Eksamen i Teoretisk Fysikk IB (fag 715-15)

Tirsdag 15.januar 1974

kl.9 -14.

Tillatte hjelpemidler: Logaritmetabell og reknestav.
Vennligst skriv bare på forsiden av arkene.

I

I det kanoniske ensemble er fasetettheten proporsjonal med en exponentialfunksjon av energien

a) $\rho \propto e^{\frac{\psi-E}{\Theta}}$

og entropien er definert ved:

b) $S = - k \overline{\log \rho}$

Hvorfor har man valgt formene a) og b) ?

Det statistiske motstykket til Termodynamikens hovedlikning Tds = dU + dL(rev.) er:

c) $\Theta d\bar{\sigma} = d\bar{E} - \overline{dE(rev.)}$ ; $\sigma = (E-\psi)/\Theta$

Utled c) av den kanoniske fordeling a)

Boltzmann definerte entropien som

d) $S = k \log \Delta\Omega$

hvor $\Delta\Omega$ = det fasevolum som er tilgjengelig for systemet (eller graden av mekanisk ubestemthet) under de givne ytre betingelser. Forsøk å begrunne (almindelig eller ved hjelp av exemplet ideal gas) at Boltzmanns definisjon d) og Gibbs' b) er praktisk likeverdige for makroskopiske systemer.

forts.

II

For den ideale Fermigas med spin $\frac{1}{2}$ er det midlere antal molekyler i energiintervallet $[\varepsilon, \varepsilon + d\varepsilon]$

a) $$dN(\varepsilon) = 4\pi V \left(\frac{2m}{h^2}\right)^{3/2} \frac{\varepsilon^{\frac{1}{2}}\, d\varepsilon}{e^{\beta(\varepsilon-\mu)} + 1}$$

Ved $T = 0$ antar det kjemiske potensial $\mu$ verdien

b) $$\mu_0 = \frac{h^2}{2m} \cdot \left(\frac{3}{8\pi} \frac{N}{V}\right)^{2/3}$$ ("Fermienergien")

Påvis det.

c) Regn ut degenerasjonstemperaturen (gitt ved $\mu = 0$) for Heliumisotopen $He^3$ (betraktet som ideal gas) ved en massetetthet på 0.016 g/cm³.

Oppgitt:

$H^3$ atomets masse: $m = 4.92 \cdot 10^{-24}$ g

Plancks konstant $h = 6.62 \cdot 10^{-27}$ erg.sek

Boltzmanns konstant $k = 1.38 \cdot 10^{-16}$ erg./grad

$$\int_0^\infty \frac{x^{\frac{1}{2}}\, dx}{e^x + 1} = 0.67\ldots$$

d) Utled formelen a).