

UNIVERSITETET I TRONDHEIM
NORGES TEKNISKE HØGSKOLE
INSTITUTT FOR FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen:
Professor J.S.Høye
Tlf. 3654

EKSAMEN I FAG 74305 TERMISK FYSIKK

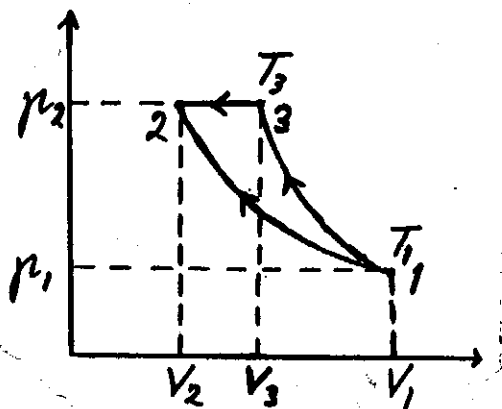
Mandag 19. august 1991

kl.0900-1500

Tillatte hjelpemidler: Rottmann: Mathematische Formelsammlung
Barnett og Cronin: Mathematical Formulae
Godkjent kalkulator

Oppgave 1

a)



En ideell gass med gitt volum V_1 skal komprimeres fra trykket p_1 til trykket p_2 med samme temperatur T_1 . Vi vil betrakte to alternativer. Det ene er å komprimere isotermt fra 1 til 2 på figuren. Det andre er å komprimere adiabatisk fra 1 til 3 på figuren, og deretter avkjøle fra 3 til 2 ved konstant trykk p_2 .

Hva blir volumene V_2 og V_3 og temperaturen T_3 når V_1 , T_1 , p_1 og p_2 og adiabatkonstanten γ er gitt?

- b) Beregn utført arbeid W_I (< 0 når $p_2 > p_1$) ved den isoterme prosessen fra 1 til 2. Beregn også utført arbeid W_A ved den adiabatiske prosessen fra 1 til 3. Adder så arbeidet fra 3 til 2, og bestem så samlet utført arbeid W_S for prosessen fra 1 til 2 via 3. (Anta reversible prosesser.)

Motoren som skal drive kompressoren behøver ikke gjøre hele arbeidet W_I eller W_S alene. Omgivelsene som har trykket p_1 vil også bidra. Hvor stort arbeid W_0 (< 0) blir gjort mot omgivelsene?

Hva blir de numeriske verdiene til W_I , W_S og W_0 når $p_1 = 1 \text{ atm}$, $p_2 = 3 \text{ atm}$, $V_1 = 50 \text{ dm}^3$ og $\gamma = 1,4$ ($1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$)?

- c) Hva er endringene i den indre energi ΔU_{12} , ΔU_{13} og ΔU_{32} for de 3 forskjellige arbeidstrinnene på figuren?
Hva er de tilhørende endringene ΔS_{12} , ΔS_{13} og ΔS_{32} i entropien til gassen?
Varmen som avgis ved prosessen fra 3 til 2 avgis til omgivelsene som har temperaturen T_1 . Hvor stor er endringen ΔS_0 i entropien til omgivelsene ved denne siste prosessen? (Uttrykk svarene på spørsmål c) v.h.a. W_I , W_A , W_S og T_1 alene.).

Oppgitt for ideell gass: $pV = nRT$
 $pV^\gamma = p_0 V_0^\gamma$.

Oppgave 2

- a) Hva er likevektsbetingelsene på temperatur, trykk og kjemisk potensial for et system i likevekt?
Når fast stoff løses opp i en væske vil frysepunktet senkes.
Uttrykket for denne frysepunktsnedsettelsen ΔT blir

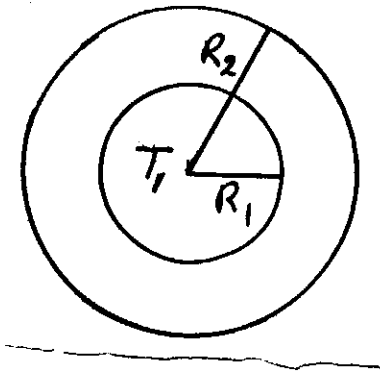
$$\Delta T = - \frac{RT^2}{Q} x_s$$

for en fortynnet oppløsning når oppløseligheten i den faste fasen av tilsatt stoff kan neglisjeres. Hva er R , Q og x_s ? Utled dette uttrykket.

- b) 20g koksalt (NaCl) løses i 1l vatn. Anta at NaCl dissosierer fullstendig i Na^+ og Cl^- ioner. Beregn så frysepunktsnedsettelsen etter uttrykket ovenfor.

Oppgitt: $R = 1,98 \text{ cal/deg mol}$ og $Q = 79,1 \text{ cal/g}$.

Molekylvekten for vatn er 18 og for NaCl er den 58,5.

Oppgave 3

En kule med radius R_1 holdes på en konstant temperatur T_1 .

Kulen er omgitt av en varmeisolerende kule med ytre radius R_2 .

Varmeledningsevnen til denne ytre kule er κ . Den indre kule avgir en konstant effekt P til den ytre.

Sett opp uttrykkene som knytter varmestrømtettheten $j(r)$ til henholdsvis temperaturgradienten og effekten P for $R_1 < r < R_2$, der r er avstand fra kulesentrene.

Bestem temperaturen $T = T(r)$ for $R_1 < r < R_2$.

Hva blir temperaturen T_2 på den ytre kuleflaten ved $r = R_2$

når $T_1 = 30^\circ\text{C}$, $P = 10\text{ W}$, $R_1 = 10\text{ cm}$, $R_2 = 20\text{ cm}$ og $\kappa = 0,8\text{ J/ms}\kappa$.