

Øving 2

Oppgave 1

a) Volumutvidelseskoeffisienten α_V og den isoterme kompressibiliteten κ_T er ikke konstanter, men varierer med tilstanden (trykk, temperatur, volum). For å avgjøre hvordan de ulike koeffisientene varierer med tilstanden, må vi kjenne systemets tilstandsligning, men dette er ikke alltid nødvendig for å finne ut sammenhenger mellom hvordan ulike koeffisienter varierer. Vis at følgende sammenheng gjelder for variasjonene med tilstanden for α_V og κ_T :

$$\left(\frac{\partial\alpha_V}{\partial p}\right)_T = -\left(\frac{\partial\kappa_T}{\partial T}\right)_p.$$

b) Hvis du lager et sirkulært hull med diameter 10.000 cm i en stålplate utendørs i ti kuldegrader, hva er hullets diameter når platen har akklimatisert seg inne i stua (der temperaturen er tjue varmegrader)? Stål har lineær utvidelseskoeffisient $\alpha_L = 1.3 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.

A) 10.003 cm B) 10.004 cm C) 10.005 cm D) 10.006 cm E) 10.007 cm F) 10.008 cm

Oppgave 2

Sammenhenger mellom tilstandsvariable, såkalte tilstandsligninger, uttrykkes generelt på formen

$$f(p, V, T) = 0,$$

slik at de ulike tilstandsvariable kan oppfattes som funksjoner av de to andre, $p = p(V, T)$ osv. Med andre ord, p , V og T opptrer som både tilstandsvariable og som tilstandsfunksjoner.

a) Da gjelder f.eks

$$\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V = \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_V^{-1}.$$

Vis dette eksplisitt for en ideell gass.

b) Utled den ”sykliske regel”,

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

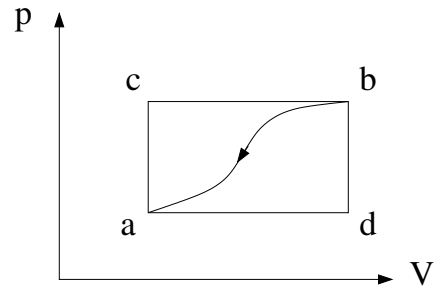
Tips: Ta utgangspunkt i (det totale) differensialet dp når $p = p(T, V)$, sett $dp = 0$, divider ligningen med dT , og benytt sammenhengen gitt i punkt a) (her for $\partial V/\partial T$). Se også kapittel 1.6 i PCH.

c) En kobberblokk har trykket 1 atm ($= 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$) ved 0°C . Blokken holdes ved konstant volum mens den varmes opp. Hva blir økningen i trykket pr grad temperaturøkning når volumutvidelseskoeffisienten er $\alpha_V = 48.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ og isoterm kompressibilitet er $\kappa_T = 7.7 \cdot 10^{-12} \text{ Pa}^{-1}$? Tips: Benytt den sykliske regel fra b).

A) 22 atm B) 32 atm C) 42 atm D) 52 atm E) 62 atm F) 72 atm

Oppgave 3

a) I et termodynamisk system foregår en tilstandsforandring fra a til b langs en vei acb (se figur). Under denne tilstandsforandringen opptar systemet 80 J varme samtidig som systemet utfører et arbeid på 30 J. Hvor stor varmemengde mottar systemet langs veien adb når det utførte arbeidet i dette tilfellet er 10 J?



- A) 30 J B) 40 J C) 50 J D) 60 J E) 70 J F) 80 J

b) Systemet går så tilbake fra tilstand b til utgangspunktet a langs den krumme banen på figuren. Under denne prosessen mottar systemet et arbeid på 20 J. Vil systemet motta (+) eller avgi (-) varme under denne prosessen, og i tilfelle hvor mye?

- A) -50 J B) -70 J C) -90 J D) +50 J E) +70 J F) +90 J

c) Hva er de mottatte varmemengdene under prosessene ad og db når $U_a = 0$ og $U_d = 40$ J?

- A) $Q_{ad} = 40$ J, $Q_{db} = 10$ J B) $Q_{ad} = 40$ J, $Q_{db} = 20$ J C) $Q_{ad} = 40$ J, $Q_{db} = 30$ J
D) $Q_{ad} = 50$ J, $Q_{db} = 10$ J E) $Q_{ad} = 50$ J, $Q_{db} = 20$ J F) $Q_{ad} = 50$ J, $Q_{db} = 30$ J

Oppgave 4

To mol av en ideell gass har temperaturen 300 K. Gassen ekspanderer isotermt til to ganger sitt opprinnelige volum. Hva er a) arbeidet gassen gjør, b) endring i gassens indre energi, og c) nødvendig varme tilført?

- a)
A) $W = 0$ kJ B) $W = 0.46$ kJ C) $W = 1.46$ kJ D) $W = 2.46$ kJ E) $W = 3.46$ kJ F) $W = 4.46$ kJ

- b)
A) $\Delta U = 0$ kJ B) $\Delta U = 0.46$ kJ C) $\Delta U = 1.46$ kJ
D) $\Delta U = 2.46$ kJ E) $\Delta U = 3.46$ kJ F) $\Delta U = 4.46$ kJ

- c)
A) $Q = 0$ kJ B) $Q = 0.46$ kJ C) $Q = 1.46$ kJ D) $Q = 2.46$ kJ E) $Q = 3.46$ kJ F) $Q = 4.46$ kJ

Oppgave 5

En ideell gass er innesluttet i en sylinder med et tetsluttende stempel. Trykket er p_1 og volumet er V_1 . Gassen varmes først ved konstant volum slik at temperaturen dobles. Deretter avkjøles den ved konstant trykk inntil den har fått sin opprinnelige temperatur. Hva er arbeidet gjort på gassen i denne prosessen? Tips: Tegn prosessen i et pV -diagram.

- A) $-p_1V_1$ B) p_1V_1 C) $-2p_1V_1$ D) $2p_1V_1$ E) $-3p_1V_1$ F) $3p_1V_1$