

COMSOL-lab 2D1240 F2 & CL

med finita element-programmet Comsol Multiphysics. Det är lätt att trycka på knapparna och göra färgbilder. Men man måste också kontrollera att man givit rätt data, och uppskatta hur trovärdiga lösningarna är. Det finns flera olika förtroendeskapande insatser man kan göra:

1. Under vissa (milda) villkor på geometri och materialdata konvergerar den numeriska lösningen mot den exakta, när elementnätet förfinas. Lös *alltid* problemet för en följd av successivt finare nät och demonstrera nät-konvergens. Har lösningen singulariteter, eller varierar kraftigt bara lokalt? Använd adaptiv nät-förfining.
2. För problem med separabel geometri och konstanta koefficienter kan man ibland beräkna en analytisk lösning. Matfys-kursen går igenom sådana metoder. De kräver ofta integraler som man får räkna ut numeriskt. Om den (semi-)analytiska och finita element-lösningen är olika, är sannolikt den analytiska fel ☺...
3. När geometrin eller parametrarna går mot vissa urartade värden, såsom mycket tunna geometrier, mycket stora värmeövergångstal, etc., kan man också hitta approximativa analytiska lösningar. Om den approximativa analytiska lösningen är tillräckligt enkel är den nog trovärdigare än den numeriska. Även *mycket* approximativa modeller kan användas. Man använder ofta kontrollvolymens-iden och uttrycker bevarande av någon lämplig intensiv storhet, som koncentration, energi eller rörelsemängd.

Allmänt:

a) Man kan använda uttryck av

1. oberoende variablerna (x, y, z, t)
2. beroende ($u, u_x, \dots$)
3. definierade konstanter

tämligen fritt i dialogboxarna. Under `options/constants/` kan man definiera nya konstanter i termer av gamla, utan att sortera dem; om de ekvationer som definieras har triangulär jacobian klarar comsol att sortera & evaluera.

DOCK INTE FÖR GEOMETRIN - där måste man ge siffror, `texiobject properties` - lådan !

Not

Det där var inte helt sant. Det *GÅR* att styra geometrin också med parametrar, men det kräver att man lägger till `application mode Parametrized Geometry` och det tar en del tid att sätta sig in i hur det fungerar. *Lönar sig INTE för denna lab!*. Om det finns tillräckligt intresse kan vi gå igenom det senare.

b) Animering tycks fungera(bäst) om man under `advanced` på `animate`-fliken väljer `generate movie from jpeg`

c) Den som försöker VÄLDIGT många element (> miljon) må stå sitt kast & vänta på lösningen, eller skjuta ner jobbet & starta om.

1. Chip3D:

a) Notation:

$\nabla T \cdot \mathbf{n}$ skrivs ofta $\frac{\partial T}{\partial n}$, "normalderivatan"

b) eftersom dagnummer kan variera kraftigt (1-31) kan temperaturerna man får också variera. Om du inte gillar den max-temp ditt chip får så ändra din födelsedag! Kontrollera först med observationen att chip-temp. varierar mycket litet (litet Bi) att max-temp. stämmer med den förenklade formeln i fråga (a).

2. Sladd:

a) Geometri-tipset gäller en model där man utnyttjat symmetrin. De två sorternas plast som ritats in har samma data så man behöver bara en plast- och en koppar-domän.

b) Interface-villkoret vid plast-Cu ytan är *temperaturen* och att *normalkomponenten av värmeströmmen* är kontinuerlig;

$$T_{Plast} = T_{Cu}, k_{Plast} \nabla T \cdot \mathbf{n} = k_{Cu} \nabla T \cdot \mathbf{n}$$

Det första garanteras av det valda funktionsrummet, det andra kommer (approximativt) automatiskt ur Galerkin-ekvationssystemet. Man behöver alltså inte göra något särskilt vid Cu-Plast randen. Men T s derivator är diskontinuerliga där, och adaptiv förfining av nätet kommer att förfina mest där.

c) Frågan om medeltemp. på randen: Man kan behöva *boundary integration* också. Kontrollera med *subdomain integration* att totala effekten blir det den ska - för $\frac{1}{4}$ geometri, om man använder symmetri.

3. Kaffefiltret

a) Måhända är en droppe på 0.5 ml väldigt stor (1/2 kryddmått).

d) Precis var det droppar må laboranten avgöra, liksom för vilket hörn konvergens-studien genomförs.