

**EKSAMEN I FY1005 og TFY4165 TERMISK FYSIKK:
LØSNINGSFORSLAG**

Mandag 12. august 2013 kl. 0900 - 1300

Oppgave 1. Ti flervalgsoppgaver. (Poeng: 2 pr oppgave)

a. C.

b. C.

c. C.

d. C.

e. C.

f. A. $W = p_0 V_0 = 8 \cdot 1.013 \cdot 10^5 \cdot 7 \cdot 10^{-3} \text{ J} = 5.7 \text{ kJ}$

g. B.

h. B.

i. B. $pV \rightarrow 2pV$, dvs $T \rightarrow 2T$, dvs $v \rightarrow \sqrt{2}v$ ettersom $v \sim \sqrt{T}$

j. B. C_V pr partikkel er av størrelsesorden k_B

Oppgave 2. Kretsprosess. (Poeng: 5+5+5+5)

a. $C_V = (3 + 3) \cdot nR/2 = 3nR$ pga 3 kvadratiske translasjons- og 3 kvadratiske rotasjonsfrihetsgrader. $C_p = C_V + nR = 4nR$, og dermed $\gamma = 4/3$.

b. $Q = 0 = dU + pdV = C_V dT + (nRT/V)dV = C_V dT + (C_p - C_V)TdV/V$ som gir $dT/T + (\gamma - 1)dV/V = 0$, hvorefter integrasjon gir $\ln(TV^{\gamma-1}) = \text{konstant}$, dvs $TV^{\gamma-1} = \text{konstant}$.

c. Her er det diverse sammenhenger som leder fram til svaret:

$$T_1(\alpha V_0)^{\gamma-1} = T_2 V_0^{\gamma-1}$$

$$T_4(\alpha V_0)^{\gamma-1} = T_3 V_0^{\gamma-1}$$

$$Q_{23} = C_V(T_3 - T_2) \quad ; \quad Q_{41} = C_V(T_1 - T_4) = -C_V(T_4 - T_1)$$

$$W = Q_{23} + Q_{41} \quad ; \quad \eta = W/Q_{23} = 1 + Q_{41}/Q_{23}$$

$$Q_{41}/Q_{23} = (T_1 - T_4)/(T_3 - T_2) = -(T_4 - T_1)/(T_3 - T_2) = -T_4/T_3$$

siden $T_1/T_4 = T_2/T_3$. Dermed er $\eta = 1 - T_4/T_3 = 1 - \alpha^{1-\gamma}$.

d. $T_1 = 293$ K og vi kan tillate inntil $T_2 = 673$ K. Dermed: $\alpha = (T_2/T_1)^3 = 12.1$.

Oppgave 3. Varmetransport. (Poeng: 5+5+5)

a. $j_\kappa dx = \beta \sqrt{T} dT$ som integreres til

$$j_\kappa = (2\beta/3L)(T_1^{3/2} - T_2^{3/2})$$

b. $j_{\text{rad}} = \sigma(T_1^4 - T_2^4)$

c. Innsetting av tallverdier gir 78 W/m^2 pga varmeledning og 186 W/m^2 pga stråling.

Oppgave 4. Ideell paramagnet. (Poeng: 5+5+5)

a. $C = 1/Z = (e^x + e^{-x})^{-1}$ gir $p(1) + p(-1) = 1$. $Z = 1/C = 2 \cosh x$.

b. $\langle \mu \rangle = \mu_B p(1) - \mu_B p(-1) = \mu_B \tanh x$. Når $x \ll 1$ er $\tanh x \simeq x$ og $m \simeq \mu_B B/k_B T$, dvs proporsjonal med $1/T$, Curies lov.

c. $x \gg 1$ gir $\tanh x \simeq 1$ og dermed $m \simeq 1$. Da er $\sigma \simeq 0$. Som ventet: $\Omega = 1$ mikrokonfigurasjon, med alle spinn i samme retning som det ytre magnetfeltet.

$x = 0$: Da er $m = 0$ og $\sigma = k_B \ln 2$. Som ventet: To like sannsynlige mikrokonfigurasjoner pr spinn (opp eller ned) uten et ytre magnetfelt.

Oppgave 5. Maxwells hastighetsfordeling. (Poeng: 5+5+10)

Se numerikkøving.