

X-Opgave 4.25

4.25 Usikkerhedsbudget for beregnet størrelse: Varmeflow

Fouriers varmelov (1D) for varmetransporten gennem et materiale med arealet A og tykkelsen Δx :

$$Q = \frac{k \cdot A \cdot (T_2 - T_1)}{\Delta x}$$

T<sub>1</sub> og T<sub>2</sub> er temperaturen på hhv. kold og varm side

Der måles følgende:

- A = 100,0 cm² ± 2,0 cm²
- k = 70 W/m·K
- T<sub>2</sub> = 150,00 °C ± 0,50 °C
- T<sub>1</sub> = 80,00 °C ± 0,40 °C
- Δx = 5,00 cm ± 0,10 cm

Den termiske ledningsevne, k, er et tabelopslag, uden angivelse af usikkerhed

Hint: det betyder ikke at der ikke er en usikkerhed forbundet med tallet).

A. Argumenter for fordelingsstype for hvert enkelt bidrag

Hint: Der er ikke nogen rigtige eller forkerte svar, men antagelse og argument skal passe sammen – forsøg at benytte alle fordelings typer (hvis du digter lidt)?

Opgave A

**Arealet** antages at være trekant fordelt, da en plades l<sub>1</sub> og l<sub>2</sub> kunne måles som en firkant fordelt variabel i begge ender. Den ene kunne variere lidt mere i bredde i den ene ende, og det samme med længden

**Den termiske ledeevne** antages at være trekantsfordelt, efter tabelopslag for vands varme konduktivitet, der stiger fra lave til mellem temperaturer, og falder derefter igen ved de højere temperaturer

**Temperaturene** antages at være firkantfordelte, da det antages at være hårde grænser, hvori målingsudfald vil være højest usandsynlige at finde

**Tykkelsen** antages at være U-fordelt, da vi lader som om at pladens tykkelse forløb følger den termiske leddeevnes forløb inverst, så er tyk ved lav tem, skrumper til middel temp, og udvider sig igen ved høj temp (håber det er acceptabelt digteri)

Opgave b

clc; clear all;  
u = symunit;

syms alpha

% Usikkerhedsformler  
u\_f = alpha/sqrt(3)

u\_t = alpha/sqrt(6)

u\_u = alpha/sqrt(2)

u\_u =  $\frac{\sqrt{2} \alpha}{2}$

% Værdier  
C = 273.15;

A = 100\*u.cm^2;  
k = 70 \* u.W/(u.m\*u.K);  
T1 = (80)\*u.K;  
T2 = (150)\*u.K;  
x = 5\*u.cm;  
var\_list = [A T1 T2 x k]

var\_list =  $\left(100\text{ cm}^2\ 80\text{ K}\ 150\text{ K}\ 5\text{ cm}\ 70\frac{\text{W}}{\text{K m}}\right)$

% Usikkerheder  
Au = 2\*u.cm^2;  
ku = 1 \* u.W/(u.m\*u.K); % antaget usikkerhed  
T1u = 0.4\*u.K;  
T2u = 0.5\*u.K;  
xu = 0.1\* u.cm;

% Fordelingsusikkerheder  
f\_Au = subs(u\_t, alpha, Au);  
f\_ku = subs(u\_t, alpha, ku);  
f\_T1u = subs(u\_f, alpha, T1u);  
f\_T2u = subs(u\_f, alpha, T2u);  
f\_xu = subs(u\_u, alpha, xu);

f\_list = vpa([f\_Au, f\_T1u,f\_T2u,f\_xu,0],3)

f\_list =  $\left(0.816\text{ cm}^2\ 0.231\text{ K}\ 0.289\text{ K}\ 0.0707\text{ cm}\ 0\right)$

Opgave c

syms k A T\_2 T\_1 delta\_x  
Q = (k\*A\*(T\_2 - T\_1))/delta\_x

Q =  $-\frac{A k (T_1 - T_2)}{\delta_x}$

vars = symvar(Q)

vars = (A T\_1 T\_2 δ\_x k)

% Værdier  
C = 273.15;

A = 100\*u.cm^2;  
k = 70 \* u.W/(u.m\*u.K);  
T1 = (80)\*u.K;  
T2 = (150)\*u.K;  
x = 5\*u.cm;  
var\_list = [A T1 T2 x k]

var\_list =  $\left(100\text{ cm}^2\ 80\text{ K}\ 150\text{ K}\ 5\text{ cm}\ 70\frac{\text{W}}{\text{K m}}\right)$

% Usikkerheder  
Au = 2\*u.cm^2;  
ku = 0.5 \* u.W/(u.m\*u.K); % antaget usikkerhed  
T1u = 0.4\*u.K;  
T2u = 0.5\*u.K;  
xu = 0.1\* u.cm;

% Fordelingsusikkerheder  
f\_Au = subs(u\_t, alpha, Au);  
f\_ku = subs(u\_t, alpha, ku);  
f\_T1u = subs(u\_f, alpha, T1u);  
f\_T2u = subs(u\_f, alpha, T2u);  
f\_xu = subs(u\_u, alpha, xu);

f\_list = vpa([f\_Au, f\_T1u,f\_T2u,f\_xu,f\_ku],3)

f\_list =  $\left(0.816\text{ cm}^2\ 0.231\text{ K}\ 0.289\text{ K}\ 0.0707\text{ cm}\ 0.204\frac{\text{W}}{\text{K m}}\right)$

U = Opbhobningsloven(Q, vars, var\_list, f\_list)

U =  $1706.0480649896977154431789643592\frac{\text{W cm}}{\text{m}}$

vpa(unitConvert(U,u.W),3)

ans = 17.1 W