



پروژه انتقال حرارت 1

پروژه کدنویسی المان محدود

عرفان رادفر

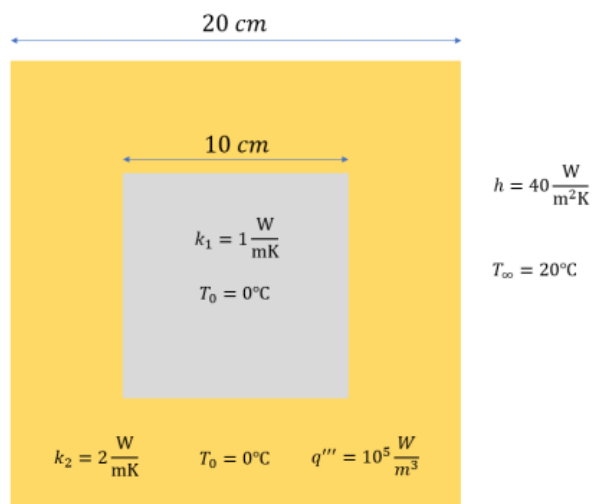
شماره دانشجویی: 99109603

استاد : دکتر بیجارچی

بهار 1402

صورت پروژه

یک جسم مرکب به شکل مربع را در نظر بگیرید که مطابق شکل از دو بخش طوسی و زرد تشکیل شده است. بخش خارجی این جسم یک مربع تو خالی به ضلع ۲۰ سانتی‌متر است که دارای ضریب هدایت $k_2 = 2 \frac{W}{mK}$ است و در آن تولید حرارت حجمی $q''' = 10^5 W/m^3$ رخ می‌دهد. بخش میانی این جسم، یک مربع به طول ضلع ۱۰ سانتی‌متر و دارای ضریب هدایت $k_1 = 1 \frac{W}{mK}$ است. این سیستم در ابتدا در دمای یکنواخت $T_0 = 0^\circ C$ قرار دارد. سپس به طور ناگهانی سیستم در معرض هوا با دمای $20^\circ C$ و ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی $h = 40 \frac{W}{m^2K}$ قرار می‌گیرد.



الف) با کدنویسی به کمک روش حجم محدود و با بهره‌گیری از روش‌های **explicit** و **implicit** (امتیازی)، کانتورهای دمای سیستم را برای ۶ لحظه، از لحظه اولیه تا زمان رسیدن سیستم به حالت پایا (با گام‌های مساوی)، رسم کنید. همچنین یک انیمیشن از تغییرات دمای سیستم تهیه کنید (امتیازی).

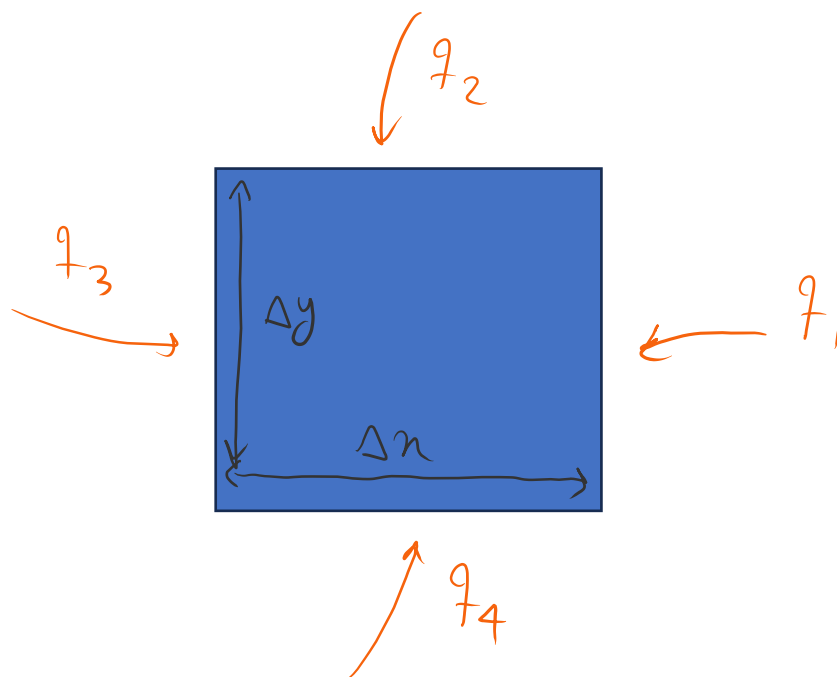
ب) نمودار دمای مرکز مربع برحسب زمان را رسم کنید.

پ) استقلال نتایج از شبکه محاسباتی و گام زمانی را بررسی کنید.

ت) نتایج خود را با یک نرم افزار تجاری (مانند **Ansys Fluent**) مقایسه و اعتبارسنجی کنید (امتیازی).

مقدمه

برای محاسبه دمای نقاط مختلف از روش صریح استفاده می کنیم. برای این کار 4 گرما تعریف می کنیم که از اضلاع مش جذب می شوند.



$$q_1 = \Delta y \frac{(T_{m+1,n} - T_{m,n})}{\Delta x}$$

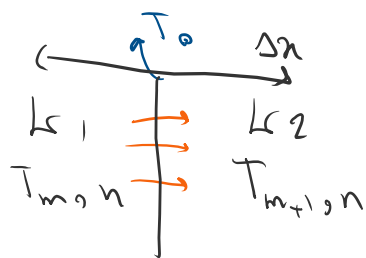
$$q_3 = \Delta y \frac{(T_{m-1,n} - T_{m,n})}{\Delta x}$$

$$q_2 = \Delta x \frac{(T_{m,n+1} - T_{m,n})}{\Delta y}$$

$$q_4 = \Delta x \frac{(T_{m,n-1} - T_{m,n})}{\Delta y}$$

$$q_h = \underbrace{\Delta x}_{\Delta y} h (T_\infty - T_{m,n})$$

علاوه بر اینکه باید به لبه های سطح در تماس با هوا توجه کنیم ، می بایست به مکان هایی که k تغییر می کند هم توجه کنیم. به این منظور از تقریب زیر استفاده می کنیم.



$$q = k_1 \frac{dT}{dn} = k_2 \frac{dT}{dn}$$

$$\frac{1}{\frac{\Delta n}{2}} k_1 (T_{m,n} - T_o) = \frac{1}{\frac{\Delta n}{2}} k_2 (T_o - T_{m+1,n})$$

$$\frac{1}{2} T_o = \frac{k_1 T_{m,n} + k_2 T_{m+1,n}}{k_1 + k_2}$$

$$q = \left(\frac{k_1 (T_{m,n} - T_o)}{\frac{\Delta n}{2}} + \frac{k_2 (T_o - T_{m+1,n})}{\frac{\Delta n}{2}} \right) \times \frac{1}{2}$$

در اینجا از هر دو مقدار میانگین گرفتیم تا توصیف دقیقی از انتقال حرارت داشته باشیم.

همچنین در تعیین Δt و $\Delta x \Delta y$ باید به عدد فوریر نیز توجه کنیم.

با توجه به شبیه سازی مقدار دمای مرکز برابر با 175 درجه است.

