



Norges
teknisk–naturvitenskapelige
universitet
Institutt for kjemisk
prosessteknologi

TKP4120

Prosessteknikk

Vår 2020

Øving 4

Relevante kapitler i læreboka: 2, A5-A8.

Fokus i øvingen er å forstå sammenhengen mellom indre energi, entalpi, arbeid og varme.

Tabell 1: Data for luft

R	$8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
C_p	$29 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
M	29 g mol^{-1}

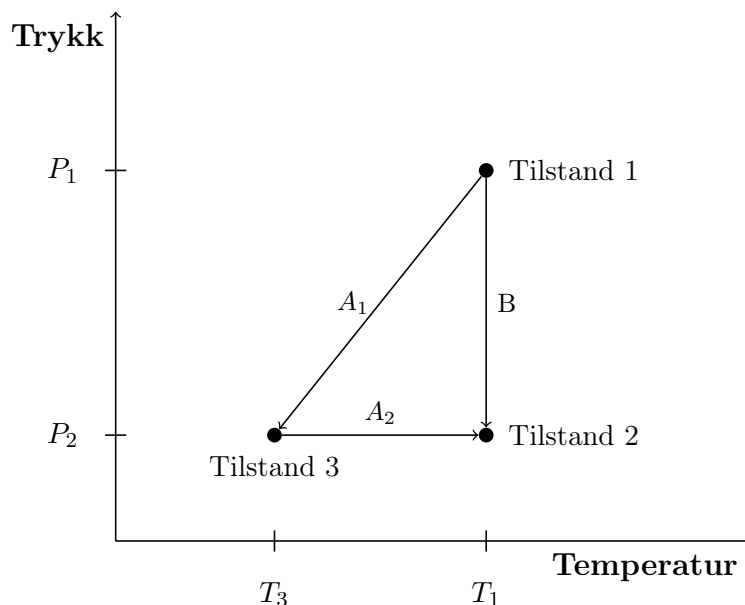
- 1 Vi har 1 kg luft i en sylinder ved $T = 300 \text{ K}$ og $P = 50 \text{ bar}$ (tilstand 1), og den skal ekspanderes til 300 K og 10 bar (tilstand 2). Anta ideell gass.

Vi skal se på to prosesser som tar systemet mellom disse to tilstandene. Anta at prosessene er reversible. Et diagram som illustrerer de to prosessene er vist i figur 1.

Prosess A består av to trinn: I trinn A1 ekspanderes gassen adiabatisk til 10 bar (tilstand 3). I trinn A2 tilføres varme og gassen ekspanderes ved konstant trykk (10 bar) til tilstand 2

Prosess B er en isoterm ekspansjon til 10 bar (med tilførsel av varme).

- Hva er volumet (V_1, V_2) i start- og slutttilstanden (tilstand 1 og 2)?
- Hva er volum og temperatur i tilstand 3?
- Finn endring i indre energi, tilført varme og tilført arbeid for prosessene. Sett opp en tabell som vist i tabell 2.
- Sammenlign prosess A og B. Hvilken er best hvis poenget er å ta ut mest mulig arbeid? Hvilken er best hvis poenget er å kjøle omgivelsene til lav temperatur?



Figur 1: Diagrammet viser en oversikt over de tre tilstandene og delprosessene i oppgave 1.

Tabell 2: Tabell for delprosesser

Prosess	Type	ΔU	W	Q
Delprosess A1	Adiabatisk			
Delprosess A2	Isobar			
Prosess A totalt				
Prosess B	Isoterm			

- 2 En ideell gass komprimeres i en sylinder. Bruk termodynamikkens 1. lov på formen: $\Delta U = Q + W$ samt sammenhengen mellom indre energi og entalpi: $\Delta H = \Delta U + \Delta(PV)$ til å besvare oppgavene nedenfor.

Husk også definisjonen av varmekapasitet ved konstant volum; $(\frac{\partial U}{\partial T})_V = C_v$.

Begrunn svaret ditt matematisk.

- a) Ved isoterm kompresjon er Q :

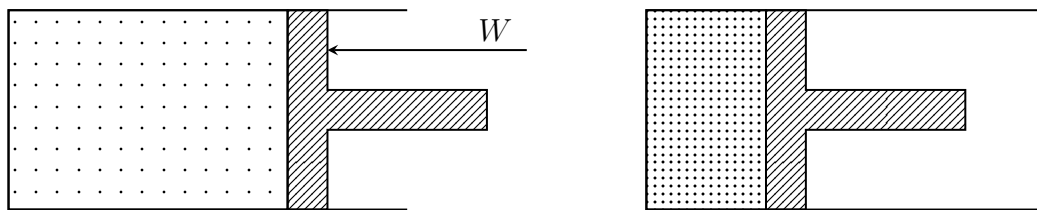
(i) $Q < 0$ (ii) $Q = 0$ (iii) $Q > 0$

- b) Ved adiabatisk kompresjon er ΔT :

(i) $\Delta T < 0$ (ii) $\Delta T = 0$ (iii) $\Delta T > 0$

- c) Ved isobar kompresjon er ΔH :

(i) $\Delta H > 0$ (ii) $\Delta H = 0$ (iii) $\Delta H < 0$



Figur 2: Skjematisk fremstilling av kompresjon av en gass.

Utvalgte tallsvar:

- 1
- a) $V_1 = 0,0172 \text{ m}^3$
 - b) $V_2 = 0,086 \text{ m}^3$
 - c) W for delprosess A1 = -79128 J