



NYNORSK

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

EKSAMEN I EMNE TFY4165 TERMISK FYSIKK

Mandag 9. Aug. 2004.
Kl. 09-14.

Tillette hjelperad: Alternativ C

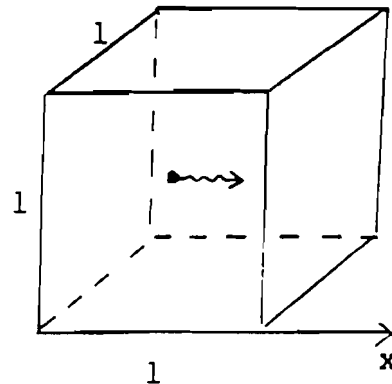
Alternativ C: Spesifiserte trykte og handskrevne hjelperad. Bestemt, enkel kalkulator. Matematiske formelsamlinger.

Oppgaver: Sjå vedlegg.

Oppgave 1

Et foton med energi E er innestengt i et kubisk volum $V=l^3$.

Anta at fotonet beveger seg frem og tilbake i x-retning og at det reflekteres uten energitap fra veggene.



a) Hvilken impulsmengde q overføres til en vegg hver gang den reflekterer fotonet? Hvilket trykk P_1 vil fotonet utøve på veggen (i tidsmiddel)?

Anta nå N identiske fotoner i volumet og at alle bevegelsesretninger er like sannsynlige. Vis at trykket P på veggene nå oppfyller ligning

$$PV = \frac{1}{3}U \quad (1)$$

der U er den totale energi av de N fotonene (dvs. den indre energi av "fotongassen" i V).

b) Definer en adiabatisk prosess og skriv ned varmelærens første hovedsetning for en slik prosess.

Benytt første hovedsetning samt resultatet (1) fra punkt a) til å vise at for den adiabatiske tilstandsforandring gjelder

$$PV^{4/3} = \text{konst.}$$

(Tip: Eliminer U)

c) En fotongass utvider seg adiabatisk fra volumet V_1 til et volum $V_2 = \alpha V_1$. Beregn det arbeid W som fotongassen utfører på omgivelsene under ekspansjonen og vis at forholdet W/U_1 er en funksjon av ekspansjonsforholdet α alene. Hvorfra tas den energien som arbeidet representerer?

Oppgave 2.

- a) Hva forstår vi med et legemes varmekapasitet? Hvorfor må varmekapasiteten ved konstant trykk C_p være større enn varmekapasiteten ved konstant volum C_v ?

For n mol av en enatomig ideell gass, er den indre energien gitt ved

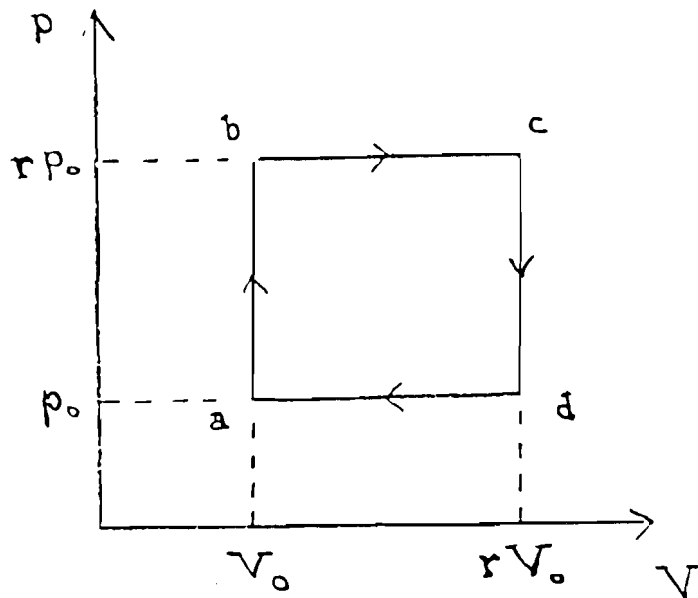
$$U = \frac{3}{2}nRT$$

der R er den molare gasskonstant og T er den absolutte temperaturen. Hva blir C_v og C_p for denne gasmengden?

Tip: Benytt 1. hovedsats samt tilstandsligning.

- b) Den beskrevne gasmengden gjennomgår en syklisk prosess $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$, illustrert i p - V -diagrammet. Størrelsen r er ett tall.

Forklar uten regning hvorfor det i noen deler (hvilke) av prosessen må tilføres varme, mens det i andre deler (hvilke) må tas varme fra gassen.



- c) Finn de tilførte varmemengder og uttrykk dem ved p_0 og V_0 . Hva blir den totale tilførte varmemengde Q under kretsprosessen.
- d) Hvilket arbeid W utfører gassen under kretsprosessen. Hvorfor er det naturlig å definere prosessens virkningsgrad ved forholdet $\eta = W/Q$? Hva blir η i dette tilfelle når vi velger $r = 2$.

Oppgave 3.

- a) To mol av en ideell toatomig gass tredobler sitt volum ved en reversibel prosess.

Finn uttrykk for gassens entropi-endring når prosessen er

1: Adiabatisk. 2: Isoterm. 3: Isobar.

Skisser prosessene i et $P - V$ diagram.

Gitt: Varmekapasiteter for toatomig gass: $C_v = \frac{5}{2} nR$ $C_p = \frac{7}{2} nR$

- b) Et bildekk inneholder ca. 2 mol luft (tilnærmet toatomig) og har et overtrykk på ca. 2 atmosfærer ($1 \text{ atm} \approx 1 \text{ kp/cm}^2$). En uheldig bilist har kjørt over en spiker og i løpet av natten lekker luft ut av dekket slik at overtrykket reduseres til null. Med hvilken faktor øker dekk-luftens volum som følge av lekkasjen? Anta at temperaturen er konstant.

Tenk deg nå en reversibel prosess som fører dekk-luften til samme slutt-tilstand. Hvilket arbeid W^{rev} utfører dekk-luften på omgivelsene og hva blir dens entropi-endring ΔS^{rev} under denne prosessen? Hva blir entropi-endringen under den virkelige (irreversible) lekkasjen?

- c. Entropien er et mål for graden av uorden i systemet eller for antall mikrotilstander (måter) w systemets tilstand kan realiseres på.
Kan du argumentere for at graden av uorden vokser under lekkasjen?
Beregn til slutt forholdet $w_{\text{etter}}/w_{\text{før}}$ for prosessen og kommenter resultatet.

Gitt:

Molare gasskonstant $R = 8,3 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$.

Avogadros tall $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.