



BOKMÅL

Faglig kontakt under eksamen:  
Professor Hans Kolbenstvedt  
Tel.: 73591871

**EKSAMEN I EMNE TFY4165 OG FY1005 TERMISK FYSIKK**

Fredag 27. mai 2005  
kl. 09-13

Sensur: 20. juni 2005

Tillatte hjelpemidler: Alternativ C  
Alternativ C: Spesifiserte trykte og håndskrevne hjelpemidler. Bestemt, enkel kalkulator.  
Matematiske formelsamlinger.

## Oppgave 1

En mengde på  $n$  mol av en ideell enatomig gass gjennomløper en kretsprosess som består av to isotermer og to isokorer (se fig.).

- Bestem endring i indre energi samt arbeid og varme involvert i hvert trinn i prosessen; angi spesielt hvorvidt varme tilføres eller fjernes fra gassen og om arbeid utføres av eller på gassen.
- Finn virkningsgraden  $\eta$  for prosessen uttrykt ved gitte størrelser ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $n$  og  $R$ ). Se igjen figur.
- Sterling-motoren bygger på prosessen ovenfor med én modifikasjon: Varmemengden  $Q_{d-a}$  regenereres (100%) og føres tilbake til gassen i trinn b-c.

Hva blir nå virkningsgraden  $\eta_s$ ?

Hvorledes endres  $\eta_s$  med en to-atomig gass som arbeidssubstans?

Gitt:  $C_v = \frac{3}{2} nR$  for enatomig gass.  $R$  er den molare gasskonstant.

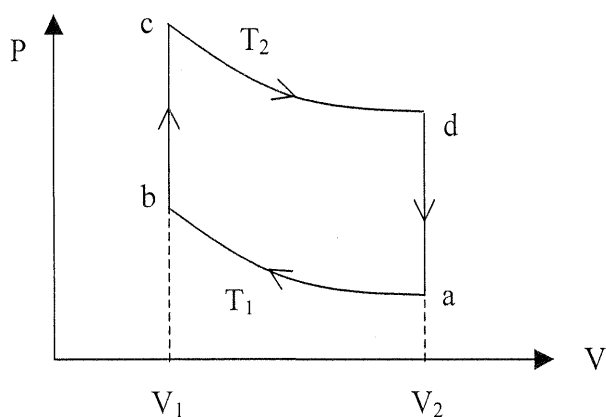


Fig.1a

## Oppgave 2

Første hovedsetning på differensiell form lyder:

$$dQ = dU + P dV \quad (1)$$

For en ideell enatomig gass har en fra kinetisk gassteori:

$$U = \frac{3}{2} PV \quad (2)$$

- Benytt disse ligningene til å finne sammenhengen mellom  $P$  og  $V$  for en adiabatisk prosess. Tip: Eliminer  $U$ .

b) Entropien av en <sup>e</sup>atomig gass er gitt ved:

$$S(V, T) = nR \ln [T^{3/2} V] + S_0 \quad (3)$$

der  $S_0$  er en konstant.

Kan du benytte dette uttrykket til å kontrollere resultatet fra pkt. a) ?

Kan du gi en mikroskopisk forklaring på at  $S$  øker med så vel  $V$  som med  $T$  ?

### Oppgave 3

To like faste legemer, hvert med varmekapasitet  $C$ , har opprinnelig temperaturer h.h.v.  $T_1$  og  $T_2$ . Legemene bringes i kontakt og får på grunn av varmeledning omsider en felles likevektstemperatur.

a) Prosessen er irreversibel og de tilstandsvariable er udefinerte underveis. Forklar hvorledes vi likevel kan beregne systemets entropendring  $\Delta S$ . Finn  $\Delta S$  uttrykt med gitte størrelser.

b) Diskuter hvorledes  $\Delta S$  avhenger av forholdet  $x = \frac{T_2}{T_1}$  (gjerne med skisse).

Hvilken forskjell gjør det om  $T_2$  er større eller mindre enn  $T_1$  ?

### Oppgave 4

a) Redegjør for hovedtrekkene i Planck's strålingslov. Gi eksempler på anvendelse. (Veiledende: 1/2 side.)

b) En uheldig romfarer har mistet kontakten med sitt romskip og blir drivende i verdensrommet der temperaturen er nær det absolutte nullpunkt. På grunn av utstrålingen vil romfarerens teperatur  $T$  avta fra den opprinnelige temperaturen  $T_0$ . Still opp differensialligningen for  $T$  når følgende størrelser er gitt for romfareren:

Areal:	$A \approx 1 \text{ m}^2$
Emissivitet:	$\varepsilon = 1$
Varmekapasitet:	$C = 4 \cdot 10^5 \text{ J/K}$

Stephan-Boltzmann's konstant er:  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$

Integrer ligningen og finn  $T$  som en funksjon av tiden som er gått siden romfareren forlot romskipet. Anta at  $T_0 = 310 \text{ K}$  ( $= 37 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Hvor lang tid tar det før temperaturen har falt til  $273 \text{ K}$  ( $= 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ) ?