

1. Aineen lämpölaajenemiskerroin ja kokoonpuristuvuus määritellään

$$\alpha_p = \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_p ; \kappa_T = -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial p} \right)_T .$$

a) Näytä että

$$\left( \frac{\partial \alpha}{\partial p} \right)_T = - \left( \frac{\partial \kappa}{\partial T} \right)_p \quad \text{and} \quad \frac{\alpha}{\kappa} = \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V .$$

b) Laske  $\alpha$ ,  $\kappa$  and  $(\partial p/\partial T)_V$  ideaalikaasulle.

2. Näytä että

$$\kappa_T = \kappa_S + VT \frac{\alpha_p^2}{C_p} .$$

3. Homogeenisen magneettisen aineen sisäisen energian  $U = U(S, M)$  differentiaali on  $dU = TdS + \mu_0 HdM$ , missä  $H$  on magneettikentän voimakkuus ja  $M$  aineen kokonaimagnetoituma. Laske termodynaamiset potentiaalit  $U, F, G, E$  (tässä  $E =$  entalpia) ja niiden differentiaalit.

Lausu ominaislämmöt

$$C_M = T \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_M \quad C_H = T \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_H$$

ja susceptibiliteetit

$$\chi_T = \left( \frac{\partial M}{\partial H} \right)_T \quad \chi_S = \left( \frac{\partial M}{\partial H} \right)_S$$

termodynaamisten potentiaalien avulla.

4. Osoita että

$$\left( \frac{\partial U}{\partial Y} \right)_T = T \left( \frac{\partial X}{\partial T} \right)_Y + Y \left( \frac{\partial X}{\partial Y} \right)_T ,$$

missä  $Y$  on yleistetty voima ja  $X$  yleistetty siirtymä.