

Kontakt under eksamen:

Eivind Hiis Hauge

Telefon: 73 59 36 51 / 90 85 01 31

EKSAMEN TFY4115 FYSIKK
for MTEL og MTTK
11. desember 2007 kl. 0900 - 1300
Bokmål

Hjelpemiddel C

- K. Rottmann: Matematisk formelsamling
- Godkjent kalkulator, med tomt minne

Side 2-4: 4 oppgaver med tilsammen 14 punkt.

Vedlegg: 3 sider formler.

I dette oppgavesettet spørres det etter et omtrentlig tallsvar bare i Oppgave 1a. I alle de øvrige spørsmålene har svarene form av bokstavuttrykk eller korte kommentarer/diskusjoner. Alle enkeltpunktene teller i utgangspunktet likt, tilsammen 80% av totalen. De siste 20% er gitt av midtsemesterprøven i oktober 2007.

Svar først på de spørsmålene som er de letteste for deg! Mange av punktene kan besvares, helt eller delvis, uten at du kjenner svaret på de foregående punktene.

Oppgavesettet er utarbeidet av Eivind Hiis Hauge, og er sett gjennom av Jon Andreas Støvneng.

Sensuren kan ventes ved juletider.

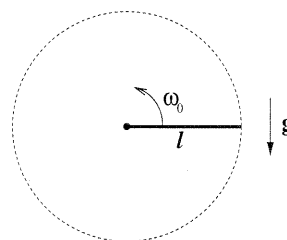
Oppgave 1: Tre spørsmål

a. En harmonisk oscillator med masse $m = 0.20 \text{ kg}$, dempningskonstant $b = 0.10 \text{ kg/s}$ og fjærkonstant $k = 4.0 \text{ N/m}$ settes i svingninger av en ytre oscillerende kraft (med konstant frekvens og amplitude) ved tida $t = 0$. Hvor lang tid vil det ta, grovt sett, før oscillatorens svingninger kan oppfattes som stasjonære, beskrevet av den inhomogene differensialligningens partikulære løsning: 0.1 s, 1 s, 10 s, 100 s eller 1000 s? Gi en kort begrunnelse for svaret.

b. En stille dag senhøstes, med klar, kald himmel og med lufttemperatur på noen få kuldegrader, skal du parkere en bil for noen timer. Du har valget mellom to ledige plasser: Én midt ute på en stor parkeringsplass, og én der bilens front står inn mot en husvegg. Du vil plassere bilen slik at sannsynligheten for en tidkrevende skrapejobb på bilens frontrute når bilen skal hentes, blir minst mulig. Hvilken plass velger du, og hvilke fysiske mekanismer er avgjørende for valget? Svar kort.

c. Varmeledningsevnen (κ) til gran er ca. 3 ganger så stor som varmeledningsevnen til steinull, mens varmekapasiteten pr. volumenhet (ρc) er ca. 50 ganger så stor for gran som for steinull. To hytter har samme veggtykkelse, tømmerhyttas vegg er i det vesentlige av gran, mens reisverkhyttas vegg i det vesentlige er steinull. Innetemperaturen er den samme og holdes konstant i begge hyttene. Så synker utetemperaturen raskt til et lavere nivå. Temperaturen midt inne i veggene vil da også synke. I hvilken vegg synker den raskest, i tømmerveggen eller i reisverksveggen? Gi en kort begrunnelse for svaret.

Oppgave 2

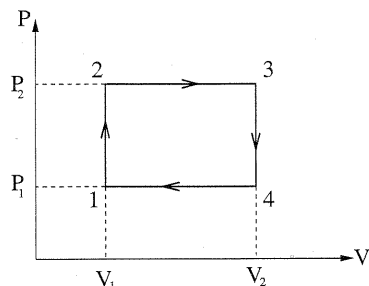


En lang, tynn og homogen stav med lengde ℓ og masse m roterer i vertikalplanet om sitt ene endepunkt med vinkelhastigheten ω_0 . Se figuren til venstre. Plutselig, ved $t = 0$, ryker opphenget i endepunktet akkurat idet staven er i horisontalposisjonen vist i figuren. Fra dette øyeblikk beveger staven seg fritt, bare påvirket av tyngdens gravitasjon g . Vi ser bort fra luftmotstanden.

a. Vis at umiddelbart etter at opphenget ryker, er stavens rotasjonsenergi 25% av dens totale bevegelsesenergi.

b. Ved $t = 0$ definerer vi tyngdepunktets vertikale posisjon som $z(0) = 0$. Finn et uttrykk, ved ω_0 , ℓ og g , for den maksimale verdi $z_{\max}$ for tyngdepunktets z -koordinat under stavens bevegelse.

Oppgave 3



Ett mol ideell gass gjennomgår en reversibel kretsprosess som består av to isokorer og to isobarer, se figuren til venstre. Den absolutte temperaturen i tilstand 1 er T_1 .

a. Uttrykk temperaturene i tilstandene 2, 3 og 4 ved hjelp av T_1 , trykkforholdet P_1/P_2 og volumforholdet V_1/V_2 .

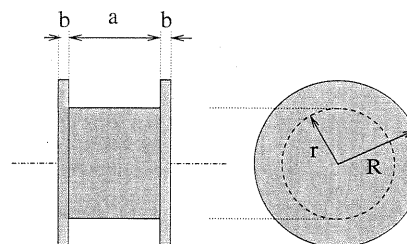
b. Ved hvilke deler av kretsprosessen vil den ideelle gassen absorbere varme, og ved hvilke deler vil den avgi varme? Uttrykk de tilførte og avgitte varmemengdene ved varmekapasiteter og temperaturdifferanser.

Den høyeste temperaturen i kretsprosessen er T_3 , heretter kalt T_v . Den laveste er T_1 , heretter kalt T_k . Anta i det følgende at $T_2 = T_4$.

c. Når $T_2 = T_4$, hvilken sammenheng gir det mellom trykkforholdet P_1/P_2 og volumforholdet V_1/V_2 ? Vi innfører for enkelthets skyld $x \equiv V_1/V_2$. Vis at med antakelsen $T_2 = T_4$ er $T_k/T_v = x^2$.

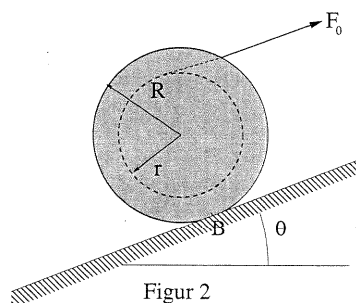
d. Definer virkningsgraden ε for kretsprosessen ovenfor, brukt som varmekraftmaskin. Bruk varmelærens første hovedsetning (termodynamikkens første lov) til å uttrykke ε ved tilførte og avgitte varmemengder. Med $T_2 = T_4$, finn virkningsgraden for denne kretsprosessen uttrykt ved x og γ (forholdet mellom varmekapasitetene: $\gamma = C_P/C_V$). Sammenlign til slutt den funne ε med virkningsgraden $\varepsilon_C = 1 - T_k/T_v = 1 - x^2$ for den tilsvarende Carnotprosessen mellom høyeste og laveste temperatur.

Oppgave 4



Figur 1

a. Bestem snellens masse M uttrykt ved ρ , a , b , r og R . Når snellens treghetsmoment om sylinderaksen skrives som $I_0 = \frac{1}{2} \sigma M R^2$, finn et uttrykk for $\sigma(\alpha, s)$, der $\alpha = a/2b$ og $s = r/R$.



Figur 2

Et sylindersymmetrisk legeme, heretter kalt snellen, har form og dimensjoner som vist i Figur 1. Snellen, både den indre sylinderen og flensene, har massetetthet ρ .

En tynn tråd, som vi kan regne som masseløs, festes til snellen og vikles noen ganger rundt den indre sylinderen. Snellen plasseres så på et skråplan med helning θ , som vist i Figur 2. Kraften F_0 trekker tråden oppover, parallelt med skråplanet, slik at snellen er i likevekt. I regningene nedenfor, uttrykk svarene ved massen M og σ , definert i pkt.a ovenfor. Bare for diskusjonen i pkt.d blir σ 's avhengighet av snelleparametrene interessant.

b. Skriv ned likevektsbetingelsene som må være oppfylte for at snellen skal holde seg i ro. Bruk betingelsene til å bestemme kraften F_0 , med den forutsetning at snellen ikke sklir i berøringspunktet B.

c. I berøringspunktet B virker, i likevekt, en friksjonskraft f_0 . Bestem denne kraftens størrelse og retning. Hvor stor må den statiske friksjonskoeffisienten μ_s mellom snelle og underlag være for at statisk likevekt skal være mulig ved den gitte helningsvinkelen θ ?

d. Kraften i enden av tråden (med samme retning som før) øker nå til $F (> F_0)$, slik at snellen akselererer oppover skråplanet. Vi forutsetter ren rulling. Bestem snellens tyngdepunktsakselerasjon a som funksjon av F , σ og s , samt parametrene M , θ og g .

e. Bestem også friksjonskraften f når snellen akselererer oppover skråplanet, mens vi fortsatt forutsetter ren rulling. Diskuter kvalitativt muligheten for at f kan skifte fortegn når F og forholdet $s = r/R$ varieres.