UNIVERSITETET I TRONDHEIM
NORGES TEKNISKE HØGSKOLE
INSTITUTT FOR TEORETISK FYSIKK

Kontinuasjonseksamen i fag 71515 STATISTISK MEKANIKK

(Ved Lærerhøgskolen Statistisk Mekanikk F13)

Lørdag 14.august 1982
kl.0900-1400

Tillatte hjelpemidler: K.Rottman: Mathematische Formelsammlung,
lommekalkulator eller regnestav.

Faglig kontakt: Finn Bakke
Telefon 3649

Oppgave 1.

a) Formuler og bevis det klassiske ekvipartisjonsprinsippet.

b) Hva gir dette prinsippet for C_V til en ideell gass av

i) enatomige molekyler,
ii) toatomige molekyler,
iii) lineære treatomige molekyler.

c) Skisser kort den eksperimentelle situasjon relativt ekvipartisjonsprinsippet. Hvorfor er gyldigheten av prinsippet begrenset?

Oppgave 2

Gitt et system av N uavhengige partikler. Anta at hver partikkel kan, uavhengig av alle andre partikler, være i tre tilstander med energier henholdsvis ε_1, ε_2 og ε_3 $(\varepsilon_1<\varepsilon_2<\varepsilon_3)$.

a) Finn tilstandssummen Z , den frie energi F , entropien $S= -\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_V$, og den indre energi U for systemet.

b) Finn deretter uttrykkene for U og S for $T<<T_{s1}$ og $T>>T_{s2}$.

Her er $kT_{s1}= \varepsilon_2-\varepsilon_1$ $kT_{s2}= \varepsilon_3-\varepsilon_1$

Oppgave 3

En relativistisk elektrongass består av N frie elektroner i et volum V. En-elektronenergien er $\varepsilon=\sqrt{p^2c^2+m^2c^4}$. Anta at gassen er ekstremt relativistisk slik at elektronenes energi er meget stor sammenliknet med mc^2. Antall tilstander i impulsintervallet d^3p omkring impulsen $\vec{p}$ er gitt ved

$$g(\vec{p})\,d^3p = 2\frac{V}{(2\pi)^3}\,d^3k \qquad \text{med} \quad \vec{p}=\hbar\vec{k}\,.$$

a) Betrakt først forholdene ved $T=0$.
Finn Fermienergien $\varepsilon_F(0)$ uttrykt ved tettheten $\rho=\frac{N}{V}$ og deretter den midlere energi $\frac{U}{N}$ uttrykt ved $\varepsilon_F(0)$.

b) Finn så hvordan ε_F varierer med T for $T \ll T_F=\frac{\varepsilon_F(0)}{k}$.

Oppgitt:

$$I = \int_0^\infty f(\varepsilon)\,\frac{d}{d\varepsilon}F(\varepsilon)\,d\varepsilon = F(\varepsilon_F) + \frac{\pi^2}{6}(kT)^2F''(\varepsilon_F) + \ldots$$

hvor $\quad F(\varepsilon) = \text{konst}\cdot\varepsilon^\alpha \quad (\alpha>0)$

og $\quad f(\varepsilon) = \dfrac{1}{e^{\frac{\varepsilon-\varepsilon_F}{kT}}+1}\,.$