Kontinuasjonseksamen i fag TFY4106 Fysikk, den 13/8 – 08

Forslag til løsning

Oppgave 1

a) Ved å ta ut en indre sylinder blir massen til den hule sylinderen

$$m = M - M(R_i/R_y)^2 = M(1 - R_i^2/R_y^2)$$

slik at

$$M = m\frac{R_y^2}{R_y^2 - R_i^2}.$$

Treghetsmomentet blir følgelig

$$I = \frac{1}{2}\left(MR_y^2 - M\left(\frac{R_i}{R_y}\right)^2 R_i^2\right) = \frac{1}{2}M\frac{R_y^4 - R_i^4}{R_y^2}$$

$$= \frac{1}{2}m\frac{R_y^4 - R_i^4}{R_y^2 - R_i^2} = \underline{\underline{\frac{1}{2}m(R_y^2 + R_i^2)}} \quad (\text{dvs. } \gamma = \tfrac{1}{2})$$

b) Når massen m_1 henger i ro er strekket eller kraften i tauet den henger i gitt ved

$$F_1 = \underline{\underline{m_1 g}}$$

Dreiemomentet om trinseaksen vil være lik 0 slik at

$$F_2 R_2 = F_1 R_1$$

$$F_2 = F_1(R_1/R_2) = \underline{\underline{m_1 g\frac{R_1}{R_2}}}$$

Ved akselerasjon har en sammenhengene

$$a_1 = R_1\dot{\alpha} \quad \text{og} \quad a_2 = R_2\dot{\alpha}.$$

Kreftene i tauene blir dermed

$$F_1 = m_1(g - a_1) = m_1 g - m_1 R_1 \dot{\alpha}$$

$$F_2 = m_2 a_2 = m_2 R_2 \dot{\alpha}$$

Vinkelakselerasjonen er så bestemt av netto dreiemoment

$$I\dot{\alpha} = F_1 R_1 - F_2 R_2 = m_1 g R_1 - m_1 R_1^2\dot{\alpha} - m_2 R_2^2\dot{\alpha}$$

eller

$$\dot{\alpha} = \underline{\underline{\frac{m_1 g R_1}{I + m_1 R_1^2 + m_2 R_2^2}}}.$$

Oppgave 2

a) Lydintensitetsnivået er gitt ved

$$\beta = 10\lg(I/I_0) \qquad (\lg = \log_{10})$$

der $I_0 = 10^{-12}\,\text{W/m}^2$. Lydintensiteten ved avstanden R_1 blir følgelig

$$I_1 = I_0 \cdot 10^{\beta/10} = I_0 \cdot 10^{87/10} = 10^{-12}\,\text{W/m}^2 \cdot 10^{8,7}$$

$$= \underline{5{,}01 \cdot 10^{-4}\,\text{W/m}^2}$$

Lyden sendes ut gjennom en kuleflate med radius $R_1 = 12\,\text{m}$. Arealet til flaten er $A_1 = 4\pi R_1^2$. Utsendt lydeffekt fra kilden er følgelig

$$P = A_1 I_1 = 4\pi R_1^2 I_1 = 4\pi \cdot 12^2 \cdot 5{,}01 \cdot 10^{-4}\,\text{W} = \underline{\underline{0{,}907\,\text{W}}} \quad (\approx 0{,}9\,\text{W})$$

I avstanden R_2 er utsendt effekt P den samme mens kulearealet er endret til $A_2 = 4\pi R_2^2$. For lydintensiteten I_2 har en da følgelig

$$P = A_2 I_2 = A_1 I_1$$

$$I_2 = I_1 \frac{A_1}{A_2} = I_1 \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$$

Lydintensitetsnivået ved avstanden R_2 er så

$$\beta_2 = 10\lg\left(\frac{I_2}{I_0}\right) = 10\lg\left[\frac{I_1}{I_0}\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2\right]$$

$$= 10\lg\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 + 10\lg\left(\frac{I_1}{I_0}\right) = 20\lg(R_1/R_2) + \beta_1$$

$$\lg(R_1/R_2) = (\beta_2 - \beta_1)/20 = (72-87)/20 = \underline{-0{,}75}$$

$$R_2 = R_1 \cdot 10^{0{,}75} = 12\,\text{m} \cdot 5{,}62 = \underline{67{,}5\,\text{m}}$$

b) Frekvensene f_1 og f_2 til de 2 stemmegaflene er knyttet til svevefrekvensen Δf og midlere frekvens f ved

$$\Delta f = f_1 - f_2$$
$$f = \tfrac{1}{2}(f_1 + f_2)$$

På grunn av dopplereffekten vil de gi samme frekvens f_s når en løper mellom de. En har da

$$f_s = f_1\left(1 - \frac{v}{c}\right) = f_2\left(1 + \frac{v}{c}\right)$$

Dette bestemmer hastigheten v

$$f_1 - f_2 = (f_1 + f_2)\frac{v}{c}$$

$$v = c\frac{f_1 - f_2}{f_1 + f_2} = c\frac{\Delta f}{2f} = 345\,\text{m/s}\,\frac{4{,}0}{2 \cdot 262} = \underline{\underline{2{,}6\,\text{m/s}}} = \underline{\underline{9{,}5\,\text{km/time}}}.$$

Oppgave 3

a) Varmestrømmen gjennom veggen blir

$$\underline{I} = \lambda_t A \frac{\Delta T_t}{\Delta x_t} = 0{,}080\,\frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}\,60\,\text{m}^2 \cdot \frac{(20-8)^\circ\text{C}}{0{,}15\,\text{m}} = \underline{\underline{384\,\text{W}}}$$

Da I skal være uendret vil temperaturdifferensen ΔT_t være uendret. Samme varmestrøm gjennom tre og mineralull betyr da at

$$I = \lambda_t A \frac{\Delta T_t}{\Delta x_t} = \lambda_m A \frac{\Delta T_m}{\Delta x_m}$$

Fra dette finner en

$$\Delta T_m = \frac{\lambda_t}{\lambda_m}\frac{\Delta x_m}{\Delta x_t}\Delta T_t = \frac{0{,}080 \cdot 0{,}05}{0{,}040 \cdot 0{,}15}\Delta T_t = \underline{\tfrac{2}{3}\Delta T_t}.$$

Temperaturen på ytterveggen blir da

$$T_y = 8^\circ\text{C} - \tfrac{2}{3}(20-8)^\circ\text{C} = \underline{\underline{0^\circ\text{C}}}.$$

b) For adiabaten har en

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$$

$$V_2 = V_1\left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{1/\gamma} = 24\,\text{dm}^3 \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{1{,}4}} = \underline{\underline{10{,}95\,\text{dm}^3}}$$

Siden punktene 1 og 3 har samme temperatur har en for ideell gass

$$p_1 V_1 = p_2 V_3 \quad (= nRT_1)$$

$$V_3 = V_1 \frac{p_1}{p_2} = 24\,dm^3 \cdot \frac{1}{3} = \underline{\underline{8\,dm^3}}$$

Langs adiabaten har en videre

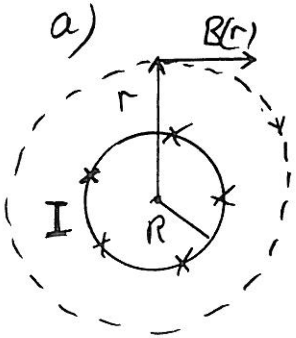
$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$$

slik at

$$T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = 290K \left(\frac{24}{10{,}95}\right)^{0{,}4} = \underline{\underline{397K.}}$$

Oppgave 4

a)



Hele strømmen er samlet på sylinderskallet. Dette betyr

$$I(r) = \begin{cases} 0, & r < R \\ I, & r > R \end{cases}$$

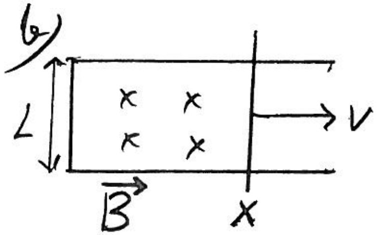
Benytter så Ampères lov og lar integrasjonssløyfa være en sirkel med radius r og en finner

$$\oint \vec{B}\, d\vec{l} = 2\pi r B = \mu_0 I(r)$$

$$B = \frac{I(r)}{2\pi} \frac{\mu_0}{r}$$

$$B = \begin{cases} 0, & r < R \\ \frac{\mu_0 I}{2\pi\, r}, & r > R. \end{cases}$$

b)



i) Arealet av sløyfen er

$$A = Lx$$

Med homogent magnetfelt blir da magnetisk fluks

$$\phi = BA = BLx$$

Indusert elektromotorisk spenning blir da

$$\mathcal{E} = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt}(BLx) = -\dot{B}Lx - BL\dot{x}.$$

Med $x = \text{konst}$ og $B = B_0 \sin\omega t$ får en så

$$\mathcal{E}_1 = -\frac{d}{dt}(B_0 \sin\omega t)Lx = \underline{\underline{-\omega B_0 L x \cos\omega t.}}$$

ii) Med konstant hastighet v og $B = B_0$ har en videre $x = x_0 + vt$ slik at

$$\mathcal{E}_2 = -B_0 L \frac{d}{dt}(x_0 + vt) = \underline{\underline{-BLv.}}$$

iii) Med konstant v og $B = B_0 \sin\omega t$ finner en dermed

$$\mathcal{E}_3 = -\omega B_0 L x \cos\omega t - B_0 L v \sin\omega t$$
$$= \underline{\underline{-(\omega x \cos\omega t + v \sin\omega t) B_0 L.}}$$