

Øving 9

For betingelser som gitt i problemet i den vedlagte teksten, hva er temperaturen 7.5 mm fra overflaten etter 30 sekunder? Oppgi i °C.

$$\text{Bruker utdelt kode, } t_{\text{final}} = 30 \text{ s} \Rightarrow T = 25^\circ\text{C}$$

Se oppgave teksten over. Hva er temperaturen etter 1 minutt? Oppgi i °C.

$$t_{\text{final}} = 60 \text{ s} \Rightarrow T = 28^\circ\text{C}$$

Se oppgave teksten over. Hva er temperaturen etter 2 minutt? Oppgi i °C.

$$t_{\text{final}} = 120 \text{ s} \Rightarrow T = 34^\circ\text{C}$$

La oss anta at vi i stedet for vann har enn væske med halvparten av varmekapasiteten til vann. Alle de andre parameterne er de samme. Hva vil temperaturen 7.5 mm fra overflaten være etter 2 minutter?

$$t_{\text{final}} = 120 \text{ s, } C_p = \frac{C_{p,\text{H}_2\text{O}}}{2} \Rightarrow T = 43^\circ\text{C}$$

Nå, i stedet for vann, har du en væske med samme varmekapasitet men halv termisk konduktivitet. Hva vil temperaturen være 7.5 mm fra overflaten etter 2 minutter?

$$k = 0,3 \Rightarrow 28^\circ\text{C}$$

Du skal nå plotte varmekluksen mot penetreringsdybden. Uttrykket for varmekluksen, gitt av Fouriers lov, kan bli verifisert i ligning (4) i den vedlagte teksten. Approksimering av Fouriers lov gjennom endelig differensiering (the finite difference method) gir:

$$\dot{Q}_i = -k \cdot \frac{T_{i+1} - T_i}{\Delta z}$$

Hvis du vil kan du klippe og lime disse linjene til din egen kode for å verifisere hvordan varmekluksen i systemet endres over tid.

```
plt.figure(1)
plt.plot(z,Q/1000)
plt.xlabel('Depth / m')
plt.ylabel('Heat flux / kW/m2')
plt.text(0.015,7.5,'t = ' + str(t[j]) + ' s')
plt.axis([0, H, -10, 10])
plt.show()
plt.pause(0.01)
```

Oppgi varmekluksen oppnådd ved $z = 7.5$ mm og $t = 30$ sekunder. Bruk W/m^2 .

Bruk spyder (anaconda) for å kjøre denne, får:

$$Q = 147 \text{ W/m}^2$$

Se spørsmålet over. Oppgi varmekluksen oppnådd ved $z = 7.5$ mm og $t = 1$ minutt. Bruk W/m^2 .

$$Q = 776 \text{ W/m}^2$$

Se spørsmålet over. Oppgi varmekluksen oppnådd ved $z = 7.5$ mm og $t = 2$ minutt. Bruk W/m^2 .

$$Q = 1565 \text{ W/m}^2$$

Nå skal vi snu dette problemet på hodet – bokstavelig talt. Vi ser nå på etylenglykol ($k = 0.25 \text{ W/m} \cdot \text{K}$, $\rho = 1110 \text{ kg/m}^3$, $C_p = 2350 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$) i en 5 cm høy tank, med oppsiktsvekkende isolasjonsegenskaper i veggene – med unntak av bunnen. Faktisk er bunnen i kontakt med en varmeplate skrudd helt opp til 100°C , skjønt til å begynne med er temperaturen til hele systemet 25°C , slik som i forrige oppgave.

Hva er temperaturen 1.5 cm fra bunnen (det vil si 3.5 cm borte fra overflaten) etter 5 minutt med oppvarming? Bruk $\Delta t < 10 \text{ s}$.

Endrer verdiene i koden $\Rightarrow T = 28^\circ\text{C}$

Se oppgaveteksten over. Hva er varmekuksen 1.5 cm fra bunnen etter 5 minutt med oppvarming? Bruk $\Delta t < 10 \text{ s}$. Husk riktig fortegn.

$$Q = -278 \text{ W/m}^2$$

Det ser ut til at etylenglykol er dårligere til å muliggjøre varmeoverføring enn vann. Hvorfor kan det stemme?

Varmekapasiteten til etylenglykol er lavere enn varmekapasiteten til vann.

Tettheten til etylenglykol er høyere enn varmekapasiteten til vann.

Den termiske konduktiviteten til etylenglykol er lavere enn den termiske konduktiviteten til vann. ✓

Alle svarene over stemmer.

Hvordan vil temperaturprofilen se ut når tiden går mot uendelig? Og hva med varmekuksenprofilen?

Oppnår steady state

$\Rightarrow$

