

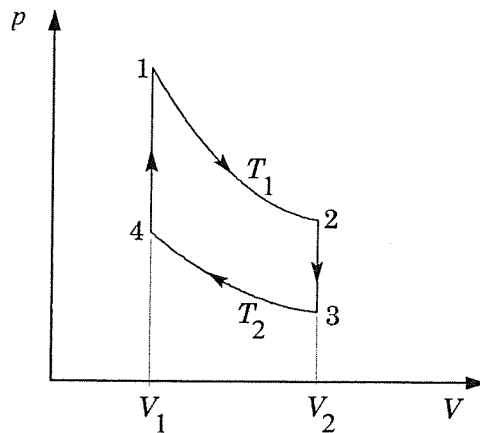
S-114.425, Fysiikka III (Sf) II välikoe 1.11.2004

1. Carnot'n koneen työaineena on ideaalikaasu, jonka $c_V = 3R/2$. Isotermisessä laajenemisessa kaasun tilavuus kaksinkertaistuu. Adiabaattisessa laajenemisessa lopputilavuuden suhde alkutilavuuteen on 5,7. Kone tekee kierroksella työn 0,90 MJ. Laske lämpövarastojen lämpötilat, joiden välillä kone toimii. Kaasua on 1,0 kmol

2. Ideaalikaasu, jonka adiabaattivakio γ tunnetaan, suorittaa kierto-prosessia, joka koostuu kahdesta isotermistä ja kahdesta isokoorista. Isotermiset prosessit tapahtuvat lämpötiloissa T_1 ja T_2 ($T_1 > T_2$) ja isokooriset prosessit tilavuuksissa V_1 ja V_2 ($V_2 = eV_1$). Määritä kierto-prosessin hyötösuhde.

isoterminen : $Q = \nu R \ln \frac{V_2}{V_1}$

isokoorinen : $Q = \nu c_V \ln \frac{T_2}{T_1}$



3. Yksi mooli yksiatomista ideaalikaasua laajenee lämpöeristetyksi siten, että kaasun tilavuus kaksinkertaistuu. Prosessi ei ole välttämättä kvasistaattinen eikä reversiibeli. Oletetaan kuitenkin, että siihen ei liity häviöitä (kitkaa). Kaasun laajeneminen on välimuoto vapaan purkautumisen ja kvasistaattisen laajenemisen välillä. Mitkä ovat ylä- ja alaraja a) kaasun tekemälle työlle ja b) kaasun entropian muutokselle? Kaasun lämpötila ennen laajenemista on T_1 .

4. Yksi mooli happea on aluksi 1,0 l tilavuudessa ja 300 K lämpötilassa. Kaasu pääsee purkautumaan vapaasti hanan kautta 20 l suuruiseen tyhjiään tilaan. Kaasu on lämpöeristetty laajenemisen aikana. Mikä on kaasun lämpötila kun kaasu on jälleen tasapainossa lopputilavuuden ollessa 21 l. Oletetaan, että kaasu noudattaa van Der Waalsin tilanyhtälöä, jolloin sen sisäenergia voidaan esittää muodossa

$U = \nu c_V T + \text{molekyylien vuorovaikutusenergia} + \text{vakio}$. $p = \frac{\nu RT}{V - \nu b'} - a' \left(\frac{\nu}{V}\right)^2$

Van der Waalsin voimista aiheutuva vuorovaikutusparametri $a' = 0,137 \text{ Pam}^6/\text{mol}^2$.

5. Adiabaattisessa tilanmuutoksessa pätee ideaalikaasulle $pV^\gamma = \text{vakio}$. Johda vastaava yhtälö Van der Waalsin kaasulle. Ohje: Käytä sisäenergialle lauseketta

$U_m = c_V T - a'/V_m + \text{vakio}$ ja apuneuvona yhtälöä: $c_V \left(\frac{\partial T}{\partial V_m}\right)_S = - \left[\left(\frac{\partial U_m}{\partial V_m}\right)_T + p \right]$.

VAKIOITA

$m_e = 9,1091 \times 10^{-31} \text{ kg}$	$m_p = 1,6725 \times 10^{-27} \text{ kg}$	$m_n = 1,6748 \times 10^{-27} \text{ kg}$	$\text{amu} = 1,6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$
$e = 1,6021 \times 10^{-19} \text{ C}$	$c = 2,9979 \times 10^8 \text{ m/s}$	$\hbar = 1,0545 \times 10^{-34} \text{ Js}$	$\mu_B = 9,2732 \times 10^{-24} \text{ JT}^{-1}$
$\epsilon_0 = 8,8544 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$	$K_e = 1/4\pi\epsilon_0$	$\mu_0 = 1,2566 \times 10^{-6} \text{ mkgC}^{-2}$	$K_m = \mu_0/4\pi$
$\gamma = 6,670 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$	$N_A = 6,0225 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	$R = 8,3143 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$	$k = 1,3805 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$