

Institutt for fysikk, NTNU

TFY4106 Fysikk for MTBYGG, MTING, høsten 2013.

Regneøving 12.

(Veiledning: Onsdag 13. november kl. 16.15-18.00.)

Emne er termodynamiske kretsprosesser.

Oppgave 1. Bensinmotor

En bensinmotor forbruker 8 kJ varme og leverer 2 kJ per syklus. Varmen fåes ved forbrenning av bensin med forbrenningsvarme 46 kJ/g.

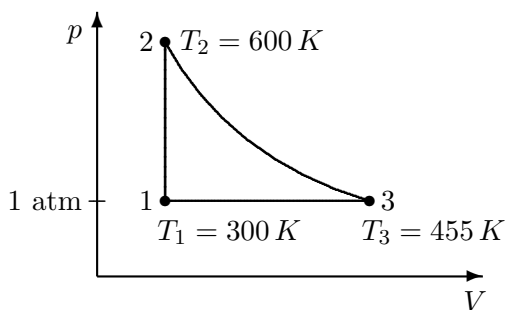
- Hva er den termiske virkningsgrad e ?
- Hvor stor varmemengde Q_C tapes per syklus?
- Hvor mye bensin (kg) forbrennes per syklus?
- Hvis motoren gjennomløper 80 sykler per sekund, hva er levert effekt i watt?
(Tallsvar 25%, 6 kJ, 174 mg, 160 kW)

Oppgave 2: Otto-syklus

For en Otto-motor med $\gamma = C_p/C_v = 1,4$ og kompresjon $r = 8$ er temperaturen på bensin-luft blandingen før kompresjonen starter $T_a = 22^\circ\text{C}$.

- Hva er temperaturen T_b etter kompresjonen (og før tenning)? (Tallsvar 678 K)
- Initialtrykket til bensin-luft blandingen er $p_a = 85\text{ kPa}$, det vil si litt lavere enn atmosfæretrykk. Hva er trykket p_b etter kompresjonen? (Tallsvar 1,56 MPa)

Oppgave 3. Syklisk varmekraftmaskin



Ei varmekraftmaskin tar 0,2 mol av en énatomig, ideell gass ($\gamma = 5/3$) gjennom kretsprosessen vist i pV -diagrammet til venstre. Prosessen $1 \rightarrow 2$ er isokor ($V=\text{konst.}$), prosessen $2 \rightarrow 3$ er adiabatisk ($\Delta Q = 0$), og prosessen $3 \rightarrow 1$ er isobar ($p=\text{konst.}$) med trykk 1 atm.

- Finn trykk og volum i tilstandene 1, 2 og 3. (Tallsvar 4,94 liter, 7,49 liter, 2 atm)
- Beregn varmemengde Q , arbeid W og forandring i indre energi ΔU for hver av de tre prosessene. (Tallsvar 748, 0, 748; 0, 361, -361; -644, -257, -387 [J])
- Finn netto arbeid utført av gassen i en syklus. (Tallsvar 104 J)
- Finn netto varmemengde tilført maskina i en syklus. (Tallsvar 104 J)
- Hva er den termiske virkningsgrad e ? (Tallsvar: 0,139)

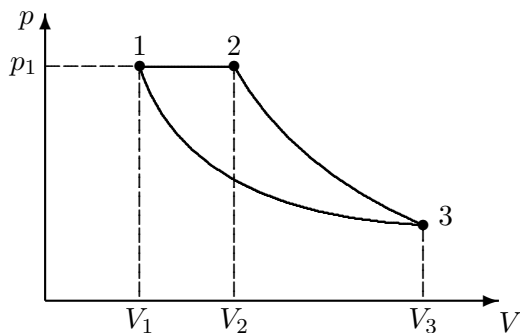
Oppgave 4: Carnot ismaskin

Ei maskin for produksjon av isterninger arbeider som ei Carnot-maskin. Den fjerner varme fra vann ved 0°C , og dumper varmen ved romtemperatur på 22°C . Anta at 40 kg vann ved 0°C omdannes til is ved samme temperatur. Smeltevarmen for is er $L = 334 \text{ kJ/kg}$.

- Hvor mye varme tilføres rommet? (Tall svar 14,44 MJ)
- Og hvor mye energi må tilføres ismaskina? (Tall svar 1,08 MJ)

Oppgave 5: Termodynamisk kretsprosess

(fra eksamen i Fysikk 1 for bygg 10.6.95 – litt omarbeidet)



To mol av en énatomig ideell gass gjennomløper prosessen vist i figuren til venstre. Gassen har i tilstand [1] volum V_1 , temperatur T_1 og trykk p_1 . Gassen utvider seg så ved konstant trykk $[1 \rightarrow 2]$ til volum $V_2 = 2V_1$, og gjennomløper deretter en adiabatisk prosess $[2 \rightarrow 3]$ til temperaturen har kommet tilbake til sin opprinnelige verdi, $T_3 = T_1$. Tilslutt føres gassen tilbake til begynnelsestilstanden via en isoterm prosess $[3 \rightarrow 1]$.

- For en énatomig ideell gass ved *konstant volum* er varmekapasiteten per mol $C_v = 3R/2$, hvor R er gasskonstanten, $R = 8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$. Vis - ved bruk av gassloven $pV = nRT$ og varmelærens 1. hovedsetning $dQ = dU + p dV$ at forholdet mellom varmekapasiteten ved konstant trykk og ved konstant volum da blir $\gamma = C_p/C_v = 5/3$.
- For en idell gass gjelder for en adiabatisk tilstandsforandring sammenhengene $TV^{\gamma-1} = \text{konstant}$. Vis dette.
- Betrakt nå prosessen vist i figur 2, og finn trykk, temperatur og volum i tilstandene [2] og [3] uttrykt ved p_1 , V_1 og T_1 .
- Beregn varmemengden Q_{13} som tilføres gassen i prosessen $[1 \rightarrow 2 \rightarrow 3]$, og totalt arbeid $W = W_{12} + W_{23} + W_{31}$ som utføres av gassen i én syklus.