

توزیع دما در صفحه به صورت برابری مقدار شار حرارتی و شیب امتداد آن به محور

$$k = 5 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

در نقطه (2, 1) را محاسبه کنید:

$$T = 5x^2 + y^2 + 4xy$$

در نقطه

$$q'' = i q''_x + j q''_y + k q''_z$$

$$q''_x = -k \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right) = -5(24) = -120$$

$$q''_y = -k \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right) = -5(10) = -50$$

$$\frac{\partial T}{\partial x} = 10x^{(2)} + 4y^{(1)} = 20 + 4 = 24 W$$

$$\frac{\partial T}{\partial y} = 2y^{(1)} + 4x^{(2)} = 2 + 8 = 10 W$$

$$q'' = \sqrt{(i q''_x)^2 + (j q''_y)^2} = \sqrt{(-120)^2 + (-50)^2} = 130$$

$$\theta_{\text{شیب}} = \frac{q''_y}{q''_x} = \frac{-50}{-120} = \frac{5}{12}$$

انتقال حرارت عبارت است از انتقال انرژی ناشی ناشی از اختلاف دما

- انواع انتقال حرارت
- ۱- هدایتی
 - ۲- جابه جایی
 - ۳- تشعشعی

هدایتی: انتقال گرمایی از ناحیه دمای بالاتر به ناحیه ای دمای پایین، انتقال حرارتی می گویند که در جامدات علت آن وجود الکترونهای آزاد است و در مایعات بر خورد مولکولی و در گازها هم بر خورد مولکولی می باشد.

$$L \propto \frac{1}{R} \quad \text{مقاومت رسانش}$$

قانون فوریه:

$$q = -k A \frac{\partial T}{\partial x}$$

مقدار گرمای حرارتی q (نسبت انتقال حرارت) به جنس ماده بستگی دارد

A : مساحت سطح
 $\frac{\partial T}{\partial x}$: گرادیان دما

$$q'' = \frac{q}{A} \rightarrow q'' = -k \frac{\partial T}{\partial x}$$

شار حرارتی q''

$$k = \left(\frac{W}{m^2 \cdot C} \right) \quad \text{واحد}$$

فاکتورهای کبریم $\cancel{k} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} i + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} j + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} k \right) + \frac{\dot{q}}{k} = \cancel{k} \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$

$$\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} i + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} j + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} k \right) + \frac{\dot{q}}{k} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$$

لاپلاس $\nabla^2 T + \frac{\dot{q}}{k} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$ ✓

شرایط اول:

اگر معادلات در حالت Steady state (پایدار، پایا، گذار، پیوسته)

چون در واحد زمان برابر صفر می شود $\left(\frac{\partial T}{\partial t} \right)$

$$\nabla^2 T + \frac{\dot{q}}{k} = 0$$

شرایط دوم:

اگر انرژی داخلی $(\dot{q})$ نداشته باشیم

$$\nabla^2 T = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$$

شرایط سوم:

اگر $\dot{q}$ نداشته باشیم و حالت Steady State باشد

$$\nabla^2 T = 0$$

شرایط چهارم:

در دو بُعد باشد و $\dot{q}$ نداریم و حالت Steady State باشد

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0$$

پیام خداوند معرفت و کمال

درس : انتقال حرارت

استاد مربوطه : سرکار خانم خطی

جابه جاي :

انتقال حرارت جابه جاي که این نوع در مایعات و سیالات هستند که سیال با سطح جامد که دارای تفاوت دمايي هستند اتفاق می افتند.

$$q = h A (T_s - T_\infty)$$

(w) دات T_s سطح T_∞ محیط

که در انتقال حرارت جابه جايي

$$h : \left(\frac{w}{m^2 \cdot C} \right) \text{ واحد}$$

$$q'' = \frac{q}{A} \rightarrow q'' = h (T_s - T_\infty) \quad | \text{ شار حرارتی}$$

تشعشع :

عامل امواج الکترومغناطیسی یا وجود فوتونها می باشد فرق آن با انتقال حرارت

جابه جايي این است که در انتقال حرارت جابه جايي نیاز به محیط داریم ولی در تشعشع

نیاز به خلاء داریم.

بسم سیاه جسی است که تمام تابش های ورودی را جذب می کند و در یک دمای

بسیار دمای تابش را دارد.

شرایط پیچیدگی در یک بُعد و حالت Steady State باشد

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{q''}{k} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$$

توزیع دما در یک بُعد و بدون همیشه حرارتی و حالت پایا (SS) را بنویسید و بگویید
اثری داخلی

آیا این تغییرات خطی است یا خیر
($k = \text{cte}$)

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0$$

$$\textcircled{1} \int \rightarrow C_1 dx$$

$$\int \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right) dx \text{ دوبرابر انتگرال می گیریم} \quad \textcircled{2} \int \rightarrow C_1 x + C_2$$

$$q'' = k \frac{\partial T}{\partial x}$$

$$q'' = k C_1$$

خطی هست

توزیع دما در یک بُعد و بدون همیشه حرارتی و حالت پایا را بنویسید و بگویید آیا این تغییرات

$$k \neq \text{cte}$$

$$q'' = k \frac{\partial T}{\partial x}$$

خطی است یا خیر

$$q'' = k C_1$$

↓

ثابت نیست پس خطی نیست

$$E_b = \sigma T^4 \quad \leftarrow \text{قانون استفای بولتزمن}$$

$$\downarrow$$

$$5,47 \times 10^{-8} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K^2} \right)$$

ϵ در جسم سیاه است $0 < \epsilon \leq 1$

← ضریب تابش

$$E = \epsilon \sigma T^4 \quad \leftarrow \text{برای جسم غیر سیاه}$$

دمای یکی از سطوح ورقی مسی به ضخامت 3cm را به 400°C رسانده ایم و در دمای

سطح دیگر 100°C می باشد چه مقدار گرما از ورق منور انتقال یافته است

$$k = 370 \frac{W}{m^2 \cdot C} \quad \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad \text{سطح مقطع} \quad A = 25 \text{ cm}^2$$

$$T_1 = 400^\circ C$$

$$T_2 = 100^\circ C$$

$$\frac{q}{A} = ?$$

چون تغییرات دما را داریم از Δ استفاده می کنیم

$$q = -kA \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$$q'' = \frac{q}{A} = -k \frac{\Delta T}{\Delta x} = -370 \frac{(100 - 400)}{3 \times 10^{-2}} = 21,7 \frac{W}{m^2}$$

$$q = h A (T_s - T_\infty)$$

$$A = \pi D L = 3,14 (1 \times 10^{-3}) \times (10 \times 10^{-2})$$

$$= 3,14 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$q = 5000 (3,14 \times 10^{-4}) (114 - 100)$$

$$= 21,99 \text{ W}$$

انتقال حرارت در سیستم‌های سه بعدی

$$q_t'' = i q_x'' + j q_y'' + k q_z'' \quad q'' = -k \frac{\partial T}{\partial x}$$

توانال

$$q_t'' = i \left(-k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + j \left(-k \frac{\partial T}{\partial y} \right) + k \left(-k \frac{\partial T}{\partial z} \right)$$

$$q_t'' = -k \left(\frac{\partial T}{\partial x} i \right) + \left(\frac{\partial T}{\partial y} j \right) + \left(\frac{\partial T}{\partial z} k \right)$$

نکته

$$\Rightarrow q_t'' = -k \nabla T$$

تغییرات دما در سه محور

لاپلاس

$$q'' = -k \frac{\partial T}{\partial n}$$

در n بعد

بر روی ورقی گرم به ابعاد $50 \times 70 \text{ cm}^2$ و دمای 250°C هوای به دمای 20°C می وزد

نسبت انتقال گرمای جابجایی $25 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$ است انتقال گرما را محاسبه کنید:

$$A = 50 \times 70 \text{ cm}$$

$$q = hA (T_s - T_\infty)$$

$$T_\infty = 20^\circ\text{C}$$

$$q = ?$$

$$q = 25 \times 15 \times 175 (250 - 20)$$

$$h = 25 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$q = 21154 \text{ (W) وات}$$

$$T_s = 250^\circ\text{C}$$

از سیمی به قطر 1 mm و طول 1 cm جریان الکتریکی عبوری داریم سیم را در آبی که

حالت فشار هواست فرو برده شدت جریان را تا جایی که آب به جوش آید افزایش دادیم

در این وضعیت $h = 5000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$ و دمای آب برابر 100°C می باشد برای اینکه دمای سطح

به 114°C برسد چه مقدار توان الکتریکی باید به سیم داده شود؟

$$D = 1 \text{ mm} \rightarrow 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$T_\infty = 100^\circ\text{C}$$

$$h = 5000$$

$$L = 1 \text{ cm} \rightarrow 1 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$T_s = 114^\circ\text{C}$$

$$q = ?$$

K به جنس ماده بستگی دارد

جامدات < مایعات < گازها

CV (ظرفیت گرمایی در حجم ثابت) cp (ظرفیت گرمایی در فشار ثابت)

مقدار انرژی ماده ذخیره می کند cp

مایعات و گازها $cp < 1$ جامدات $cp > 1$

$$\alpha = \frac{K}{cp} \text{ ضریب پخش حرارتی}$$

اگر α مقدارش زیاد باشد آن ماده سریع تر به تغییرات گرمایی پاسخ می دهد
(به تعادل می رسد).

اگر α مقدارش کم باشد آن ماده دیرتر به تغییرات گرمایی پاسخ می دهد و باقی
انتقال انجام می دهد.

معادلات پخش حرارتی:

$$\dot{q}'' = -K \left(\frac{\partial T}{\partial x} i + \frac{\partial T}{\partial y} j + \frac{\partial T}{\partial z} k \right)$$

$$\alpha = \frac{K}{cp}$$

$$\left(K \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} i + K \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} j + K \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} k \right) + \dot{q}'' = cp \frac{\partial T}{\partial t}$$

انرژی ذخیره شده $\rightarrow$ انرژی داخلی

در انتقال حرارت در نفوذی، q متغیر K ثابت باشد $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 10$ بعد دیگر را بیابید

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0$$

$$10 + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0$$

$$\frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = -10$$

مقاومت حرارتی ← دیوار

① $R = \frac{\Delta T}{q}$ مقاومت حرارتی

$$q = -KA \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad L \quad q = -KA \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$$\Rightarrow -KA \frac{\Delta T}{\Delta L}$$

دلیل متغیر K

$$T_i > T_r$$

$$\Delta = T_r - T_i$$

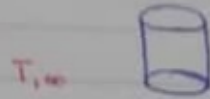
① $q = \frac{KA(T_i - T_r)}{\Delta L}$ طبیعی می کنیم

$$R = \frac{\Delta T}{q} = \frac{T_i - T_r}{\frac{KA(T_i - T_r)}{L}} = \frac{L}{KA}$$

$R = \frac{L}{KA}$

دیوار

ضریب کلی انتقال حرارت استوانه:



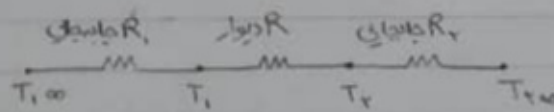
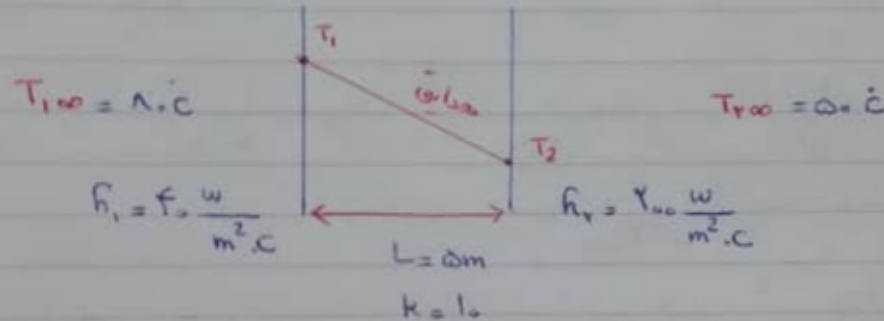
$$q = \frac{T_{i\infty} - T_{r\infty}}{\sum R}$$

$$\frac{1}{h_i A_i}$$

$$\frac{\ln \left(\frac{r_o}{r_i} \right)}{2\pi k L}$$

$$\frac{1}{h_r A_r}$$

ضریب حرارتی کلی را برای شکل زیر بیابید و مقاومت کنترل کننده را مشخص کنید:



$$U = \frac{1}{\sum R}$$

$$R_i = \frac{1}{h_i A} = \frac{1}{5.A}$$

$$R_r = \frac{L}{kA} = \frac{5}{1.A}$$

$$R_r = \frac{1}{h_r A} = \frac{1}{20.A}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{5.A} + \frac{1}{20.A} + \frac{1}{20.A}}$$

مقاومت حرارتی ← استوانه

$$R = \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi Lk}$$

$$R = \frac{\Delta T}{q}$$

$$\Rightarrow q = \frac{T_i - T_r}{\frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi Lk}}$$

اگر استوانه با ضخامت یکنواخت باشد

$$R = \frac{t}{kA}$$

فرمول ←

مقاومت حرارتی ← کره

$$R = \frac{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}}{4\pi k}$$

$$R = \frac{\Delta T}{q} \Rightarrow q = \frac{T_i - T_r}{\frac{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}}{4\pi k}}$$

اگر ضخامت کره یکنواخت باشد

$$R = \frac{t}{kA}$$

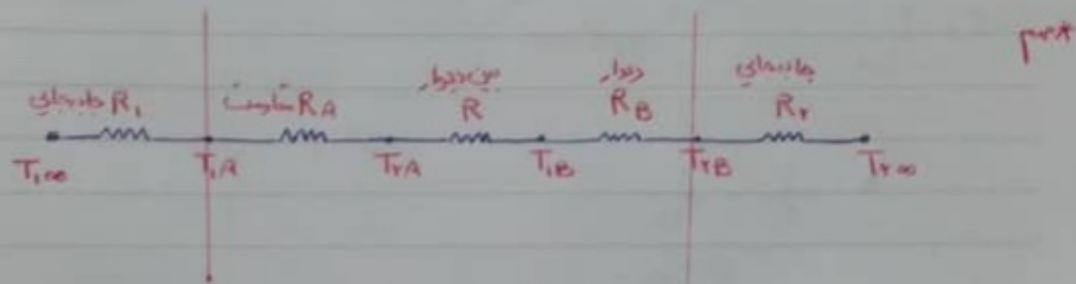
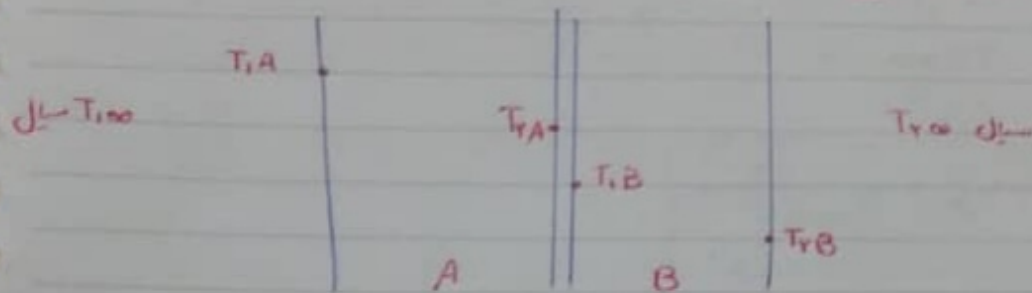
فرمول ←

مقاومت حرارتی هادی

$$q = hA(T_s - T_\infty)$$

$$R = \frac{\Delta T}{q} = \frac{T_s - T_\infty}{hA(T_s - T_\infty)} \Rightarrow R = \frac{1}{hA}$$

مقاومت حرارتی سطح‌های تقابلی:



$$q = \frac{\Delta T}{R} = \frac{T_{1A} - T_{2A}}{R_A} = \frac{T_{2A} - T_{1B}}{R} = \frac{T_{1B} - T_{2B}}{R_B}$$

بین دیوارها

$$q = \frac{T_{1A} - T_{2B}}{R_A + R + R_B}$$

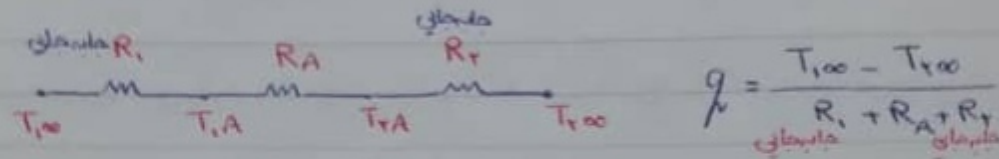
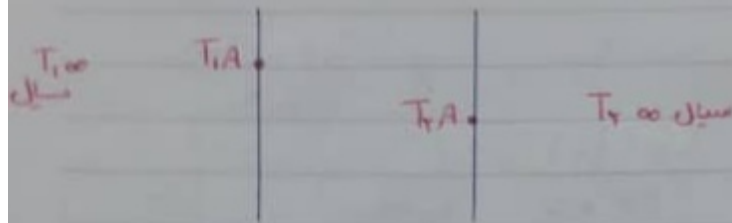
مجموع کلی
بین دیوارها

مقاومت کنترل کننده بزرگترین R گویند.

$$q_t = \frac{T_{1\infty} - T_{2\infty}}{R_i + R_A + R + R_B + R_r}$$

مجموع کلی دیوار با سیال
بین دیوارها

مردب انسال حرارت کلی:



$$R_i = \frac{1}{h_i A_i}$$

$$R_A = \frac{L}{KA}$$

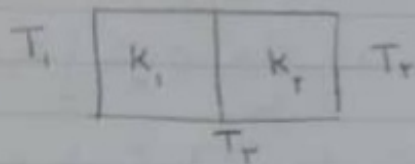
$$R_r = \frac{1}{h_r A_r}$$

$$q_{\text{total}} = \frac{T_{i\infty} - T_{r\infty}}{\frac{1}{h_i A_i} + \frac{L}{KA} + \frac{1}{h_r A_r}}$$

مردب انسال حرارت کلی $\rightarrow$
$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i A_i} + \frac{L}{KA} + \frac{1}{h_r A_r}}$$

در دیوارهای مرکب که تمام شرایط هندسی آن ها با هم برابر باشند در حالی که

$k_1 = 3k_2$ باشد دمای T_3 را محاسبه کنید:



$$R = \frac{L}{kA}$$

$$q = \frac{T_1 - T_3}{R_1} = \frac{T_3 - T_2}{R_2}$$

$$q_{kt} = \frac{T_1 - T_2}{\Sigma R} \Rightarrow \frac{T_1 - T_3}{R_1} = \frac{T_3 - T_2}{R_2}$$

چون شرایط کلی آن ها با هم برابر

$$\frac{L}{k_1 A} \quad \frac{L}{k_2 A}$$

$$\Rightarrow \frac{T_1 - T_3}{\frac{1}{k_1}} = \frac{T_3 - T_2}{\frac{1}{k_2}} \Rightarrow 3(T_1 - T_3) = T_3 - T_2$$

$$3T_1 - 3T_3 = T_3 - T_2$$

$$-3T_3 - T_3 = -T_2 - 3T_1$$

$$-4T_3 = -T_2 - 3T_1$$

$$T_3 = \frac{T_2 + 3T_1}{4}$$

لوله ای از جنس سدرنیت $[k = 19 \frac{W}{m \cdot ^\circ C} - 1.8 \text{ cm}]$ با دیواره

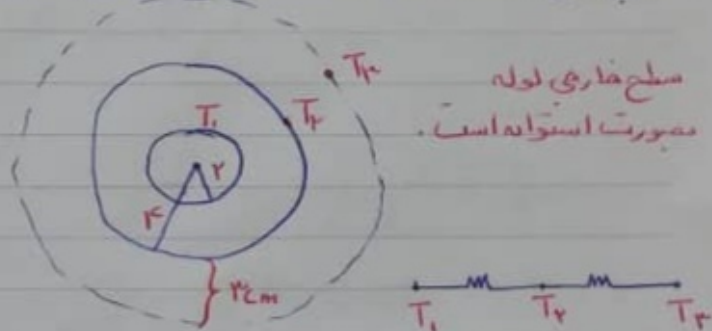
منحصر به قطر داخلی 2 cm و قطر خارجی 4 cm را بالای عایق پنبه نسوز به ضخامت

3 cm $[k = 0.2 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}]$ پوشانده ایم اگر دمای دیوار داخلی لوله $400^\circ C$ و دمای

خارجی عایق $100^\circ C$ باشد اختلاف گرما در متر طول لوله را حساب کنید:

$$T_i = 400$$

$$T_p = 100$$



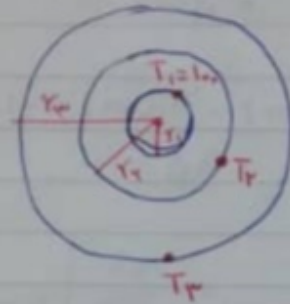
$$\frac{q}{L} = \frac{T_i - T_p}{\frac{\ln \frac{R}{r}}{2\pi k} + \frac{\ln \frac{\Delta}{R}}{2\pi k}} = \frac{400 - 100}{\frac{\ln \frac{4}{2}}{2\pi k} + \frac{\ln \frac{7}{4}}{2\pi k}}$$

از 2π تا القوری میزنیم

$$\frac{q}{L} = \frac{400 - 100}{\frac{1}{2\pi} \left(\frac{\ln \frac{R}{r}}{k_i} + \frac{\ln \frac{\Delta}{R}}{k_r} \right)}$$

$$= \frac{(400 - 100) 2\pi}{\ln \frac{4}{19} + \ln \frac{7}{4}} = 480 \frac{W}{m}$$

اگر در کوره دو به دو و $R_1 = 5$ و $R_2 = 3$ و انتقال حرارت کلی $Q = 48$ یا مقدار دمای



T_3 را بدست آورید:

$$\frac{T_1}{R_1} = \frac{T_2}{R_2} = \frac{T_3}{R_3}$$

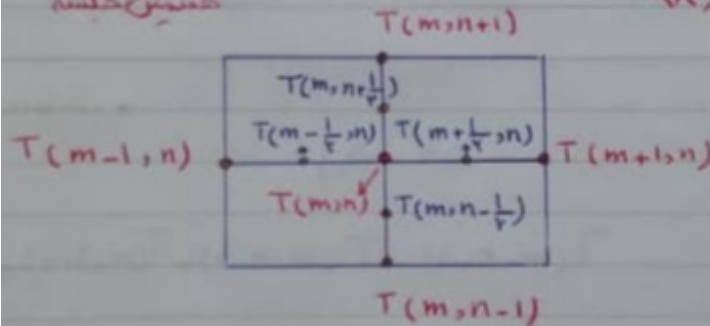
$$Q = \frac{T_1 - T_3}{R_1 + R_2} \Rightarrow 48 = \frac{100 - T_3}{5 + 3}$$

$$\Rightarrow 48 = 100 - T_3 \Rightarrow T_3 = 52$$

اگر دما یعنی شدت گرما را استیلا بر قسم

صفحه چپ

۹۸، ۹، ۱۱



گرماها:

$$\left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{T(m+\frac{1}{2}, n)} = \frac{T(m+1, n) - T(m, n)}{\Delta x}$$

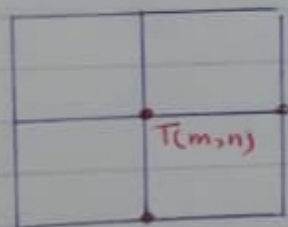
$$\left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{T(m-\frac{1}{2}, n)} = \frac{T(m, n) - T(m-1, n)}{\Delta x}$$

$$\left. \frac{\partial t}{\partial y} \right|_{T(m, n + \frac{1}{2})} = \frac{T(m, n+1) - T(m, n)}{\Delta y}$$

$$\left. \frac{\partial t}{\partial y} \right|_{T(m, n - \frac{1}{2})} = \frac{T(m, n) - T(m, n-1)}{\Delta y}$$

$$\left. \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \right|_{T(m, n)} = \frac{\left. \frac{\partial t}{\partial x} \right|_{T(m + \frac{1}{2}, n)} - \left. \frac{\partial t}{\partial x} \right|_{T(m - \frac{1}{2}, n)}}{\Delta x}$$

$$\left. \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} \right|_{T(m, n)} = \frac{\left. \frac{\partial t}{\partial y} \right|_{T(m, n + \frac{1}{2})} - \left. \frac{\partial t}{\partial y} \right|_{T(m, n - \frac{1}{2})}}{\Delta y}$$

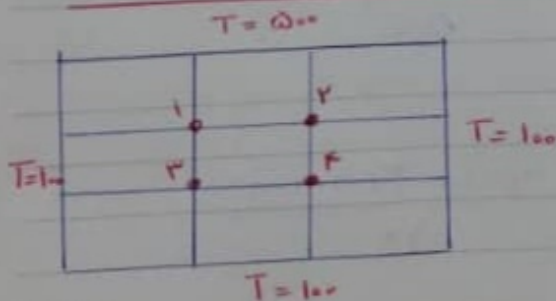


$$\Delta x = \Delta y$$

$$T(m, n+1) + T(m, n-1) + T(m+1, n) +$$

$$T(m-1, n) - 4T(m, n) = 0$$

مشتق دوم *



$$T_1 = T_2$$

$$T_3 = T_4$$

شکل تعادل دارد

$$500 + 100 + T_F + T_F - 4T_1 = 0$$

$$500 + 100 + T_1 + T_F - 4T_F = 0$$

$$100 + 100 + T_F + T_1 - 4T_F = 0$$

$$T_F + 100 + 100 + T_F - 4T_F = 0$$

هستین جلسه

۹۸, ۹, ۱۸

مثال: توزیع دما در یک صفحه در بُعدی به صورت $T = 2x^3 - y^3 + 3x^2 + 2y$

داده شده است در کدام ناحیه از این صفحه دما ثابت است؟ (یعنی تغییرات دما

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = \frac{1}{\kappa} \frac{\partial T}{\partial t}$$

در واحد زمان منفراست).

$$\frac{\partial T}{\partial x} = 6x^2 + 4x$$

$$\frac{\partial T}{\partial y} = -3y^2 + 2$$

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 12x + 4$$

$$\frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = -6y$$

$$12x + 4 - 6y = 0$$

$$4(2x + 1 - y) = 0 \rightarrow y = 2x + 1$$

* مثال: توزیع درجه حرارت در یک جسم به صورت $T = 2x^2 - 3y^2 + z^2 + 4x - 2xz$

داده شده است در کدام ناحیه از جسم درجه حرارت جسم با زمان تغییری کند؟

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$$

$$\frac{\partial T}{\partial x} = 4x + 4 - 2z$$

$$\frac{\partial T}{\partial y} = -6y$$

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 4$$

$$\frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = -6$$

$$\frac{\partial T}{\partial z} = 2z - 2x$$

$$\frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 2$$

$$4 - 6 + 2 = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} \Rightarrow 0 = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$$

* مثال: جسم داغی با دمای 90°C را در هوای اتاق با دمای 20°C قرار دادیم اگر ضریب

انتقال حرارت جابه جایی هوا برابر $40 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\cdot\text{C}}$ باشد، شار حرارتی جابه جایی از جسم به هوای

$$T_s = 90^\circ\text{C}$$

$$T_\infty = 20^\circ\text{C}$$

$$h = 40$$

P4PCO

$$q'' = h(T_s - T_\infty)$$

اتاق چقدر است؟

$$q'' = 40(90 - 20) = 4200 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

* مثال ۱: میزان شار حرارتی تابشی از یک جسم سیاه برابر $\frac{W}{m^2 \cdot C}$ 470 می باشد

$$E = \sigma T^4 \quad \text{دمای آن چقدر است؟}$$

$$470 = 5.67 \times 10^{-8} T^4$$

$$T = \left(\frac{470}{(5.67 \times 10^{-8})} \right)^{\frac{1}{4}} = ?$$

* مثال ۱: مساحت سطح دیوارهای اتاقی برابر $100 m^2$ ، دمای سطح داخلی $20^\circ C$

و دمای سطح بیرونی $10^\circ C$ است. ضخامت دیوار $4 cm$ و ضریب رسانش آن

$\frac{W}{m \cdot C}$ می باشد. مطلوب است میزان کل انتقال گرما از این اتاق (در دیوار جانبی)

$$x = 4 cm \rightarrow 4 \times 10^{-2} m$$

$$q = -kA \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$$A = 100$$

$$q = -1(100) \frac{(20 - 10)}{(4 \times 10^{-2})} = ? \quad W$$

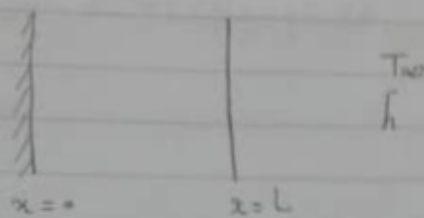
* خطای مهم: دیواری به ضخامت x است با تولید انرژی داخلی به میزان q

تبدیل انرژی از خود ندارد (بخش حرارتی) و در یک بعد است

یک طرف دیوار کاملاً عایق بوده و سمت دیگر در معرض هوا با دمای $100^\circ C$ و ضریب

انتقال حرارت هادی h و دما در دیوار در x را بدست آورید:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{q}{k} = 0$$



$$q_{\text{داخل دیوار}} = -kA \frac{\partial T}{\partial x} = hA (T_s - T_{\infty})$$

برسیم بدین دیوار

$$\int \text{استدلال می کنیم} \Rightarrow \int \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \int -\frac{q''}{k} \Rightarrow \frac{\partial T}{\partial x} = -\frac{q'' x}{k} + C_1$$

$C_1 = 0$

$$\text{مرحله ۲: } T_s = \frac{-q'' x^r}{2k} + C_r$$

دوباره استدلال می کنیم

$$\text{جایگزینی } q = -k \frac{q'' L}{k} = h \left(\frac{-q'' + L^r}{2k} + C_r - T_{\infty} \right)$$

$$\frac{-q'' L}{h} + \frac{q'' L^r}{2k} + T_{\infty} = C_r$$

$$T_s = \frac{-q'' x^r}{2k} + \frac{-q'' L}{h} + \frac{q'' L^r}{2k} + T_{\infty}$$