksjon av tetthet og temperatur.
- Finn herav den første kvantekorleksjon til gassens tilstandsligning ved høye temperaturer.
- Forklar hvorfor denne gassen ikke gjennomgår en kondensasjon ved lave temperaturer i motsetning til den 3-dimensjonale Bose-Einstein gassen.