

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

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

Trehetsmomentet blir følgende

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

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

b) Når massen m henger i ro er strekhet eller kraften i tauet den henger i gitt ved

$$F_1 = \underline{m, g}$$

Dreiemomentet om trinseaksen vil være lik 0

slik at

$$F_2 R_2 = F_1 R_1$$

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

Ved akselerasjon har en sammenhengene

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

Kraftene i tauene blir dermed

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

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

Vinkelakselerasjonen er så bestemt av netto dreiemoment

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

eller

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

Oppgave 2

a) Lydintensitetsnivået er gitt ved

$$\beta = 10 \lg(I/I_0) \quad (\lg = \lg_{10})$$

der $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ lydintensiteten ved avstanden R_1 blir følgende

$$I_1 = I_0 \cdot 10^{\beta/10} = I_0 \cdot 10^{87/10} = 10^{-12} \text{ W/m}^2 \cdot 10^{8.7} \\ = \underline{5.01 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2}$$

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 følgende

$$P = A_1 I_1 = 4\pi R_1^2 I_1 = 4\pi \cdot 12^2 \cdot 5.01 \cdot 10^{-4} \text{ W} = \underline{0.907 \text{ W}} \quad (\approx 0.9 \text{ W})$$

(3)

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 følgende

$$P = A_2 I_2 = A_1 I_1$$

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

Lydintensitetsnivået ved avstanden R_2 er så

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

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

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

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

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

$$\Delta f = f_1 - f_2$$

$$f = \frac{1}{2}(f_1 + f_2)$$

På grunn av dopplereffekten vil de gi samme frekvens f_s når en lyser 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

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

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

(4)

Oppgave 3

a) Varmestrømmen gjennom veggen blir

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

Da I skal være uendret vil temperaturdifferensen ΔT_t være uendret. Samme varmelstrøm 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

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

Temperaturen på ytterveggen blir da

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

b) For adiabatene har en

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

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

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

$$p_1 V_1 = p_2 V_3 (= nRT)$$

⑤

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

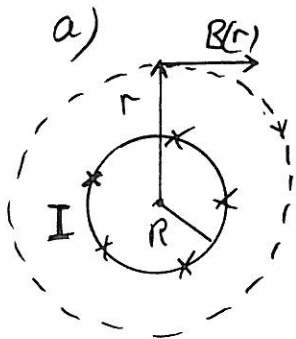
langs adiabatens har en videre

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

slik at

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

Oppgave 4



Hele strømmen er samlet på
sylinder skallet. Dette betyr

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

Benytter så Ampères lov og

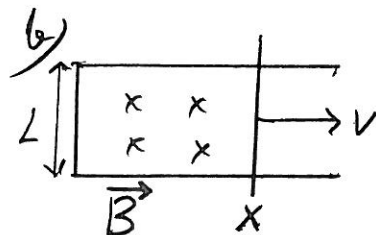
lar integrasjonsskylfa være en sirkel
med radius r og en finner

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

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

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

⑥



i) Arealet av sløyfen er

$$A = Lx$$

Med homogent magnet-

felt blir da magnetisk flukes

$$\Phi = BA = BLx$$

Indusert elektromotorisk spenning blir da

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{d}{dt}(BLx) = -B\dot{L}x - BL\dot{x}$$

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

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

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

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_3 &= -\omega B_0 Lx \cos \omega t - B_0 L v \sin \omega t \\ &= \underline{\underline{-(\omega x \cos \omega t + v \sin \omega t) B_0 L}} \end{aligned}$$