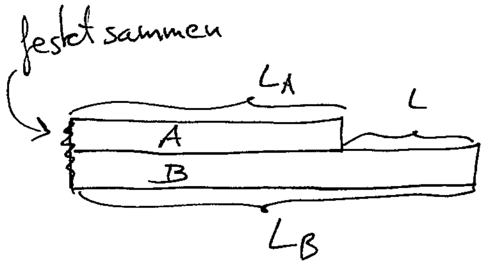
2april 09 Løsningsforslag Oblig 3 FO340E

Løsningsforslaget til eksamensoppgaven ligger på nettsiden til kurset.

oppg 8 (side 16)



$$L = L_B - L_A$$

$$\Delta L = \Delta L_B - \Delta L_A = L_B \cdot \alpha_B - L_A \cdot \alpha_A .$$

a) Vi får at $\Delta L = 0$ hvis og bare hvis

$$L_B \alpha_B = L_A \alpha_A .$$

Dette er ekvivalent til $\frac{L_A}{L_B} = \frac{\alpha_B}{\alpha_A}$ (del med $\alpha_A L_B \neq 0$).

b) A messing $\alpha = 21 \cdot 10^{-6} K^{-1}$

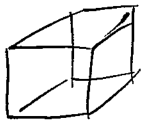
B jern $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} K^{-1}$

Hvis $L_A = 2.00$ m, (0°C) så er

$$L_B = \frac{\alpha_A}{\alpha_B} L_A = \frac{21 \cdot 10^{-6} K^{-1}}{12 \cdot 10^{-6} K^{-1}} \cdot 2.00\,m = \frac{7}{4} \cdot 2.00\,m$$

$= \underline{3.5\,m}$ ved 0°C (ikke grunnlag for flere desimaler her.)

oppg 11 (side 16)



Terning av aluminium

Sidelengden er 15cm.

Den varmes opp fra 10°C til 40°C

$$\Delta T = (40-10)\,^\circ C = 30\,^\circ C$$

Lengdeutvidnings koeffisienten til Aluminium

er $\alpha_{Al} = 24 \cdot 10^{-6}\, K^{-1}$, $\Delta L = \alpha_{Al} \cdot L \cdot \Delta T$

Volum $V = L^3$

$$\frac{\Delta V}{\Delta L} \approx 3L^2 \qquad (\text{når } \Delta L/L \text{ er liten})$$

$$\Delta V \approx 3L^2 \Delta L = 3L^2 \cdot L \cdot \alpha_{AL} \cdot \Delta T = 3\alpha_{Al} \cdot L^3 \cdot \Delta T$$

$$\Delta V \approx 3\alpha_{Al} \cdot V \cdot \Delta T$$

Volumutvidelsen er $\Delta V = 3 \cdot 24 \cdot 10^{-6}\, K^{-1} \cdot (0.15\,m)^3 \cdot 30\,K$

$$= 7.3 \cdot 10^{-6}\, m^3 = \underline{7.3\, cm^3}$$

Prosentvis endring i massetettheten:

$$\frac{\Delta V}{V} = 3 \cdot \alpha_{Al} \cdot \Delta T = 0.022 = \underline{\underline{2.2\%}}$$

Massetetthet er $\rho = \frac{\text{masse}}{\text{volum}}$. La M være massen til boksen

(uendret når T. endres). $\rho = \frac{M}{V}$

Endring i massetetthet: $\Delta\rho = \frac{M}{V+\Delta V} - \frac{M}{V}$

(geometrisk rekke $|\frac{\Delta V}{V}| < 1$)

$$\Delta\rho = \frac{M}{V}\left(\frac{1}{1+\frac{\Delta V}{V}} - 1\right) = \frac{M}{V}\left(1 - \frac{\Delta V}{V} + \left(\frac{\Delta V}{V}\right)^2 - + \cdots - 1\right)$$

$$\approx \frac{M}{V} \cdot \left(-\frac{\Delta V}{V}\right) = -\frac{M \cdot \Delta V}{V^2}$$ til første

orden i $\frac{\Delta V}{V}$.

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = \frac{-M\Delta V/V^2}{M/V} = -\frac{\Delta V}{V}$$

Prosentvis endring i massetetthet er $|-\frac{\Delta V}{V}| = \underline{\underline{2.2\%}}$ (avtagende)

OPPgave 12 (side 16)

Kobber mynt

Når temperaturen øker med 100°C ($\Delta T = 100 K$)

så er prosentvis økning i diameteren D

gitt ved $\frac{\Delta D}{D} = 0.18\% = \underline{0.0018}$

Prosentvis endring i arealet til ene siden er $2 \cdot \frac{\Delta D}{D} = 0.0036$
$= \underline{0.36\%}$

——— tykkelsen er $\frac{\Delta D}{D} = \underline{0.18\%}$

Volumet er $3 \cdot \frac{\Delta D}{D} = \underline{0.54\%}$

Det er ingen endring i massen til mynten så prosentvis endring i massen er 0.00%.

Lengdeutvidelses koeffisienten er $\alpha = \frac{\Delta D / \Delta T}{D}$

$= 0.0018 / 100 K = \underline{18 \cdot 10^{-6} K^{-1}}$

(Dette avviker litt fra utvidelseskoeff. for ren kobber: $17 \cdot 10^{-6} K^{-1}$.
En mulig forklaring er at kobbermynten ikke består av
ren kobber.)

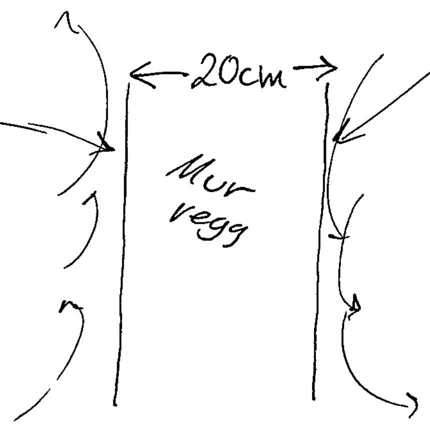
Oppgave 12 (side 56)

<u>Ute</u>

temperatur på ytterveggen T_U

<u>Inne</u>

temperatur T_i på innerveggen



Luft temp. 20°c

Varmeovergang mellom vegg, luft ute: $h_U = 8 W/m^2 K$

Varme gjennomgang

Varmeovergang mellom vegg, luft inne: $h_i = 4 W/K \cdot m^2$

Varmeledningsevnen til mur $\lambda = 0.6 \, W/m \cdot K$

Varmegjennomgangskoeffisienten (k-verdien) til en murvegg med tykkelse 0.20m er

$$k = \frac{\lambda}{0.20m} = \frac{0.6 \, W/mK}{0.20 \, m} = \underline{3 \, W/m^2 K}$$

Varmestrømmen gjennom murveggen er

$$\Phi = k \cdot A (T_i - T_U), \quad \text{hvor } A \text{ er arealet.}$$

Denne er lik varmeovergangen på begge sider av veggen:

$$\Phi = h_U \cdot A (T_U - (-15°c))$$
$$\Phi = h_i \cdot A (20°c - T_i)$$

Vi får at

$$\frac{\Phi}{A}\left[\frac{1}{h_U} + \frac{1}{k} + \frac{1}{h_i}\right] =$$
$$(T_U + 15 + (T_i - T_U) + (20 - T_i))K = \underline{35K} = \Delta T$$

c) Varmeoverføringskoeffisienten for veggen er

$$h = \frac{\Phi}{A \cdot \Delta T} = \left(\frac{1}{h_u} + \frac{1}{k} + \frac{1}{h_i}\right)^{-1}$$

$$= \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}\right)^{-1} \ Wm^{-2}K^{-1}$$

$$= \frac{24}{17} \ Wm^{-2}K^{-1}$$

$$\approx \underline{1.41 \ Wm^{-2}K^{-1}}$$

a) Varmestrøm per arealenhet gjennom veggen er

$$\frac{\Phi}{A} = h \cdot \Delta T = \frac{24}{17} \cdot 35 \ W/m^2$$

$$= \underline{\underline{49 \ W/m^2}} \qquad (49.4)$$

b) $\frac{\Phi}{A} = h_u (T_u + 15)$ så

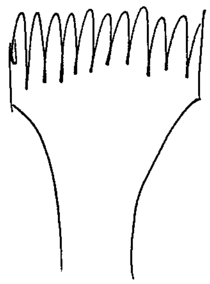
$$T_u = \frac{\Phi/A}{h_u} - 15°C = -8.8°C$$

$\frac{\Phi}{A} = h_i (20 - T_i)$ så

$$T_i = 20°C - \frac{\Phi/A}{h_i} = 20°C - 12.4 = \underline{\underline{7.6°C}}$$

Temperaturen på yttersiden av veggen er $-8.8°C$ og temperaturen på innsiden av veggen er $7.6°C$.

Oppgave 18 (side 56)



glødetråd

25W lyspære

Temperaturen til glødetråden er $T = 2450\,K$

$\varepsilon = 0.30$

areal

Varmestrålingen $\qquad \Phi = A \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4$

Stefan-Boltzmanns konst.

$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8}\,W/m^2K^4$

Overflatearealet til glødetråden A er

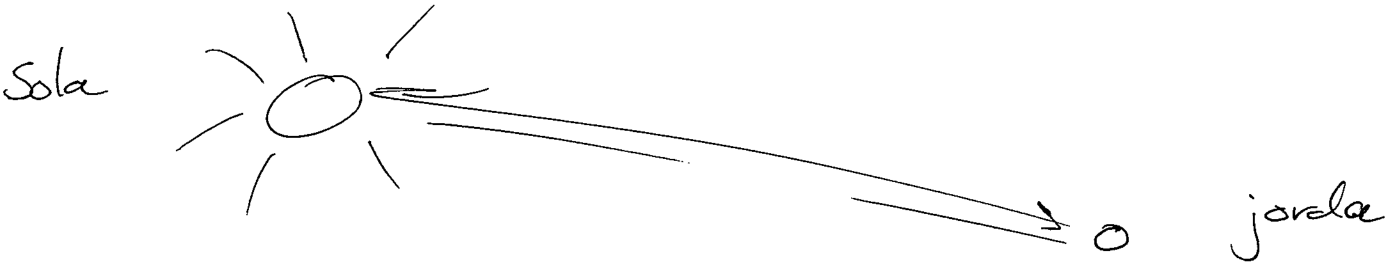
$$A = \Phi / \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4$$

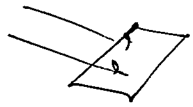
$$= \frac{25W}{0.3 \cdot 5.67 \cdot 10^{-8}\,W/m^2K^4 \cdot (2450K)^4}$$

$$= 4.1 \cdot 10^{-5}\,m^2$$

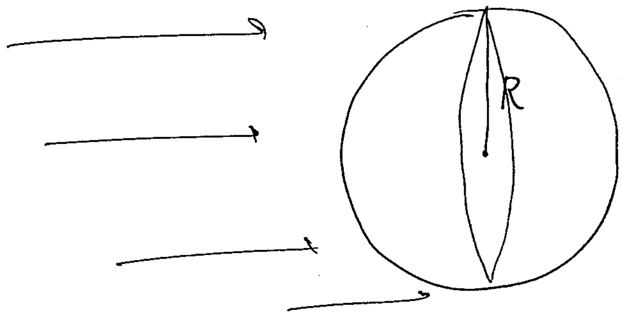
$$= \underline{\underline{0.41\,cm^2}}$$

Oppgave 19 (side 56)





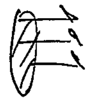
Stråling fra Sola på jorda per arealenhet når strålingen er vinkelrett på flaten er $\frac{\Phi}{A} = 1.3\,kW/m^2$



skugge

(Fluks inn

er lik fluks ut



Som er $\frac{\Phi}{A} \cdot \pi R^2$)

Total stråling på jorden fra solen (anta $\varepsilon = 1$) er

$$\frac{\Phi}{A} \cdot \underbrace{\pi \cdot R^2}_{\text{arealet}}.$$

Stråling fra jorden ($\varepsilon = 1$) er $\Phi = \overbrace{4\pi R^2}^{\text{overflate-areal}} \cdot \sigma \cdot T^4$

$$1300\,W/m^2 \cdot \pi R^2 = 4\pi R^2 \cdot \sigma \cdot T^4$$

Dette gir $T = \sqrt[4]{\frac{1300\,W/m^2}{4 \cdot \sigma}} = 275\,K = \underline{\underline{2^\circ C}}$

Så 2°C er et estimat på gjennomsnittstemperaturen på jordskorpa basert på at jordenstråling skal være lik strålingen den mottar fra sola.

Merk og at modellen ikke er så sensitiv til endringer i ε. (jorden er ikke et sort legeme).

Resultatet virker rimelig.

Hvis vi derimot antar at jorden mottar en stråling på 1300 W/m^2 over hele jordskorpen (Konstant sterkt solskin) så ville strålingen på jorden bli $\frac{\Phi}{A} \cdot 4\pi R^2$.

Dette ville kreve at temperaturen til jorden måtte økes til $\sqrt[4]{4} \cdot T = \sqrt{2} \cdot T = 389 K$

$= \underline{116\ °C}$

Det ville vært katastrofalt!