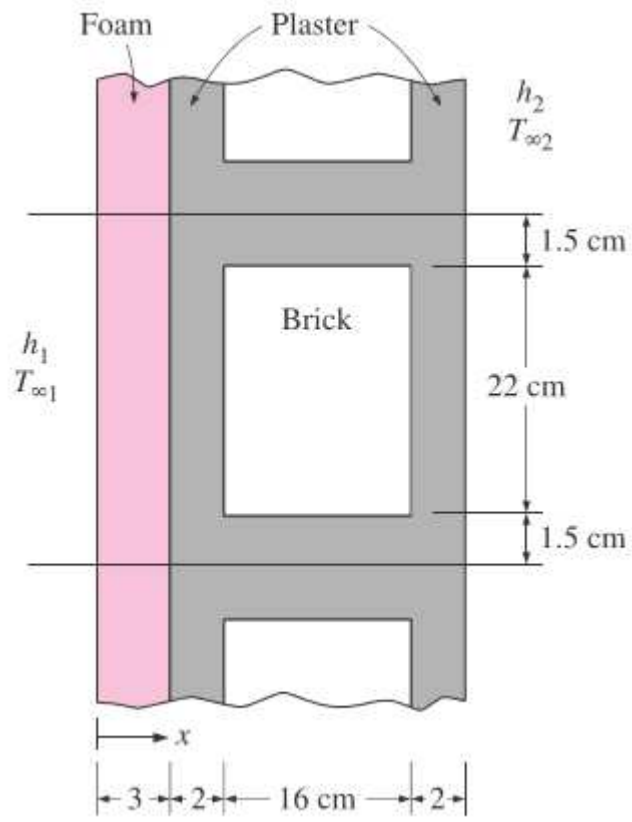
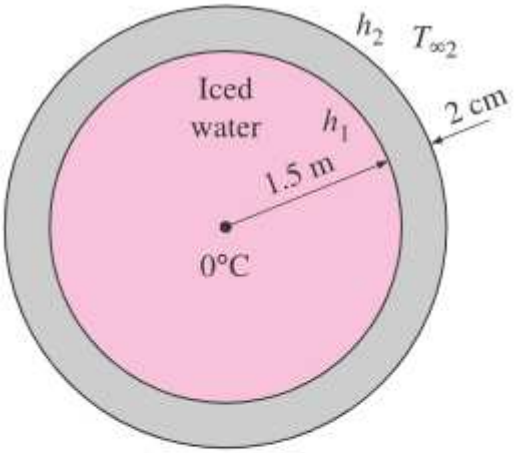
مساله ۱ : مقاومت تماسی گرمایی در محل اتصال دو صفحه آلومینیومی (هر یک به ضخامت $1cm$) از طریق آزمایشگاهی، معادل $11000W/m^2.K$ اندازه‌گیری شده است. ضخامت صفحه آلومینیومی را تعیین کنید که مقاومتی برابر با این مقدار داشته باشد.

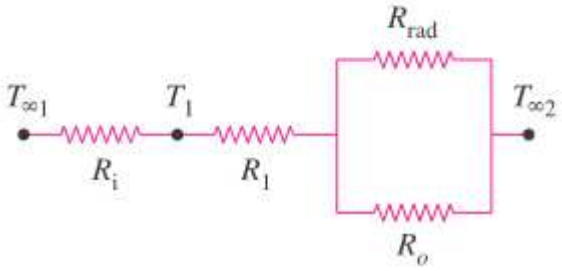
مساله ۲: مقطع قسمتی از یک دیوار در شکل روبرو نشان داده شده است که از لایه‌های مختلفی شامل فوم، پلاستر و آجر تشکیل می‌شود؛ این الگو در فواصل ۲۵ سانتیمتری در راستای عمودی تکرار می‌شود. اگر دمای هوای داخل و خارج، به ترتیب $20^\circ C$ و $-10^\circ C$ باشد (ضریب جابجایی محیط داخل $10W/m^2K$ و خارج $25W/m^2K$ است)، در حالت پایدار، با فرض جریان گرمای یک بعدی و صرفنظر از تابش گرمایی، ابتدا مدار مقاومت گرمایی را رسم کرده، مقاومت معادل این بخش از الگوی دیوار در واحد عمق را تعیین کنید، سپس نرخ انتقال گرما در این بخش از مقطع را حساب کنید.



$$k_{brick} = 0.72W/m.K$$
$$k_{foam} = 0.026W/m.K$$
$$k_{plaster} = 0.22W/m.K$$

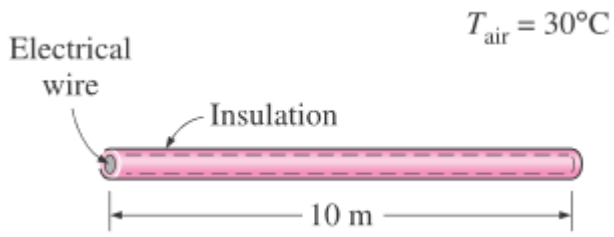
مساله ۳: یک مخزن کروی به قطر داخلی $3m$ از جنس فولاد زنگ‌نزن $(k=15W/m.K)$ به ضخامت $2cm$ می‌باشد و به منظور نگهداری آب یخ زده $0^{\circ}C$ استفاده می‌شود. دمای هوای اتاق و نیز دیوارهای اتاق در $22^{\circ}C$ هستند. سطح بیرونی مخزن سیاه است و انتقال گرمای پایدار بین سطح و محیط و نیز دیوارها به طریق جابجایی آزاد و تابش رخ می‌دهد. اگر ضریب جابجایی داخل و خارج کره به ترتیب $80W/m^2K$ و $10W/m^2K$ باشد، نرخ انتقال گرما را حساب کنید. مقدار یخ ذوب شده در ۲۴ ساعت را تخمین بزنید.





مساله ۴: ته یک ماهیتابه، لایه‌ای آلومینیومی به ضخامت $4mm$ است. به منظور افزایش نرخ انتقال گرما، طرحی پیشنهاد می‌شود بدین مضمون که لایه‌ای از مس به ضخامت $3mm$ بین دو لایه آلومینیومی (هر یک به ضخامت یک میلیمتر) قرار داده شود. آیا طرح جدید، نرخ انتقال گرمای بیشتری دارد؟

مساله ۵: سیم برق به قطر $2mm$ و طول $10m$ با لایه‌ای از پلاستیک $(k=0.15W/m.K)$ به ضخامت $1mm$ پوشانده شده است (تماس کامل است). جریان $10A$ از سیم با ولتاژ $8V$ عبور می‌کند. اگر شرایط محیط $\left\{\begin{matrix} h=24W/m^2K \\ T=30^{\circ}C \end{matrix}\right\}$ داده شده باشد، (الف) دمای محل اتصال سیم و پوشش را در حالت پایدار حساب کنید. (ب) اگر ضخامت پوشش دو برابر شود، چه تاثیری بر نرخ انتقال گرما می‌گذارد؟



مساله ۶: دو پره پینی از هر لحاظ یکسان هستند به جز اینکه قطر یکی، دو برابر دیگری است. برای کدام پره، (الف) اثربخشی، (ب) راندمان و (پ) نرخ انتقال گرما بیشتر از دیگری است؟

مساله ۷: یک قاشق استیل مطابق شکل در آب جوش فرو رفته است. سطح مقطع دسته قاشق $5mm\times 2mm$ است و به اندازه $70mm$ از سطح آب در معرض هوا قرار دارد. اگر ضریب انتقال گرمای جابجایی محیط $15W/m^2K$ باشد، اختلاف دما در این طول $70mm$ از دسته قاشق چقدر است؟
فرضیات معقول خود را بیان کنید.

مساله ۸: دو جسم یکسان را درنظر بگیرید که ابتدا در شرایط یکسان و داغ هستند (در محیط هوا). یکی با کمک فن خنک می-شود و دیگری در هوای ساکن. روش ظرفیت یکپارچه[1]، احتمالا در مورد کدامیک به‌کار خواهد رفت؟

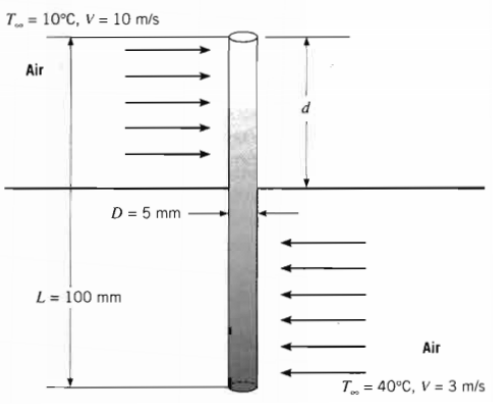
مساله ۹: یک سیب زمینی داغ را درنظر بگیرید که در فرآیند خنک‌کاری قرار گرفته است. در یک دقیقه‌ی اول، به اندازه $5^\circ C$ سرد می‌شود. در حین دقیقه‌ی دوم، آیا کمتر، بیشتر یا مساوی $5^\circ C$ خنک خواهد شد؟ چرا؟

مساله ۱۰: یک تکه گوشت به جرم $65kg$ $\left(k=0.47W/mK \quad , \quad \alpha=0.13\times10^{-6}\,m^2/s\right)$ ابتدا در دمای $37^\circ C$ قرار دارد (آن را کره‌ای به قطر $60cm$ فرض کنید). آن را در معرض جریان هوای سرد $-6^\circ C$ با سرعت $1.8\,m/s$ قرار می‌دهند. چقدر طول می‌کشد تا دمای مرکز گوشت به ۴ درجه سلسیوس برسد؟ آیا قسمتی از گوشت یخ خواهد زد؟

مساله ۱۱: برای اندازه‌گیری دمای جریان گاز، از یک ترموکوپل با نوک کروی $0.75mm$ به قطر $\begin{pmatrix} k=30W/m.K \\ \rho=8400\,kg/m^3 \\ c_p=400\,J/kg.K \end{pmatrix}$ استفاده می‌شود. اگر ضریب جابجایی بین نوک ترموکوپل و محیط $600W/m^2K$ باشد، چقدر طول می‌کشد تا ترموکوپل، ۹۹٪ اختلاف بین دمای گاز و دمای اولیه ترموکوپل را ثبت کند؟ Answer: 3.2 sec.

مساله ۱۲: هوای یک اتمسفر با دمای $50^\circ C$ از روی صفحه تخت و داغی با دمای $100^\circ C$ می‌گذرد. ابعاد صفحه تخت $0.2m$ در راستای جریان و $0.1m$ عرض آن است. عدد رینولدز بر مبنای طول صفحه 40000 است. (الف) نرخ انتقال گرما از صفحه به هوا چقدر است؟ (ب) اگر سرعت جریان آزاد دو برابر شود، چه تاثیری بر نرخ انتقال گرما می‌گذارد (چند درصد تغییر می‌یابد)؟

[1] Lumped Capacitance Method



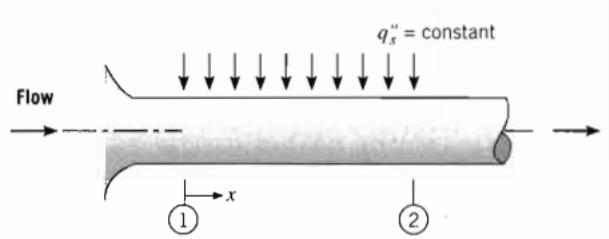
مساله ۱۳: دو جریان هوا با سرعت و دمای متفاوت، مطابق شکل بوسیله صفحه‌ای از هم جدا هستند. به منظور افزایش انتقال گرما بین آنها، یک پین آلومینیومی به طول $100mm$ و قطر $5mm$ بصورت عمود بر جریان‌ها نصب می‌شود.
تغییر نرخ انتقال گرما را با تغییر فاصله d از مقدار 0 تا $50mm$ حساب کرده، رسم کنید.

مساله ۱۴: ساچمه‌های مسی داغ به قطر $20mm$ در مخزنی از روغن $\begin{cases} \rho = 854\,kg/m^3, & c_p = 2200\,J/kg.K \\ \mu = 0.04\,N.s/m^2, & k = 0.14\,W/m.K \end{cases}$ انداخته شده، فرض می‌شود به صورت سقوط آزاد با سرعت نهایی[۲] حرکت می‌کنند.

(الف) با موازنه نیروی درگ[۳] و وزن[۴]، سرعت نهایی را حساب کنید.

(ب) اگر قرار باشد ساچمه‌ای که دمای اولیه آن $90^\circ C$ است (دمای تمام نقاط آن در ابتدا یکسان و یکنواخت است)، مرکزش تا $40^\circ C$ سرد شود، ارتفاع مخزن روغن چقدر باید باشد؟

مساله ۱۵: (الف) اگر آب $30^\circ C$ با سرعت $0.2\,m/s$ وارد لوله‌ای به قطر داخلی $15cm$ شود (دمای سطح لوله در $70^\circ C$ ثابت است)، در چه طولی از لوله، به شرایط توسعه یافتگی سرعتی و گرمایی می‌رسد؟ (ب) دمای آب در جایی که توسعه یافتگی کامل تحقق می‌یابد چقدر است؟



مساله ۱۶: آب با دمای $T_1 = 25^\circ C$ و دبی $1kg/s$ به لوله مسی جدار نازک با قطر $25cm$ وارد می‌شود که سطح لوله، با عبور از درون یک کوره، در معرض شار گرمایی ثابت $q''_s = 1700\,W/m^2$ قرار دارد. تغییرات دمای میانگین سیال و نیز دمای سطح لوله را در طول $8m$ از آن رسم کنید.

مساله ۱۷: اتیلن گلیکول با دبی $0.01kg/s$ درون لوله‌ای جدارنازک به قطر $3mm$ جریان دارد. این لوله در حمامی از آب با دمای $25^\circ C$ قرار گرفته است. اگر اتیلن گلیکول، با دمای $85^\circ C$ وارد لوله شود، طول لازم برای سرد شدن تا $35^\circ C$ را برآورد کنید.

[2] Terminal Velocity
[3] Drag Force
[4] Gravitational Force

مساله ۱۸: لوله فولادی $(k = 60 W/m.K)$ جدار ضخیم $\left\{ \begin{matrix} D_i = 20mm \\ D_o = 25mm \end{matrix} \right\}$ حامل آب داغ، از خارج بوسیله جریان هوای $25^\circ C$ که سرعت $20\,m/s$ دارد، خنک می‌شود. در مکانی مشخص در امتداد لوله، دمای میانگین آب $80^\circ C$ است. فرض کنید جریان آب درون لوله، توسعه یافته کامل با عدد رینولدز 20000 است. نرخ انتقال گرما (در واحد طول) به هوای خارج را حساب کنید.