

UNIVERSITETET I TRONDHEIM  
NORGES TEKNISKE HØGSKOLE  
INSTITUTT FOR ALMEN FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen:  
Navn: Johannes Bremer  
Tlf.: 3582

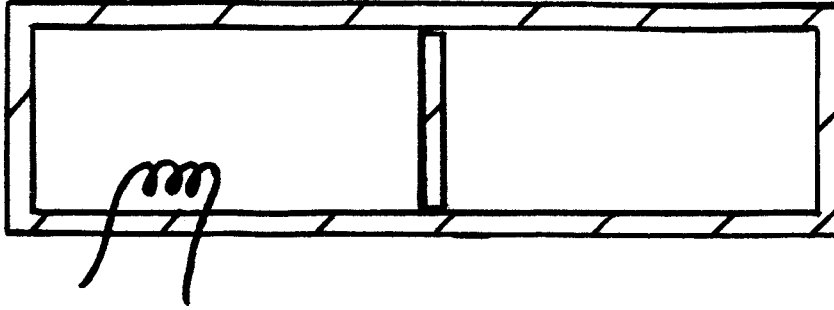
EKSAMEN I FAG 70515 FYSIKK FOR AVD. III 2. ÅRSKURS 1985/86.  
Mandag 13. januar 1986  
Tid: kl 0900 - 1500

Tillatte hjelpemidler: Godkjent lommekalkulator tillatt.  
K.J. Knutsen: Formler og data i fysikk.  
O.H. Jahren, K.J. Knutsen:  
Formelsamling - Matematikk.

De enkelte delspørsmålene er i stor grad uavhengige av hverandre. Det forlanges både formel- og tallsvar der det siste er mulig.

### Oppgave 1.

Figuren viser en sylinder med varmeisolerende vegger og et tettsluttende, friksjonsløst stempel som hindrer masse- og varmetransport mellom de to lukkede volumene. I hvert volum er det  $n = 2$  mol med nitrogengass ( $N_2$ ). Gassen oppfattes som ideell og begynnelsestilstanden karakteriseres ved at vi har likevekt ved temperaturen  $25^\circ\text{C}$ . Ved hjelp av en elektrisk glødespiral tilføres varme langsomt til venstre gassvolum inntil forholdet mellom det nye trykket og trykket i begynnelsestilstanden har antatt verdien  $27/8$ . Molar varmekapasitet ved konstant volum settes lik  $20.7 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$  for  $N_2$ . I oppgaven antas for enkelhets skyld at  $\gamma = C_p/C_v = 1.50$ .



- Forklar hvilken verdi en egentlig skulle vente for forholdet  $\gamma$  når en gass er ideell.
- Skissér pVT-flaten til nitrogen og tegn inn én isoterm og én adiabat for gassfasen.
- Beregn arbeidet som utføres på gassen i høyre gassvolum. Hva blir entropiforandringen for denne gassmengden?
- Beregn den totale energitilførselen til cylinderen.

### Oppgave 2.

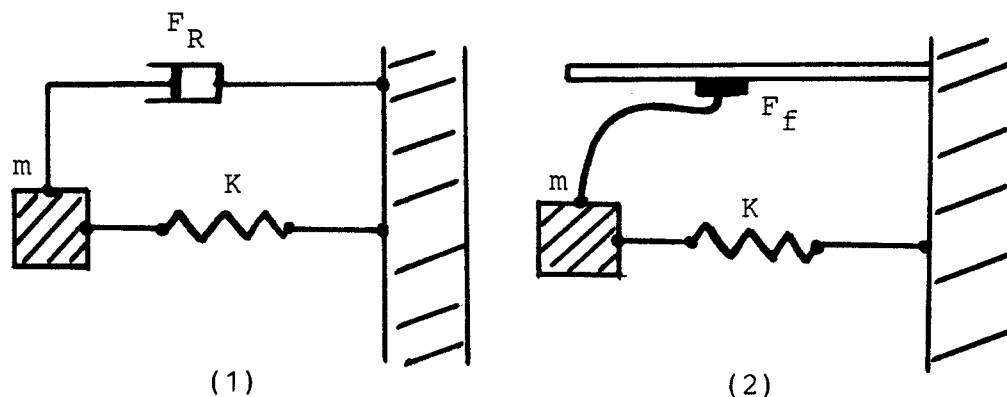
I tilknytning til en industriell produksjonsprosess skal det vurderes å bruke kuleformede stålbeholdere for lagring av en oppvarmet væske. Temperaturen på væsken skal holdes på  $T_1 = 70^\circ\text{C}$  ved hjelp av termostatstyrte varmeelementer, og beholderne skal plasseres i utsprengte fjellhaller hvor lufttemperaturen  $T_2 = 10^\circ\text{C}$ . Innvendig ( $r_1$ ) og utvendig ( $r_2$ ) radius på beholderveggene skal være  $r_1 = 2.0$  m og  $r_2 = 2.10$  m. Innvendig og utvendig overflate er på henholdsvis væske- og lufttemperatur. Varmeledningsevne og emisjonsevne for stål er gitt ved  $\lambda = 58$  W/(m·K) og  $\varepsilon = 0.7$ . Stefan-Boltzmanns konstant er lik  $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8}$  W/(m<sup>2</sup>K<sup>4</sup>).

- Forklar kort hvorfor det kan være gunstig å benytte kuleformede beholdere.
- Beregn temperaturen som funksjon av radius  $r$  for en beholder med en massiv vegg. Hvor stor effekttilførsel er nødvendig?

- c) En forsøksbeholder konstrueres av to konsentriske, tynne kuleskall. Hvilke transportmekanismer vil gjøre seg gjeldende ved forskjellige innbyrdes avstander mellom kuleskallene? (I c) (og d)) neglisjeres skalltykkelse samt varmeledning gjennom avstiverne mellom skallene.)
- d) Lufta mellom kuleskallene til beholderen under c) pumpes ut. Beregn varmetapet for en beholder av denne typen og sammenlign med svaret under b).

### Oppgave 3.

En harmonisk oscillator har en masse på  $m = 25 \text{ kg}$  og en fjærkonstant på  $K = 75 \text{ N/m}$ . Med uregelmessige tidsmellomrom blir oscillatoren utsatt for kraftstøt som medfører at massen blir skjøvet ut fra likevektsposisjonen  $x = 0$ . (Avstanden i tid ( $\tau$ ) mellom hvert kraftstøt oppfyller betingelsen  $\tau \gg \sqrt{m/K}$ .) I gjennomsnitt blir oscillatoren ved hvert støt gitt amplitudeverdien  $x_0 = \pm 0.20 \text{ m}$ . For i størst mulig grad å dempe de etterfølgende svingningene skal følgende to ((1) og (2)) dempemekanismer vurderes.



- a) I tilfelle (1) dempes oscillatoren av en viskøs dempekraft  $F_R = -R\dot{x}$ . Sett opp en bevegelseslikning som er gyldig i tida etter et kraftstøt. Hvor stor må  $R$  være for å få overdempning?
- b) Finn  $x$  som funksjon av  $t$  etter et kraftstøt når  $R = 100 \text{ kg/s}$ . (Tilfelle (1).)

- c) En alternativ dempemekanisme (tilfelle (2)) består av en justerbar, men konstant, friksjonskraft  $F_f$  som kommer istand ved at en arm klemmes mot et friksjonsbelegg. Hva blir svingelikningen for denne oscillatoren? (Likningen skal ikke løses.)
- d) Finn ved hjelp av en energibetraktning hvor stor friksjonskraften  $F_f$  må være for at oscillatoren skal komme til ro nøyaktig i posisjonen  $x = 0$ .