

VÉGESELEM MODELLEZÉS 7. ÓRA – CSATOLT FIZIKA

Heat equation (hővezetési differenciálegyenlet) + *steady state currents* (stacionárius áramok)

Hőáramsűrűség: $q = -k\nabla T$	}	$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} - \nabla(k\nabla T) = Q$
Kontinuitási egyenlet $\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} + \nabla q = Q$ (hőforrás)		$\sigma(T)$ $J \cdot E = Q$
Stacionárius áramok $\nabla J = S$ (töltésforrás)	}	$-\nabla(\sigma\nabla V) = S$
Differenciális Ohm törvény $J = \sigma(T)E$		
$E = -\nabla V$		

ÓRAI FELADAT:

Oldjuk meg a Joule-hő csatolt fizika peremérték feladatát az adott peremfeltételekkel a végeelem módszer segítségével.

- Konstans vezetőképességgel (σ) – réz anyagra
- Hőmérsékletfüggő vezetőképességgel (σ_1) – kitalált „UFO anyag”

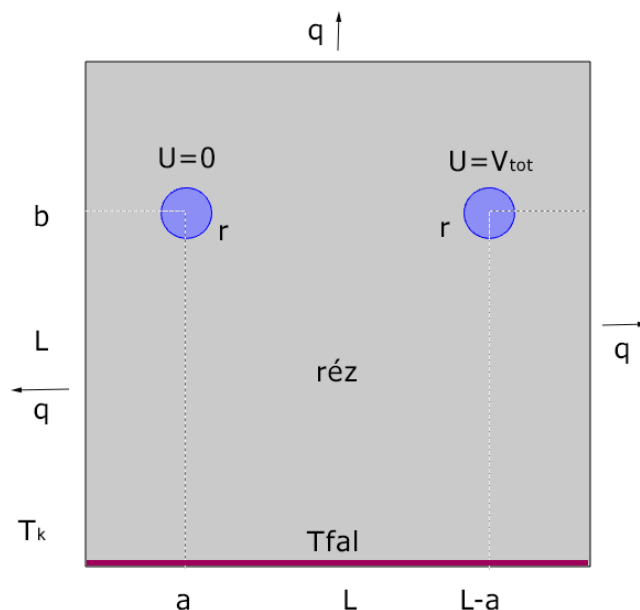
$L = 12 [m]$; $a = 0.2 [m]$; $b = 0.7 [m]$; $r = 0.05 [m]$
 $T_{fal} = 377 [K]$; $T_k = 273 [K]$
 $h_{tc} = 5 [W/m^2/K]$ (Newton-féle konvekciós hővezetési tényező)
 $V_{tot} = 6 [mV]$

T [K]	$\sigma_1 = 5.998e7 [S/m]^*$
273	1
310	0.95
350	0.87
375	0.8
400	0.7

Peremek:

alsó fal: Dirichlet feltétel $T = T_{fal}$ (Temperature)

többi fal: kimenő fluxus $q = h_{tc} \cdot (T - T_k)$ (Heat flux)



Megoldás:

1) Definiálja az alábbi konstansokat (*parameters*):

$$L = 12 \text{ [m]}; a = 0.2 \text{ [m]}; b = 0.7 \text{ [m]}; r = 0.05 \text{ [m]}$$
$$T_{fal} = 377 \text{ [K]}; T_k = 273 \text{ [K]}$$
$$h_{tc} = 5 \text{ [W/m}^2\text{/K]} \text{ (Newton-féle konvekciós hővezetési tényező)}$$
$$V_{tot} = 6 \text{ [mV]}$$

2) Hozza létre a geometriát a paraméterek segítségével (*geometry*):

3) Definiáljon anyagot (*materials*): réz (copper)

Ellenőrizze hogy szerepel-e a hővezetési tényező és vezetőképesség az anyagtulajdonságok között!

4) Rendelje hozzá az egyenáramok fizikáját (*electric currents*). Jelölje ki az érvényességét egész térfogatra.

5) Definiálja a földet (*ground*) és a V_{tot} (*Electric potential 1*) elektróda felületeket!

$$\text{kimenő fluxus } q = h_{tc} \cdot (T - T_k)$$

6) Rendelje hozzá a hőáramlás fizikát! (*heat transfer in solids*) Jelölje ki az érvényességét egész térfogatra.

7) Definiálja a peremeket!

$$\text{alsó fal: Dirichlet feltétel } T = T_{fal} \text{ (Temperature)}$$

$$\text{többi fal: kimenő fluxus } q = h_{tc} \cdot (T - T_k) \text{ (Heat flux)}$$

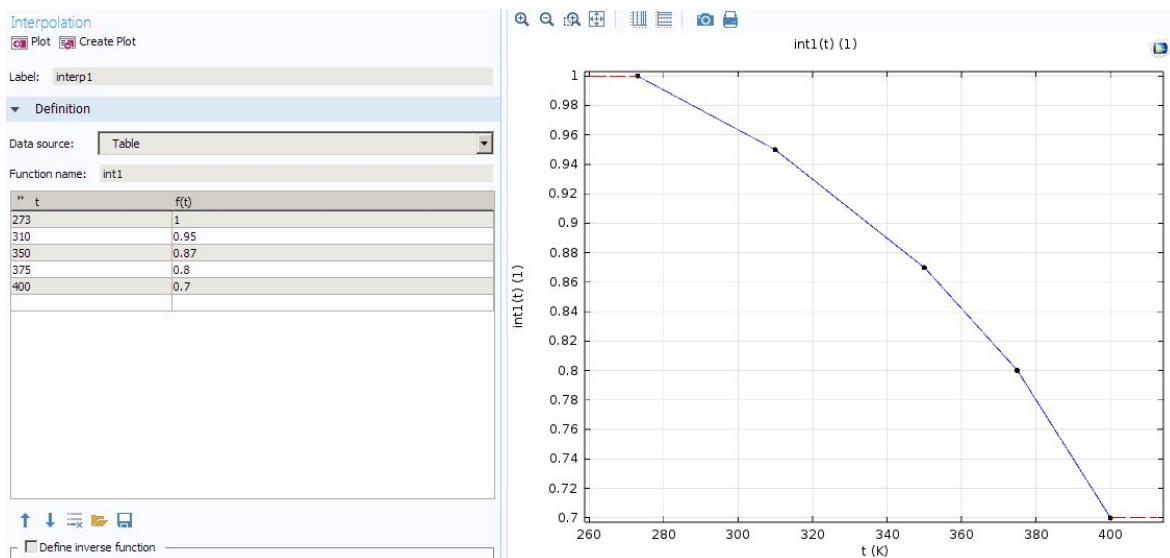
8) Csatolja össze a két fizikát (*Multiphysics -> Electromagnetic heat source; Multiphysics -> Temperature coupling*)

9) Oldja meg a problémát, ábrázolja a hőmérséklet eloszlást

10) Definiáljon hőmérsékletfüggő vezetőképesség változót!

segédfüggvény: $\text{int1}(T)$ fv. Monoton csökken 1-ről 0.7-re, 273K és 400K között. Interpolációval (*function -> interpolation*)

vezetőképesség: $k_1 = 5.998e7 \text{ [S/m]} \cdot \text{int1}(T)$ (*variable*)



11) Helyezze be a modellbe az új változót! (*Current conservation -> electrical conductivity*)

12) Oldja meg így is problémát, ábrázolja a hőmérséklet eloszlást és az áramokat (*streamline*).