

Végeselem Alapjai 4. óra

Postprocessing 2D hővezetési differenciálegyenlet

Módosítsuk az eddigi modellünket pontszerű hőforrásra ($f_1=10 \text{ W/m}^2$) az $x = a/2$, $y = b/3$ helyen!

1. Comsol 5.2a -> FEM_04_Weak2D_Heat_transfer_C52a.mph
2. Konstansok definiálása: Global definitions (jobb klikk) -> Parameters
 $f = 0$ – ra módosítás
 $f_1 = 10 \text{ [W/m}^2\text{]}$
3. Geometria bővítése: *Geometry* -> *point* [$x = a/2$, $y = b/3$]
4. Weak Form kibővítése a pontra
Weak contribution (point): $f_1 \cdot \text{test}(u)$
5. Numerikus Megoldás (Solver)
Study -> Compute
A pontforrás körül a megoldás nem elég pontos!
Megoldás: Hálózás sűrítése a pontforrás körül
6. Geometria bővítése: *Geometry* -> *circle* [$\text{radius} = b/6$, $x = a/2$, $y = b/3$]
7. Mesh-> Free triangular *Geometry entity level* -> *domain* -> *circle*
Jobb klikk -> *size* -> *Extremely fine*
Mesh-> Free triangular *Geometry entity level* -> *remaining*
(*size: normal*)
8. Numerikus Megoldás (Solver)
Study -> Compute

Kontúrvonalak

9. Ábrázolás (2D plot group1): *surface (automatikus)*
Kontúrvonalak: Ábrázolás (2D plot group1): *contour* -> *Coloring: uniform* -> *gray*
10. A kör alakú tartomány széleinek kitakarása ábrázolás szempontjából
View1 -> Hide Geometric Entities -> Geometric entity level -> Boundaries
Válasszuk ki kör széleit -> Frissítsük a grafikát

Streamline (áramvonalak)

11. Ábrázolás (2D plot group1):
Streamline Ábrázolás (2D plot group1): *positioning* -> *magnitude controlled*

Ábrázolás vonal mentén

12. Hőmérséklet a peremeken: Ábrázolás (1D plot group): Line graph -> selection Manual -> peremek kiválasztása -> Plot
13. Hőmérséklet a pontforrást tartalmazó függőleges vonal mentén: Data set -> Cut Line 2D -> P1($a/2, 0$), P2($0, 2 \cdot b/3$)
Ábrázolás (1D plot group 2): Data set: Cut Line 2D 1 -> Line graph -> Plot
14. Fluxus ábrázolása egy kontúrvonal mentén: Data set -> More Data set -> Contour -> Entry method: levels -> 303
Ábrázolás (2D plot group1): Arrow line -> Data set: Contour -> Expression: $-u_x$, $-u_y$ -> plot

Igazoljuk a Gauss tételt a pontforrás körüli zárt kör alakú térfogatra (területre)!

$$-\nabla(k\nabla u) = f \cdot \delta(r)$$

$$\int_A (-k\nabla u) d\vec{A} = \int_V f \cdot \delta(r) dV = f$$

15. Derived values: Integration -> Line integration -> Selection (a kör elemeit kiválasztani)
Expression: $k \cdot (n_x \cdot u_x + n_y \cdot u_y)$ -> Evaluate

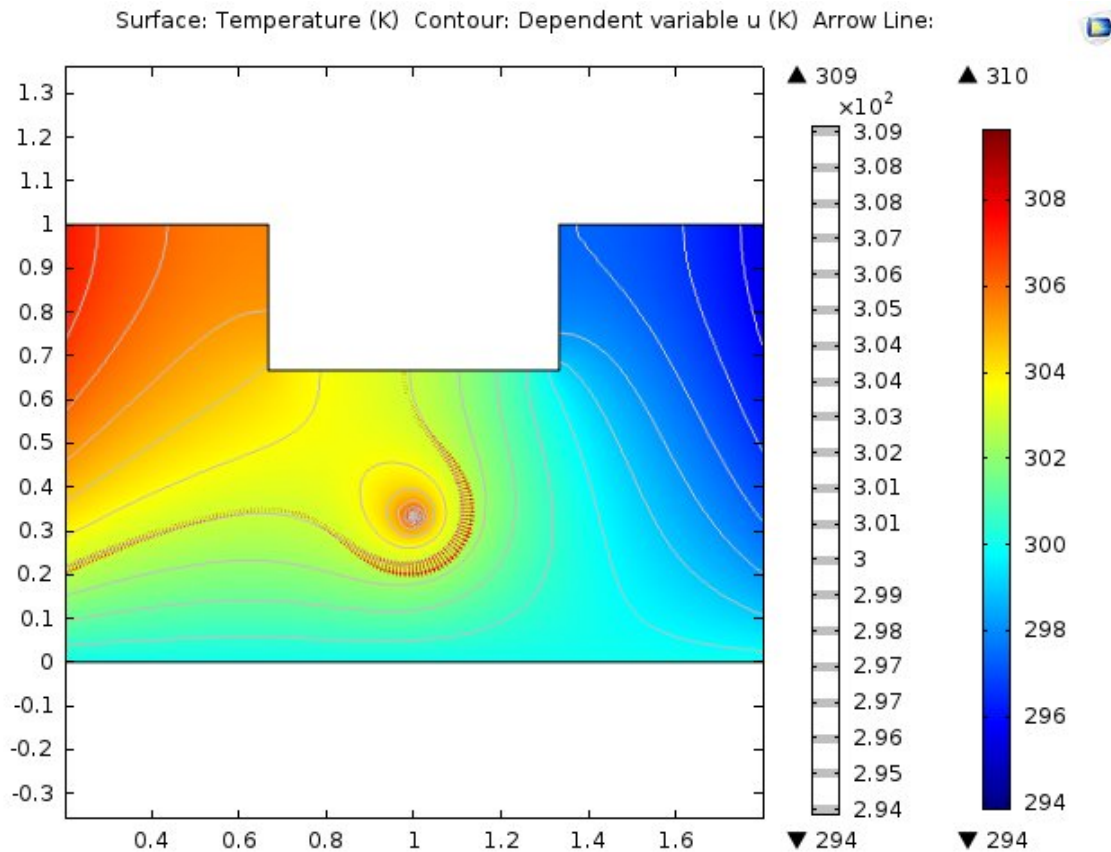
Igazoljuk, hogy ha kikapcsoljuk a pontforrást, akkor a külső peremekre vett fluxus felületi integrálja egyenlő nullával!

16. $f_1 = 0$; Study -> Compute

17. Derived values: Integration -> Line integration -> Selection (a külső peremeket kiválasztani) *Expression:* $k \cdot (n_x \cdot u_x + n_y \cdot u_y)$ -> Evaluate

Definiáljunk hőmérsékletfüggő hővezetési tényezőt!

18. Component1: Variables -> *Expression:* $k = 1[W/K] \cdot (1 + (u/T_k)^2)$
 Study -> Compute



Házi feladat: Oldja meg a 2D Poisson egyenletet $-\nabla(\epsilon_0 \nabla \Phi) = \lambda \cdot \delta(r)$ egy 1m sugarú kör alakú tartományon, közepén λ vonalmenti töltéssűrűséggel, Dirichlet $\Phi = 0$ peremfeltétellel, és hasonlítsa össze az analitikus megoldással: $\Phi = \frac{-\lambda}{2\pi\epsilon_0} \cdot \ln(r)$!