

Eksamen i  
fag 71545 Teoretisk fysikk 3A  
Fredag den 14. januar 1977  
Kl. 0900 - 1600

(Tillatte hjelpemidler: Egne notater, xerograferte øvingsoppgaver med løsning for høsten 1976, matematisk formelsamling).

Oppgave 1.

Van der Waals likningen for 1 mol gass er

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V-b) = RT .$$

- a) Bestem den frie energi  $A(T,V)$  i énfaseområdet for en énatomig van der Waals gass og utled Maxwell-regelen

$$p_D(V_v - V_g) = \int_{V_v}^{V_g} dV p(T,V) ,$$

der  $p_D$  er damptrykket og  $V_v$ ,  $V_g$  er det minste og største volum ved gass-væske koeksistens for gitt temperatur  $T$ .

- b) Finn de kritiske parametrene  $p_c$ ,  $V_c$ ,  $T_c$  for van der Waals gassen og skriv van der Waals likningen slik at bare reduserte variable

$$\tilde{p} \equiv p/p_c , \quad \tilde{V} \equiv V/V_c \quad \text{og} \quad \tilde{T} \equiv T/T_c$$

forekommer.

- c) Finn for van der Waals gassen en passende utvikling omkring det kritiske punkt, ta hensyn til Maxwell-regelen og utled de kritiske eksponenter  $\delta, \gamma, \gamma', \beta$  og  $\alpha$ .
- d) Utled også  $\alpha'$ .

Oppgave 2

- a) Dersom  $f(x,y)$  er en generalisert homogen funksjon

$$f(\lambda^a x, \lambda^b y) = \lambda f(x,y)$$

så er  $g(u,y)$ , som fås ved Legendre-transformasjonen

$$g \left\{ u(x,y), y \right\} = f(x,y) - xu(x,y)$$

med  $u(x,y) = \left( \frac{\partial f}{\partial x} \right)_y$  og eliminasjon av  $x$ ,

også en generalisert homogen funksjon. Vis det.

- b) Anta at den singulære del av Gibbs frie energi per spinn for et magnetisk system,  $g_s(t,H)$ , oppfyller

$$g_s(\lambda^a t, \lambda^a H) = \lambda g_s(t,H) .$$

hvilke homogenitetsrelasjoner følger for de singulære deler av den indre energi, av Helmholtz-potensialet og av entalpien?

- c) Ved å måle magnetiseringen, feltet og temperaturen for forskjellige tilstander av et stoff skal Widoms homogenitets-hypotese testes. Finn en hensiktsmessig form for sammenhengen mellom disse tre variable under forutsetning av at homogenitets-hypotesen holder. I en tilsvarende grafisk fremstilling skal sammenhengen (for et hypotetisk stoff) skisseres og kommenteres.

Oppgave 3

- a) For et vilkårlig ferromagnetisk system i  $d$  dimensjoner skal Wilson-teorien kort skisseres. Hvordan beregnes de termodynamiske kritiske indekser  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  ?
- b) Anta at for et hypotetisk system gir Wilson transformasjonen følgende likning for korrelasjonsfunksjonen

$$G(r; \mu) = L^{-(d-2)} G(r/L; \mu') .$$

Bestem  $\eta$  .

Finn  $\nu$  dersom man vet at temperaturegenverdien  $\lambda_t = L^2$  .

- c) Skisser kort en anvendelse av Wilson-teorien på et valgfritt system.
- d) For  $d = 4$  gir Wilson-teorien for 4. ordens modellen velkjente verdier for de kritiske indekser. Hvilke?

\*