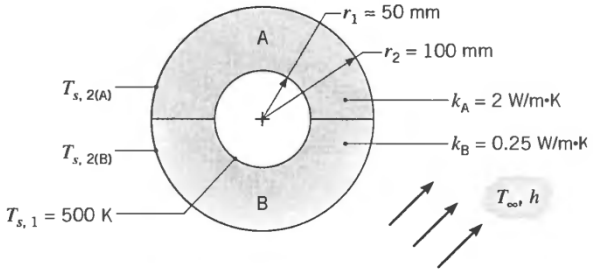


۱- بخار از درون یک لوله بلند جدار نازک، که دمای سطح آن در $500\,K$ ثابت نگهداشته شده، عبور می کند. این لوله مطابق شکل با پوشش عایقی شامل دو جنس متفاوت A و B پوشیده می شود. فرض می شود محل اتصال این دو ماده A و B دارای مقاومت تماسی بینهایت است. اگر کل سطح بیرونی در معرض هوای $T_\infty = 300\,K$ و $h = 25 W/m^2.K$ قرار داشته باشد : (شرایط پایدار – یک بعدی – با خواص ثابت)

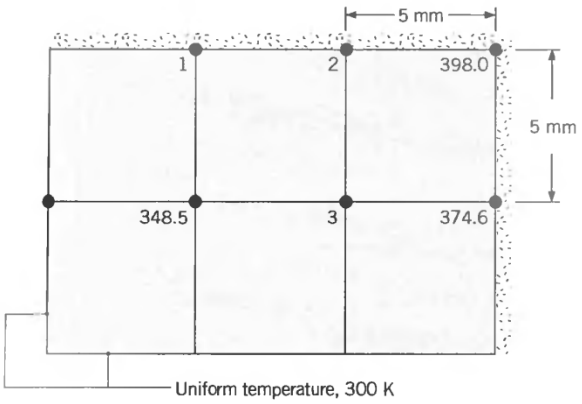
(الف) مدار مقاومتی این سیستم را بطور مشخص رسم کنید (نامگذاری دماها و مقاومت‌های مربوطه).

(ب) برای این شرایط گفته شده، اتلاف گرمایی لوله را حساب کنید.

(پ) دمای سطح بیرونی $T_{s,2(A)}$ و $T_{s,2(B)}$ چقدر است؟

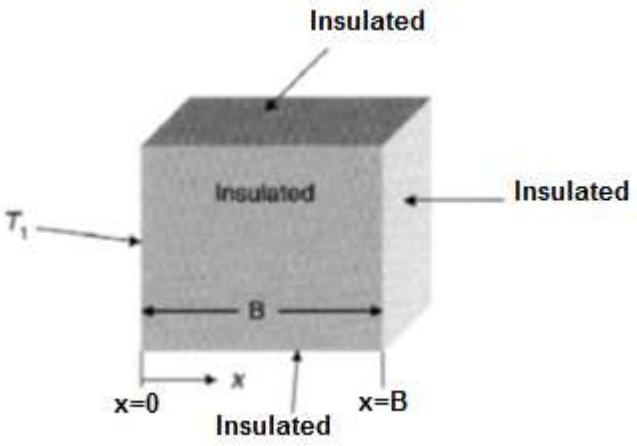
۲- قرار است دو میله مسی $(k = 385 W/m.K)$ خیلی بلند به قطر $D = 10\,mm$ از دو انتها به یکدیگر لحیم شوند. دمای ذوب لحیم $650^\circ C$ است. اگر شرایط هوای اطراف $T_\infty = 25^\circ C$ و $h = 10 W/m^2.K$ باشد توان لازم برای لحیم کاری را حساب کنید.

۳- برای کاهش اتلاف گرمایی روی لوله ای به قطر D ، از دو لایه ماده عایق $(K_2 > K_1)$ استفاده می شود. ضخامت هر دو عایق یکسان و برابر t است. آیا ترتیب نصب این دو عایق بر روی لوله، در میزان اتلاف گرمایی لوله موثر است یا خیر؟ اثبات کنید. $[K_2 = nK_1 \quad , \quad n > 1]$ (تست کنکور کارشناسی ارشد ۶۹-۷۰)



۴- سمت چپ و پایین صفحه ای مطابق شکل زیر، در دمای ثابت $300\,K$ نگهداشته می شود و سمت راست و بالای آن عایق می باشد. درون این صفحه ، تولید انرژی گرمایی یکنواخت $5\times10^7\,W/m^3$ وجود دارد. ضریب هدایت گرمایی صفحه $20 W/m.K$ می باشد. اگر دمای نقطه 2 برابر $390.2\,K$ باشد دمای نقطه 3 را حساب کنید.

۵- بلوک نشان‌داده‌شده در شکل روبرو، از بالا،پایین،جلو، پشت و وجه واقع بر $x = B$ عایق شده است؛ وجه $x = 0$ در دمای ثابت T_1 می‌باشد. درون بلوک، گرما با نرخ $\dot{q} = \Gamma e^{-\gamma x}$ برحسب وات بر مترمکعب تولید می‌شود. Γ و $\gamma > 0$ مقادیر ثابتی هستند. ماکزیمم دمای حالت پایدار در بلوک را پیدا کنید.



$$\Gamma = 10W/m^3, \quad B = 1.0m, \quad k = 0.5W/m.K$$
$$\gamma = 0.1m^{-1}, \quad T_1 = 20^\circ C$$

۶- پره آلومینیومی $(k_{Al} = 240\ W/m.K)$ با پروفیل مثلثی به دیوار تختی متصل است. دمای دیوار $250^\circ C$ ، ضخامت پایه پره $2mm$ و طول پره $6mm$ می باشد. دمای هوای محیط $20^\circ C$ و ضریب جابجایی آن $40\ W/m^2.K$ است.

(الف) راندمان (η) و اثربخشی (ε) این پره چقدر است؟

(ب) گرمای اتلافی پره را حساب کنید (در واحد پهنا).

۷- لوله جدار نازکی با قطر $100mm$ که عایق نشده است برای انتقال آب به دستگاهی که در هوای آزاد کار می کند بکار می رود. این دستگاه از آب بعنوان سیال خنک کننده استفاده می کند. در شرایط بسیار سرد زمستانی ، دیوار لوله به دمای $-15^\circ C$ می رسد و لایه ای از یخ در سطح درونی لوله تشکیل می شود. واضح است که دمای سطح داخلی لایه یخ تشکیل شده، صفر درجه سلسیوس می باشد. اگر دمای میانگین آب $3^\circ C$ و ضریب جابجایی آن $2000W/m^2.K$ باشد، ضخامت لایه یخ را در شرایط پایدار حساب کنید.

$k_{ice} = 1.94W/m.K$

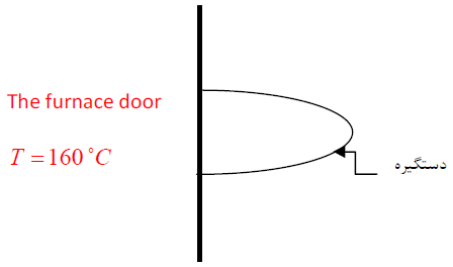
۸- دو سطح پره‌دار کاملا یکسان و مشابه A,B را در نظر بگیرید که دمای محیطی که با آن تبادل حرارت می-کنند نیز یکسان است. تنها تفاوت اینست که ضریب جابجایی مربوط به سطح پره دار A ، دو برابر ضریب جابجایی مربوط به سطح پره دار B می باشد. برای کدامیک از پره‌ها:

(الف) اثربخشی[۱]

(ب) راندمان[۲]

بیشتر خواهد بود؟ توضیح دهید.

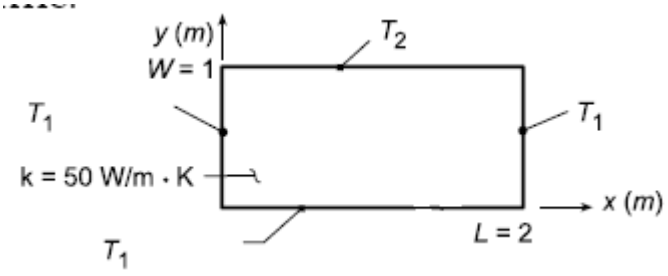
۹- می‌خواهیم برای دری که در دیوار کوره‌ای قرار دارد دسته‌ای نصب کنیم. دمای در $160\,^{\circ}C$ است. میله‌ای فولادی $\begin{pmatrix} k=50\,W/m.K \quad , \quad \rho=7800\,Kg/m^3 \\ Cp=434\,J/Kg.K \end{pmatrix}$ به طول $40\,cm$ و قطر $6.35\,mm$ را خم کرده، به فرم U درآورده و دو سر آن‌را به در جوش می‌دهیم (از مقاومت گرمایی محل جوش و تابش گرمایی کوره صرفنظر می شود). دمای هوای محیط $24\,^{\circ}C$ و ضریب جابجایی آن $12\ W/m^2.K$ است. اگر دمای سوختن پوست $65\,^{\circ}C$ باشد چقدر نزدیک به در می‌توانید دسته را بگیرید؟



۱۰- یک سیم برق به قطر $2mm$ با لایه ای به ضخامت $1mm$ از پلاستیک $\left(k_{plastic}=0.15\,W/m.K\right)$ پوشیده شده است. در اثر جریان برق و افت ولتاژی که دو سر آن بوجود می‌آید، نرخ گرمای $8\,W$ در ازای هر متر طول سیم در آن ایجاد می‌شود. اگر این سیم روکش دار در معرض هوای $\begin{Bmatrix} T_\infty=30 & ^{\circ}C \\ h=24 & W/m^2.K \end{Bmatrix}$ قرار بگیرد، دما در مرز سیم و پوشش پلاستیکی را حساب کنید.

---

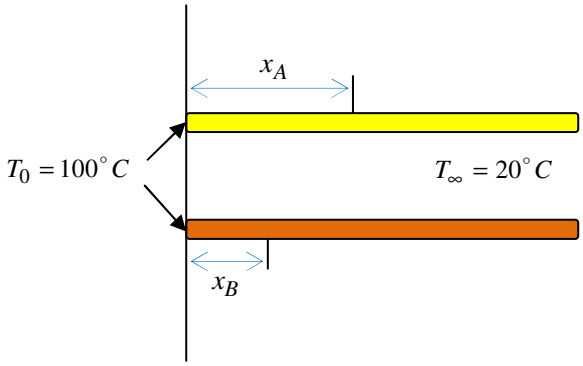
۱ effectiveness
۲ efficiency



۱۱- مطابق شکل صفحه‌ای به ابعاد $2m \times 1m$ را در نظر بگیرید که دمای وجه بالایی آن $T_2 = 200^\circ C$ و دمای سه وجه دیگر آن $T_1 = 60^\circ C$ است. نرخ کل انتقال گرما از وجه پایینی را در واحد ضخامت بر حسب W/m حساب کنید (با تقریب چهار جمله‌ی غیر صفر بسط).

۱۲- یک اتاقک کروی به قطر 4 m در عمق ۵ متری زمین ساخته شده است (فاصله مرکز کره تا سطح زمین 5 m است). اگر دمای سطح زمین $10^\circ C$ و ضریب هدایت گرمایی خاک آن منطقه 0.5 $W/m.K$ باشد اتلاف گرمای اتاقک را حساب کنید. دمای سطح بیرونی اتاقک $25^\circ C$ می باشد.

۱۳- دو میله باریک خیلی بلند به قطر یکسان (از جنس متفاوت) را در نظر بگیرید. یک سر هر کدام از میله ها به پایه ای با دمای ثابت $100^\circ C$ متصل شده و سطوح جانبی میله‌ها در معرض هوای $20^\circ C$ قرار دارد. هنگامیکه دمای هر میله را در امتداد طولی با ترموکوپل اندازه می-گیریم متوجه می‌شویم که دمای میله A در موقعیت $x_A = 0.15m$ با دمای میله B در موقعیت $x_B = 0.075m$ یکسان است. اگر ضریب هدایت گرمایی میله A برابر $k_A = 70$ $W/m.K$ باشد مقدار k_B را حساب کنید. فرض کنید شرایط حالت پایدار و تمام خواص و نیز ضریب انتقال حرارت جابجایی h ثابت است.



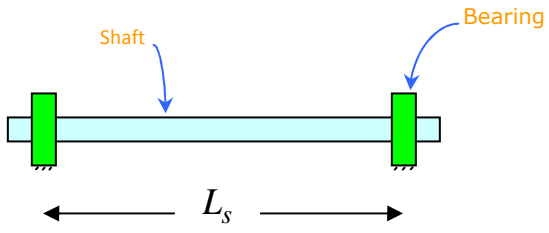
۱۴- روی لوله‌ای به قطر خارجی $25\ mm$ ، لایه‌ای به ضخامت $10\ mm$ از عایقی با ضریب هدایت $k = 0.25\ \ W/m.K$ نصب شده است. اگر ضریب جابجایی محیط $20\ \ W/m^2.K$ باشد آنگاه :

(تست کنکور کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک ۶۹-۷۰)

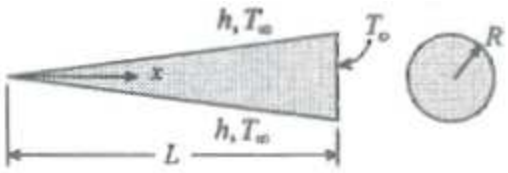
I. انتقال حرارت از لوله به محیط افزایش می یابد.
II. انتقال حرارت از لوله به محیط کاهش می یابد.
III. انتقال حرارت فرقی نمی کند و با لوله بدون عایق برابر است.
IV. انتقال حرارت ابتدا افزایش و سپس کاهش می یابد.

۱۵ - شرط لازم برای اینکه در وسط یک محور، پولی (Pulley) قرار داده شود اینست که دما از یک حدی تجاوز نکند تا به تسمه روی پولی آسیب نرسد. دمای شفت در محل یاتاقانها ، $175^\circ C$ می باشد. حداقل فاصله بین یاتاقانها (L_s) چقدر باشد تا دمای وسط آن از $100^\circ C$ تجاوز نکند؟

دمای محیط $30^\circ C$ و ضریب جابجایی بین محیط و شفت $5\ \ W/m^2.^\circ C$ است. قطر شفت $20\ mm$ و ضریب هدایت گرمایی آن $40\ \ W/m.^\circ C$ می باشد.



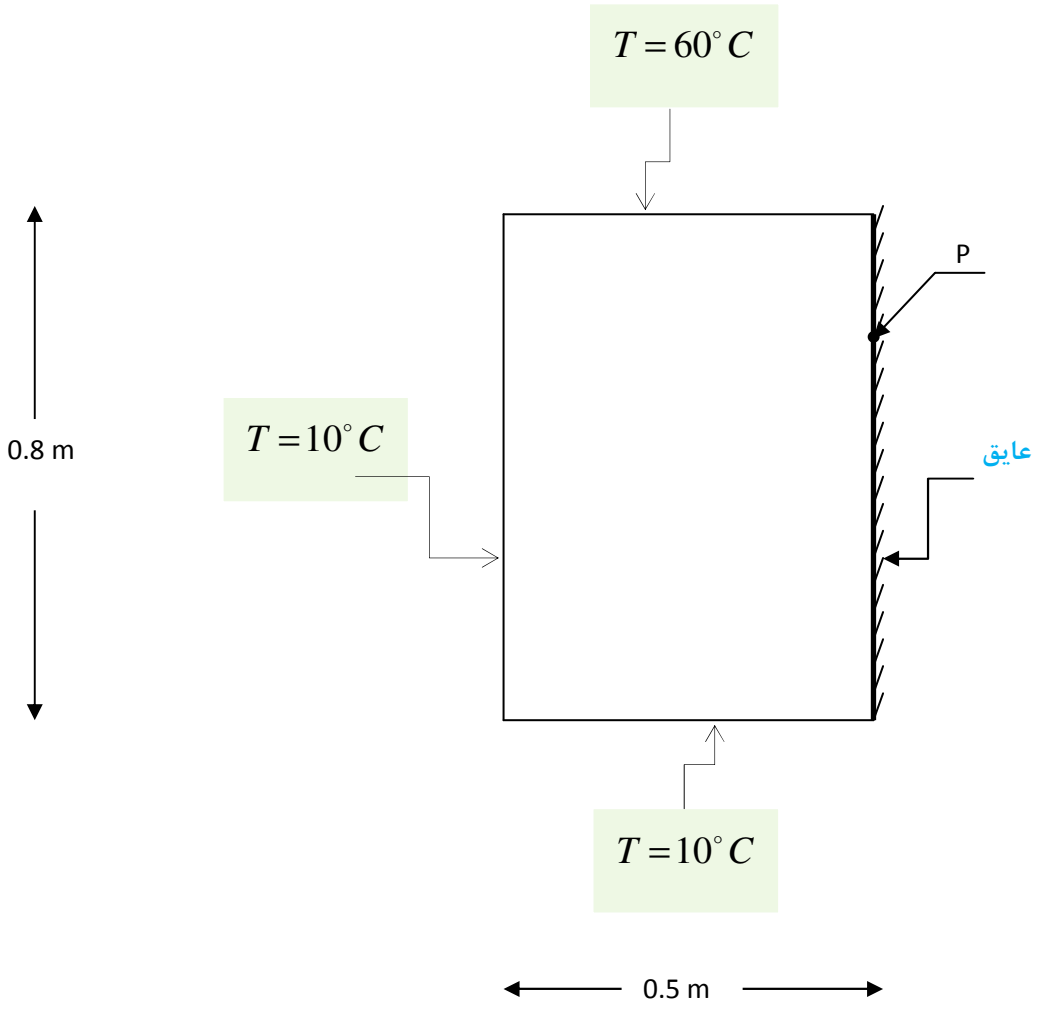
۱۶- یک پره مخروطی با ضریب هدایت گرمایی ثابت k را در نظر بگیرید که دارای مقطعی گرد به شعاع ماکزیمم R و طول L می باشد. این پره در معرض محیط جابجایی h,T_∞ قرار دارد و دمای پایه آن T_0 است.



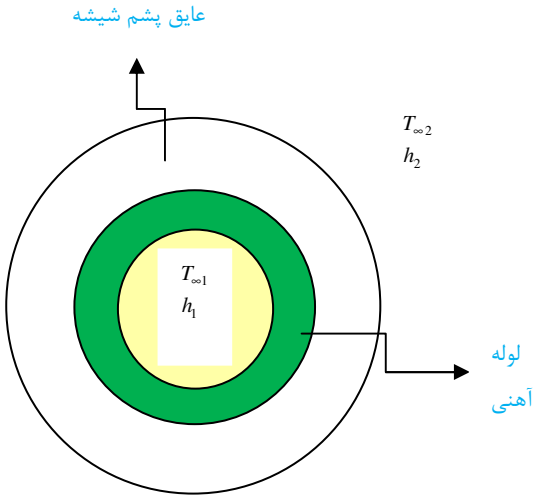
با فرض هدایت یک بعدی در راستای x و نوشتن بالانس انرژی ، معادله دیفرانسیل حاکم بر این مساله را بدست آورید و تا حد امکان ، آنرا ساده کنید.

۱۷- دو لوله با قطرهای D_1 و D_2 $[D_2 < D_1]$ در شرایط محیطی یکسانی قرار دارند. شرایط داخل این لوله ها نیز با هم یکی است. هر دو لوله را با عایق یکسانی و به ضخامت L عایق پیچی کرده‌اند. اتلاف گرمایی یکی از لوله ها کمتر شده است در حالیکه میزان اتلاف گرمای لوله دیگر، نه تنها کم نشده که بیشتر هم شده است. مشخص کنید در مورد کدام لوله این اتفاق افتاده است و دلیل آن چیست؟

۱۸- صفحه ای به طول 0.5 m و عرض 0.8 m را در نظر بگیرید که سمت راست آن عایق شده است و دمای سمت چپ و پایین آن $10^{\circ}C$ و دمای سمت بالای آن $60^{\circ}C$ می باشد. اگر شرایط پایدار (steady) برقرار باشد دمای نقطه P واقع بر وجه عایق را که به فاصله 0.2 m از وجه بالایی قرار دارد حساب کنید.



۱۹- لوله‌ای آهنی $(k = 60 \quad W/m.K)$ با شعاع درونی $R_i = 20 \quad mm$ و بیرونی $R_o = 25 \quad mm$ را در نظر بگیرید که از داخل آن، سیالی با دمای $T_{\infty 1} = 10^\circ C$ و ضریب جابجایی $h_1 = 100 \quad W/m^2.K$ می گذرد. پیرامون لوله را با عایق پشم شیشه $(k = 0.038 \quad W/m.K)$ به ضخامت $40 \quad mm$ پوشانده و توسط جریان برق، گرمای $\dot{q} \quad W/m^3$ را درون عایق بطور یکنواخت تولید می کنیم.



هوای سرد بیرون در فشار اتمسفر در شرایط $\begin{cases} T_{\infty 2} = -5^\circ C \\ h_2 = 250 \quad W/m^2.K \end{cases}$ قرار دارد و بخار آب موجود در آن در صفر درجه سلسیوس یخ می زند.

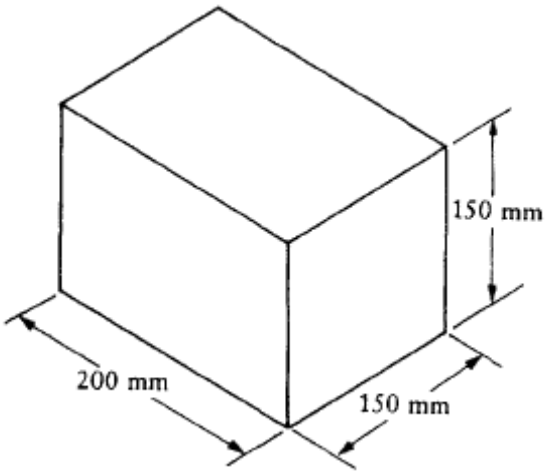
مساله، حالت پایدار (steady) است. طول لوله را در محاسبات L=1 m در نظر بگیرید.

اگر گرمایی که از انرژی تولیدی درون عایق به سیال درون لوله می رسد 300 w (در واحد طول لوله) باشد آنگاه :

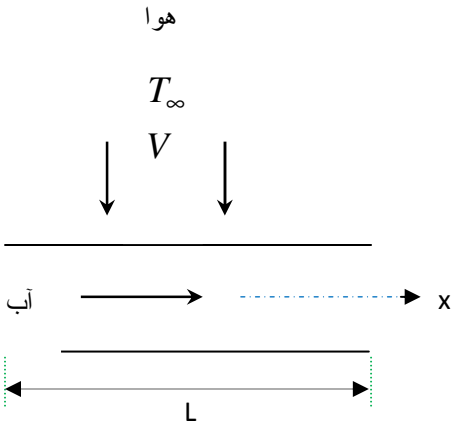
(الف) حداقل $\dot{q}$ را برای جلوگیری از یخ زدن سطح بیرونی عایق حساب کنید.

(ب) پروفیل دما در **لوله آهنی** و نیز در **عایق پشم شیشه** را بدست آورید.

۲۰- یک کوره عملیات حرارتی دارای ابعاد بیرونی $150mm \times 150mm \times 200mm$ می‌باشد. جنس آن از آجر نسوز $(k = 1.07 W/m.K)$ و ضخامت دیوارها $6 \, mm$ است. اگر دمای سطح درونی و بیرونی کوره به ترتیب $550^\circ C$ و $30^\circ C$ باشد اتلاف گرمایی از کوره چقدر خواهد بود؟



۲۱- در جریان کاملا توسعه یافته هیدرودینامیکی و گرمایی درون لوله‌ای با دمای سطح ثابت، دمای متوسط آب در دو مقطع بفاصله L از یکدیگر $T_{m,i}=30^{\circ}C$ و $T_{m,o}=80^{\circ}C$ می باشد. گرادیان فشار آب درون لوله $\frac{dp}{dx}=-0.087 \quad Pa/m$ و قطر لوله $D=5 \quad cm$ است (لوله جدار نازک). اگر هوای بیرون با میانگین سرعت $V=10 \quad m/s$ و دمای $T_{\infty}=100^{\circ}C$ عمود بر محور لوله بگونه‌ای جریان داشته باشد که شرایط دمای ثابت را در سطح لوله ایجاد کند طول مورد نیاز لوله (L) را حساب کنید. (۴)



$\rho_{water}=950Kg/m^3 \quad \mu_{water}=452\times10^{-6}N.s/m^2 \quad Cp_{water}=4180J/Kg.K$

$K_{water}=0.64W/m.K$

$K_{Air}=0.03W/m.K$

$\nu_{Air}=22\times10^{-6}m^2/s \quad \alpha_{Air}=31.4\times10^{-6}m^2/s$

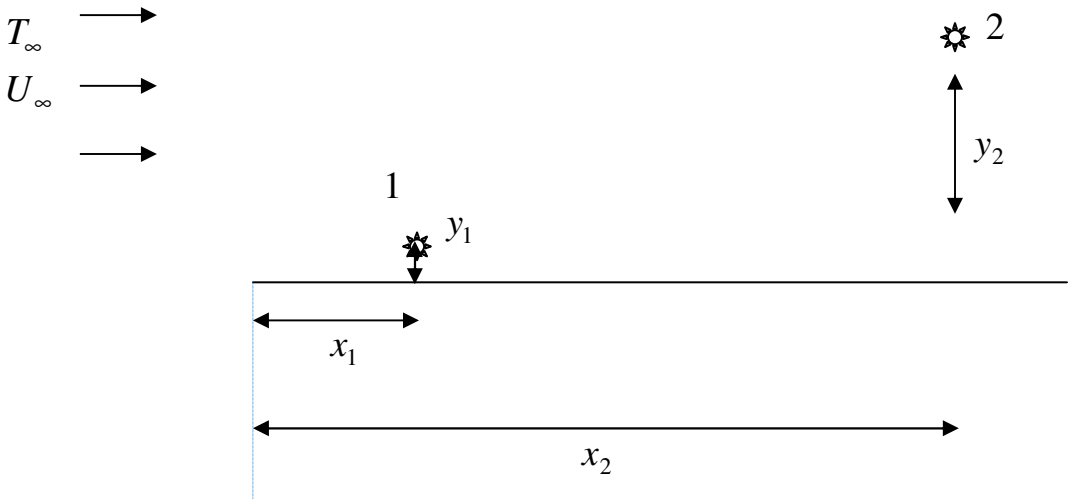
$K_{pipe}=60W/m.K$

۲۲- جریان پایدار روغن با دمای $T_\infty = 25^\circ C$ و سرعت m/s $U_\infty = 5$ را از روی صفحه تختی با دمای ثابت $T_s = 70^\circ C$ در نظر بگیرید. اگر پروفیل دما در لایه مرزی آرام

$$T^* = \frac{T - T_s}{T_\infty - T_s} = \frac{3}{2}\left(\frac{y}{\delta_t}\right) - \frac{1}{2}\left(\frac{y}{\delta_t}\right)^3$$

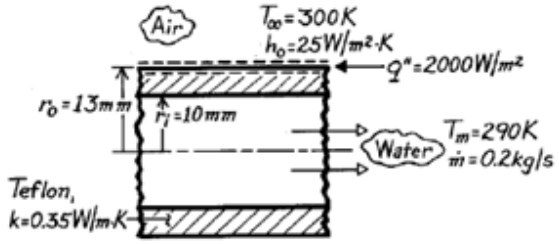
باشد سنسورهایی که در نقاط 1 و 2 نصب شده اند چه دمایی را نشان می دهند؟ (۲)

ویسکوزیته سینماتیکی روغن $\nu_{oil} = 161\times10^{-6}$ m^2/s و عدد پرانتل آن را $\Pr = 2000$ در نظر بگیرید.	$x_1 = 4$ m $y_1 = 0.002$ m $x_2 = 35$ m $y_2 = 0.9$ m



۲۳- یک ساچمه داغ کروی $\begin{pmatrix}\rho=7000\ Kg/m^3\\ c=450\ J/Kg.K\\ k=80\,W/m.K\end{pmatrix}$ با دمای اولیه $600^\circ C$ در لحظه $t=0$ وارد یک استخر بزرگ و عمیق روغن $\begin{Bmatrix}k=0.137\,W/m.K\\ \rho=900\,Kg/m^3\\ c_p=1700\,J/Kg.K\\ \mu=3.75\,N.s/m^2\\ \Pr=300\end{Bmatrix}$ شده، با سرعت متغیر $V=0.02t+17$ سقوط آزاد می کند. در رابطه اخیر، V سرعت حرکت ساچمه بر حسب متر بر ثانیه و t زمان بر حسب ثانیه است. قطر ساچمه $D=1mm$ است و استخر روغن در دمای یکنواخت $50^\circ C$ قرار دارد. حساب کنید پس از 2 ثانیه، ساچمه چقدر افت دما خواهد داشت؟ فرض کنید $\frac{\mu}{\mu_s}=1$ می باشد.

۲۴– لوله‌ای از جنس تفلون $(k=0.35\ W/m.K)$ را در نظر بگیرید که شعاع داخلی و خارجی آن به ترتیب $10\,mm$ و $13\,mm$ می باشد. آب با دبی جرمی $0.2\,Kg/s$ درون لوله جریان دارد و دمای میانگین آب در مقطع نشان داده شده، $290\,K$ است. در اثر المان الکتریکی پیچیده شده پیرامون لوله، شار گرمایی یکنواخت $2000\ W/m^2$ در سطح بیرونی لوله تولید می شود، درحالیکه اطراف لوله نیز در معرض هوای $\begin{Bmatrix}T_\infty=300\,K\\ h_{Air}=25W/m^2.K\end{Bmatrix}$ قرار دارد. با فرض حالت پایدار و جریان کاملا توسعه یافته، حساب کنید:



Water properties:

$\mu=1080\times10^{-6}\ Kg/s.m$

$k=0.598\,W/m.K$

$\Pr=7.56$

(الف) چه مقدار از شار گرمایی $2000\ W/m^2$، به آب درون لوله منتقل می شود؟

(ب) دمای سطح بیرونی لوله چقدر است؟