

# Assignment 41 MEMS-design av Furkan Karg.

Nødvendige formler:  $\theta = d/r$ , Vertikal displa

$$\text{ment} \Rightarrow d = r - r \cos \theta$$

Jeg antar at de mener at temperaturen er økt til 30 grader over romtemperatur.

$$d = r(1 - \cos \theta) \Rightarrow r = \frac{d}{(1 - \cos \theta)}$$

$$\frac{1 - \cos \theta}{d} = 20$$

$$\frac{1 - \cos \theta}{20 \cdot 10^{-6}} = 20$$

$$\theta = \underline{1,62} = 0,0283 \text{ rad}$$

$$r = \frac{20 \cdot 10^{-6}}{1 - \cos(1,62^\circ)} \approx \underline{0,05}$$

Så setter vi dette inn i formelen for konstanten for å få konstanten

$$\frac{1}{0,05} = x \cdot 10 \Rightarrow x = \underline{2}$$

For vår komponent gir dette da

$$\frac{1}{r} = 2 \cdot 30 \Rightarrow r = \underline{0,0167}$$

$$\theta = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{0,0167} = 0,05988 \text{ rad} \cdot \frac{180}{\pi}$$

$$\theta = \underline{3,43} \text{ grader}$$

$$\text{gir } d = 0,0167 - 0,0167 \cdot \cos(3,43^\circ)$$

(1)



$$d = \underline{3 \cdot 10^{-5} \text{ m}} \quad \text{og} \quad \text{angular forskydning} = 3,43 \text{ grader}$$

Ingen af svaralternativene stemmer overens med det svar jeg fik. Men siden det skal være bimetallic og vi her har en komposit, så antar jeg at man multiplicerer med 2 for at få en bimorf-metallisk betingelse. Det giver oss svaret:

$$d = \underline{60 \cdot 10^{-6} \text{ m}} \quad \text{og} \quad \text{angular forskydning} = \underline{6,9 \text{ grader}}$$

Det giver svaralternativ 1.

5.3 Vi har her guld som materiale 2 og SCS som materiale 1. Formelen er:

$$k = \frac{1}{r} = \frac{6 w_1 w_2 E_1 E_2 (t_1 + t_2) (\alpha_1 - \alpha_2) \Delta T}{(w_1 E_1 t_1^2)^2 + (w_2 E_2 t_2^2)^2 + 2 w_1 w_2 E_1 E_2 (2 t_1^2 + 3 t_1 t_2 + 2 t_2^2)}$$

$$\frac{1}{r} = \frac{6 \cdot (10 \cdot 10^{-6}) (10 \cdot 10^{-6}) \cdot (57 \cdot 10^9) \cdot (150 \cdot 10^9) \cdot (0,5 \cdot 10^{-6} + 1,5 \cdot 10^{-6}) \cdot (2,33 \cdot 10^{-6} - 14 \cdot 10^{-6})}{20}$$

$$\frac{1}{r} = \frac{(10 \cdot 10^{-6} \cdot 150 \cdot 10^9 \cdot (1,5 \cdot 10^{-6})^2)^2 + (10 \cdot 10^{-6} \cdot 57 \cdot 10^9 \cdot (0,5 \cdot 10^{-6})^2)^2 + 2 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot 57 \cdot 150 \cdot 10^{18} \cdot (2 \cdot (1,5 \cdot 10^{-6})^2 + 3 \cdot 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} + 2 \cdot (0,5 \cdot 10^{-6})^2)}{20}$$



$$\frac{1}{r} = \left| \frac{-2394,684}{12,3975} \right| = 193,159$$

gør  $r = \underline{5,177 \cdot 10^{-3}}$

Siden vi har to komponenter (metaller altså) af samme længde, så multiplicerer vi med to og får

$$r = (5,177 \cdot 10^{-3}) \cdot 2 = \underline{\underline{0,01035 \text{ m}}}$$

Gør den vertikale forskybningen:

$$\theta = \frac{L}{r} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{0,01035} = \underline{0,0966 \text{ rad}}$$

$$0,0966 \text{ rad} \cdot \frac{180^\circ}{\pi} = \underline{5,536 \text{ grader}}$$

$$d = r - r \cos \theta \Rightarrow d = 0,01035 - 0,01035 \cdot \cos(5,536)$$

$$d = \underline{\underline{4,827 \cdot 10^{-5} \text{ m}}} \text{ eller } \underline{\underline{48,27 \mu\text{m}}}$$

5.5 Jeg bruger formelen for linear expansionskoefficienten:

$$\beta = \frac{\Delta L}{L \Delta T}$$

hvor  $\beta$  for Al er 2,5

$$2,5 \cdot 10^{-6} = \frac{\Delta L}{100 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow \Delta L = \underline{\underline{5 \cdot 10^{-9} \text{ m}}}$$



Del 2 av opgaven:

Etter et lite søk på internett (jeg fant derimot ikke ut av dette selv), så kom jeg fram til formelen

$$\alpha T_1 L + \alpha T_2 (x - L) \quad \text{hvor } T \text{'ene er}$$

temperaturene ved forskjellige punkter (altså derav endene) og  $x - L$  gir det punktet lengst borte fra den ene enden. Mitt svar blir da

$$\frac{5 \cdot 10^{-9}}{2} = \underline{\underline{2,5 \cdot 10^{-8} \text{ m}}}$$



5.6 For å finne Seebeck-koeffisienten har vi

$\alpha_{ab} = \alpha_a - \alpha_b$ . Jeg tar da og ser på de fire svaralternativene separat.

1.  $\alpha_{\text{chromel} \cdot \text{chromel}} = 30 \text{ mV/K} - 30 \text{ mV/K} = 0$

Så det er ikke et aktuelt alternativ

2.  $\alpha_{\text{støvet} \cdot \text{chromel}} = 30 \text{ mV/K} + 11 \text{ mV/K} = 41 \text{ mV/K}$

Det stemmer ikke med sensitiviteten, så det er heller ikke aktuelt.

3.  $\alpha_{\text{jern} \cdot \text{aluminium}} = 10 \text{ mV/K} + 11 \text{ mV/K} = \underline{21 \text{ mV/K}}$

Det stemmer med sensitiviteten.

4.  $\alpha_{\text{chromel} \cdot \text{aluminium}} = 30 \text{ mV/K} + 11 \text{ mV/K} = \underline{41 \text{ mV/K}}$

Det stemmer med sensitiviteten.

Vi har altså eliminert alt. 1 og alt. 2. Så da må vi bare oss på det at temperaturen i punkt 1 er større enn i punkt 2 og 3 (metall 2 altså). Det gir da at alternativ 4 må være det korrekte.

5.7 Resistor 3 må gå oppover, "på toppen" av graf fordi det er negativt (som i pensum). Det gir da at graf A, B og E gjelder. R-P utelimer E som er helt flatt. Videre fjerner R-P at alternativ B er korrekt ettersom  $\neq 2$  er større enn  $\neq 1$  og  $\neq 3$  skiller seg ut fordi det er negativt.