

# Institutt for fysikk, NTNU

TFY4165 og FY1005 Termisk fysikk, våren 2006.

## Regneøving 4.

(Veiledning: Onsdag 8. februar kl. 12.15 - 14.00.)

### Oppgave 1

Ei elv skal brukes som lavtemperaturresevoir for et stort varmekraftverk med virkningsgrad  $\eta = 0,40$ . Av økologiske grunner begrenses varmen som dumpes i elven til 1500 Mw. Hva er den elektriske effekten som kraftverket kan levere, og hva er tilført varmeenergi som trengs for å drive kraftverket?

Hvor stor vannføring trengs dersom temperaturstigningen i elva skal begrenses til 5 K? (Vannets varmekapasitet er 1 cal/g.)

### Oppgave 2

a) Et mol av en gass adlyder Van der Waals tilstandslikning

$$p = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$$

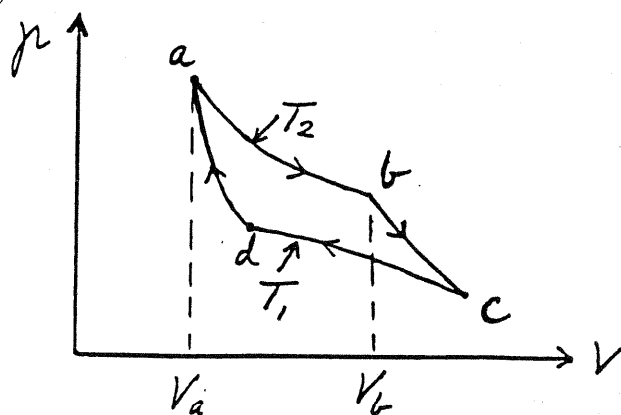
der  $a$  og  $b$  er konstanter. Gassen har konstant varmekapasitet  $C_V$ . Vis at ved reversible adiabatisk prosesser gjelder

$$T(V-b)^{R/C_V} = \text{konst} \quad \text{og} \quad \left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V-b)^{1+R/C_V} = \text{konst.}$$

[Hint: Benytt likning (4.18)  $(\partial U/\partial V)_T = T(\partial p/\partial T)_V - p$  fra læreboka.]

Vis at i grensen av meget stor  $C_V$  faller disse adiabatene sammen med isothermene, og forklar fysikken bak det.

b)



En student som ser på generelle teoremer med skepsis har problemer med å godta at virkningsgraden for en Carnot-maskin er uavhengig av arbeidssubstansen. "Arbeidet må jo avhenge av isothermens form", sier han. For å overbevise ham bruker du ovennevnte Van der Waals gass i Carnot-maskinen. Arbeidssyklusen, definert ved de to temperaturene  $T_1$  og  $T_2$  og volumene  $V_a$  og  $V_b$ , er skissert på figuren. Regn ut

arbeidet  $W$  pr. syklus, og bestem så virkningsgraden. [Hint: Her vil det være enklest å regne ut  $W$  som forskjellen mellom tilført og avgitt varme.]