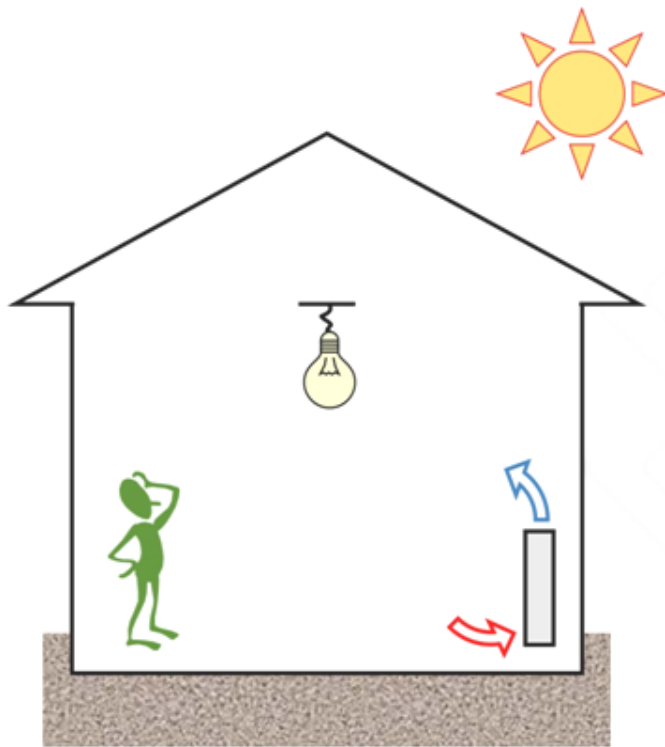


حرارت (Heat) چیست؟

اهمیت انتقال حرارت در ساختمان



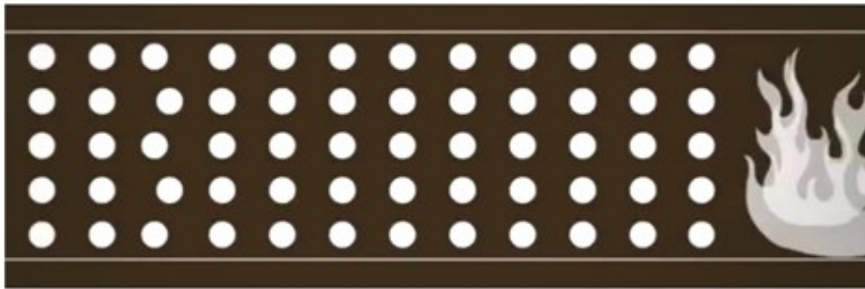
روش‌های انتقال حرارت

- از طریق محیط مادی (هدایت و جابجایی)
- بدون نیاز به محیط مادی (تابش)



Hossein Samanipour
PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150



- مکانیزم‌های انتقال حرارت از طریق محیط مادی
- برخورد مولکولی (Diffusion)
 - جابجایی کلی ماده (Advection)

انتقال حرارت هدایت (Conduction) چیست؟



انتقال حرارت جابجایی (Convection) چیست؟

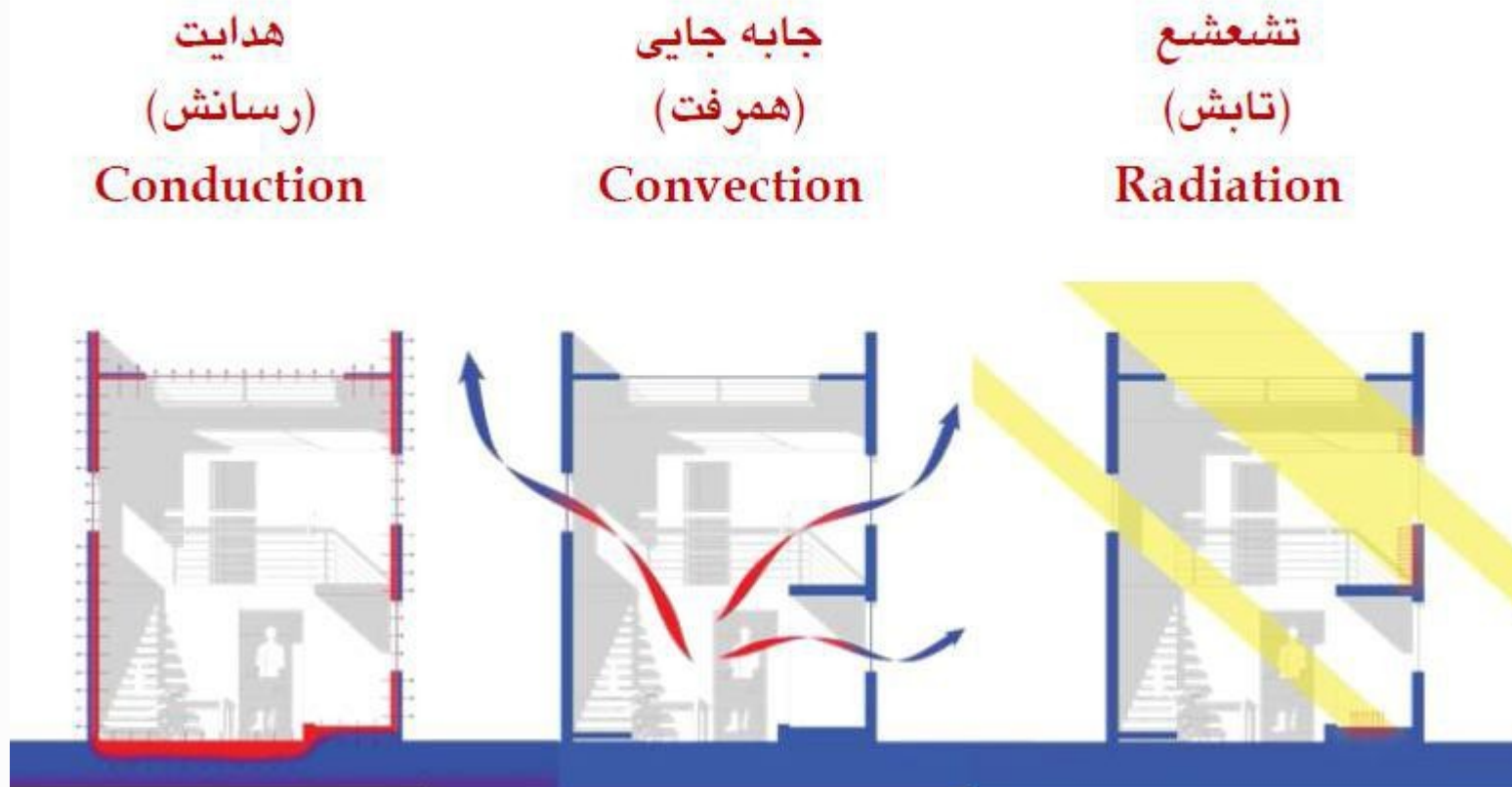


Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

راه‌های انتقال حرارت در ساختمان



در اکثر موارد، سهم هدایت حرارت در مقایسه با جریان همرفتی و تشعشع قابل ملاحظه است.



Hossein Samanipour
PhD in Mechanical Engineering

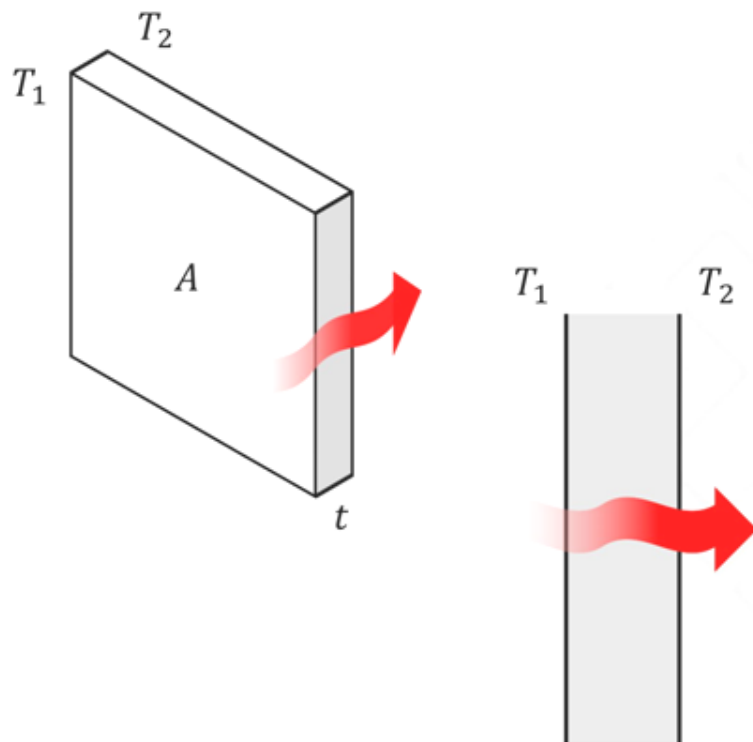
samanipour2002@gmail.com , 09129540150

هدایت حرارت



Hossein Samanipour
PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150



قانون فورييه (Fourier's Law)

$$q \propto A \frac{T_1 - T_2}{t}$$

q نرخ انتقال حرارت بر حسب W

$$q = kA \frac{T_1 - T_2}{t}$$

k ضریب هدایت حرارتی (Thermal Conductivity) بر حسب W/m°C

$$q'' = \frac{q}{A} = k \frac{T_1 - T_2}{t}$$

q'' شار حرارت بر حسب W/m²

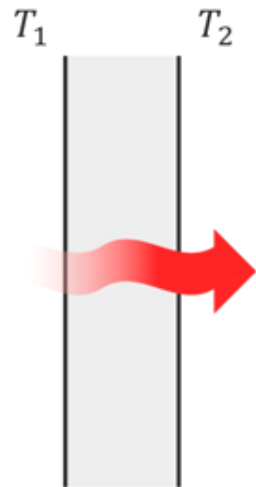


Hossein Samanipour

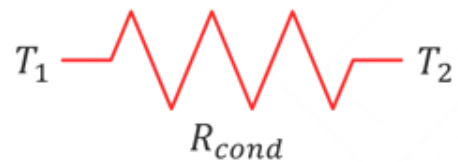
PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

2017 ASHRAE Handbook – Fundamentals, Chapters 24 to 26
CIBSE Guide A – Environmental Design



مدار حرارتی (Thermal Circuit) و مقاومت حرارتی (Thermal Resistance)



$$q'' = k \frac{T_1 - T_2}{t} \Rightarrow q'' = \frac{T_1 - T_2}{\frac{t}{k}}$$

$$R_{cond} = \frac{t}{k} \Rightarrow q'' = \frac{T_1 - T_2}{R_{cond}}$$

R_{cond} مقاومت حرارتی هدایت (Conduction Thermal Resistance) بر حسب m^2C/W

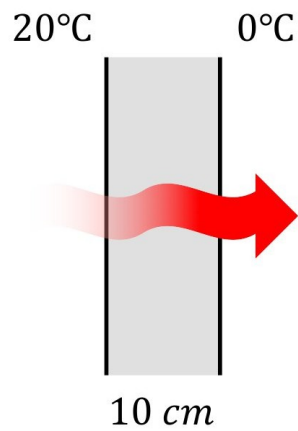


Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

بتن

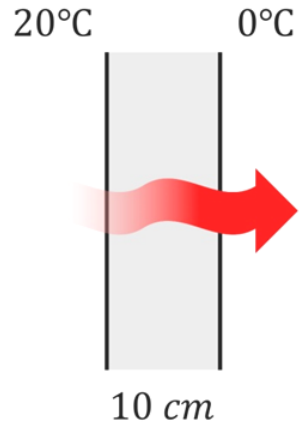


مثال



Hossein Samanipour
PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150



$$k = 2 \frac{W}{m^{\circ}\text{C}}$$

$$R_{cond} = \frac{t}{k} = \frac{0.1}{2} = 0.05 \frac{m^2^{\circ}\text{C}}{W}$$

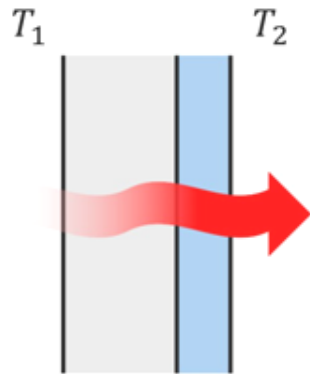
$$q'' = \frac{T_1 - T_2}{R} = \frac{20 - 0}{0.05} = 400 \frac{W}{m^2}$$



Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

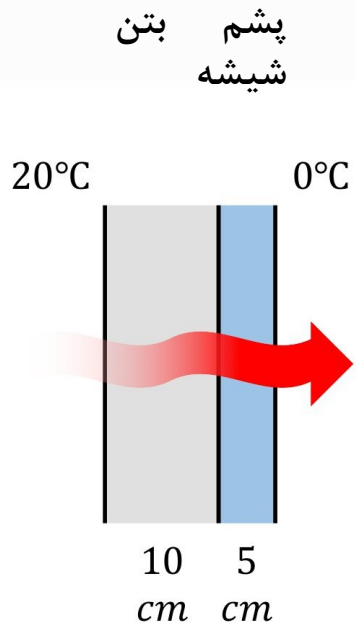


$$q'' = \frac{T_1 - T_2}{R_t}$$

$$R_t = R_1 + R_2$$



مثال



Hossein Samanipour
PhD in Mechanical Engineering

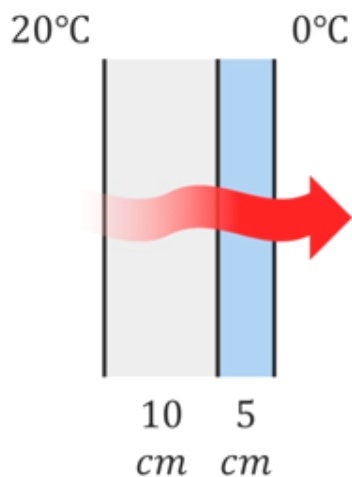
samanipour2002@gmail.com , 09129540150

مثال

از مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، ضریب هدایت حرارت تقریبی پشم شیشه:

بنابراین:

با استفاده از مثال قبل:



$$k_2 = 0.04 \frac{W}{m^{\circ}C}$$

$$R_2 = 1.25 \frac{m^2^{\circ}C}{W}$$

$$R_t = R_1 + R_2 = 0.05 + 1.25 \Rightarrow R_t = 1.3 \frac{m^2^{\circ}C}{W}$$

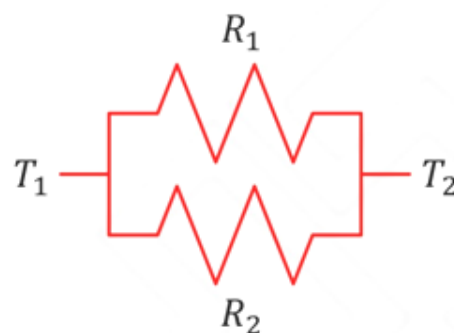
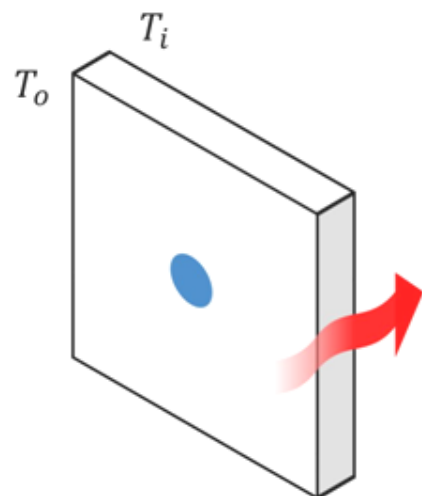
$$q'' = \frac{T_1 - T_2}{R_t} \approx 15 \frac{W}{m^2}$$



Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150



$$q'' = \frac{T_1 - T_2}{R_t}$$

$$\frac{A_1 + A_2}{R_t} = \frac{A_1}{R_1} + \frac{A_2}{R_2}$$

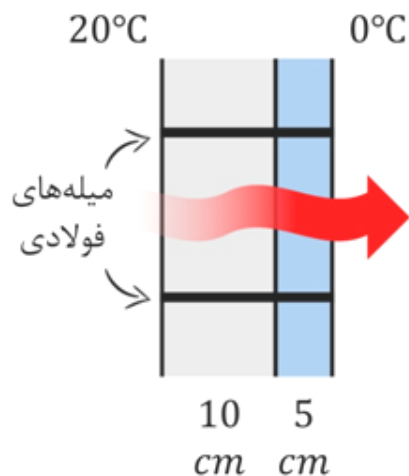


مثال

از مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، ضریب هدایت حرارت تقریبی فولاد:

بنابراین:

با استفاده از مثال قبل:



$$k_2 = 50 \frac{W}{m^{\circ}C}$$

$$R_2 = 0.003 \frac{m^2^{\circ}C}{W}$$

$$\frac{A_1 + A_2}{R_t} = \frac{A_1}{R_1} + \frac{A_2}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R_t} = \frac{0.99}{1.3} + \frac{0.01}{0.003} \Rightarrow R_t = 0.244 \frac{m^2^{\circ}C}{W}$$

$$q'' = \frac{T_1 - T_2}{R_t} = 82 \frac{W}{m^2}$$



Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

مقادیر فیزیکی که تعیین کننده میزان هدایت
حرارت از جدارهای ساختمانی هستند عبارتند از :

ضریب هدایت حرارت (λ)

R

مقاومت حرارتی



Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

ضریب هدایت حرارت (λ)

مقدار حرارتی که در یک ثانیه از یک متر مربع عنصری همگن به ضخامت یک متر، در حالت پایدار، می‌گذرد، در زمانی که اختلاف دمای دو سطح طرفین عنصر برابر یک درجه کلوین است. واحد ضریب هدایت حرارت $[W/m.K]$ است.

$$Q = -\lambda . A . \Delta T / \Delta x \quad \text{قانون فوریه :}$$



Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

۳۸۰	مس
۲۳۰	آلومینیوم
۵۲	فولاد
۱,۷۵	بتن
۱,۰	سفال
۱,۱	شیشه
۰,۵	گچ
۰,۰۴	پشم معدنی
۰,۰۴	پلی استایرن
۰,۰۳	پلی یورتان
۰,۰۱	آئروژل

مقادیر تقریبی
ضرایب هدایت حرارت
چند ماده
(W/m.K)



ضخامت

مصالح

۱۷۵

بتن

۱۱۰

شیشه

۱۰۰

سفال

۴

پشم معدنی

۴

پلی استایرن

۲

پلی یورتان

۱

آئروژل ساختمان

ضخامت‌های

معادل

مصالح

مختلف

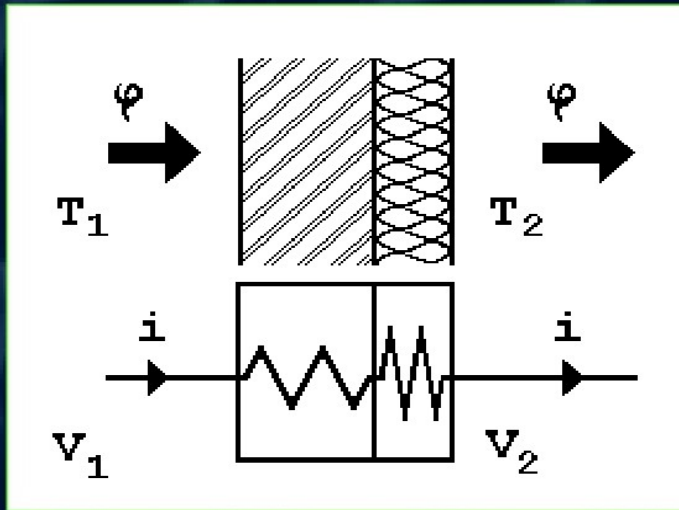


Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

R • مقاومت حرارتی



مقاومت حرارتی قابلیت عایق بودن (از نظر حرارتی) یک یا چند لایه از پوسته و یا کل پوسته را مشخص می‌کند.

مقاومت حرارتی یک لایه همگن برابر است با نسبت ضخامت لایه به ضریب هدایت حرارتی آن

مقاومت حرارتی یک جدار چندلایه برابر است با حاصل جمع مقاومت‌های لایه‌های مختلف تشکیل دهنده جدار

$$R = d / \lambda$$

$$R_T = (R_1 + R_2 + \dots)$$

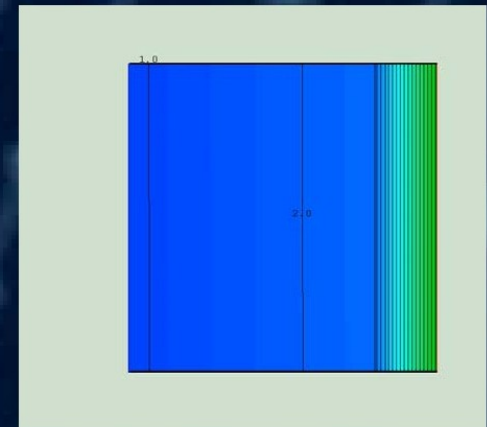
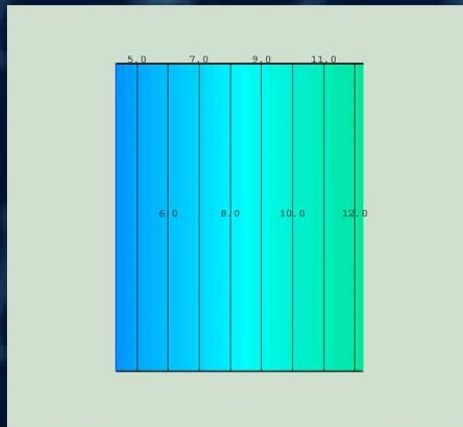
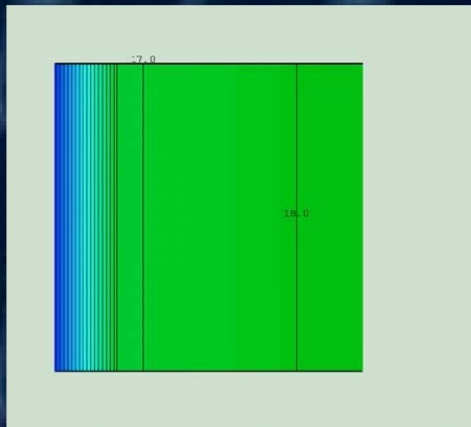
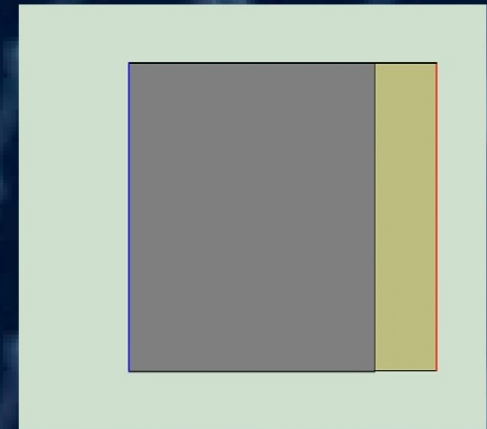
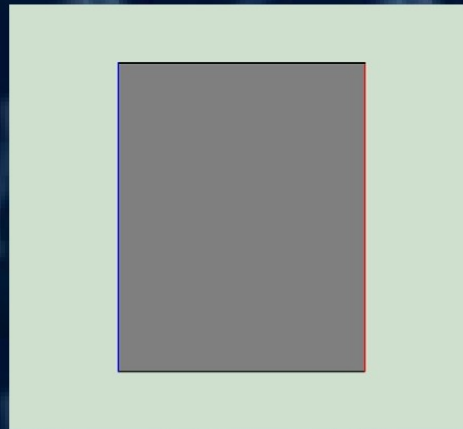
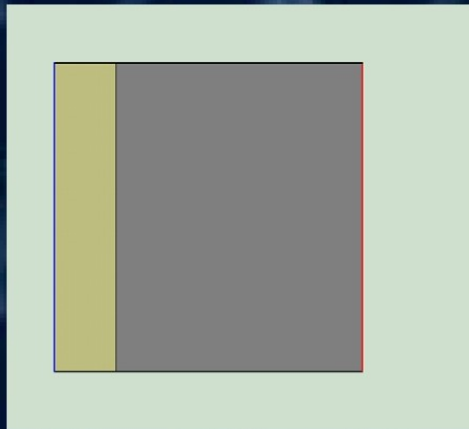


Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

مقاومت حرارتی R جدار تشکیل شده از لایه های همگن

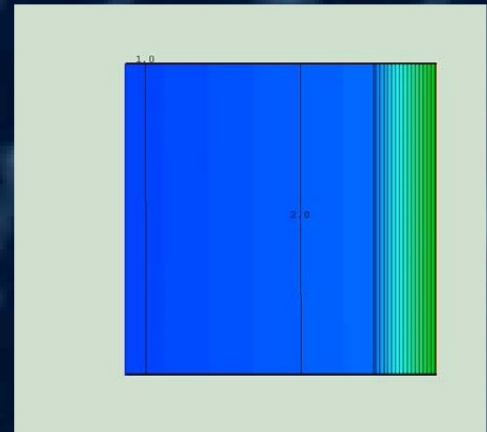
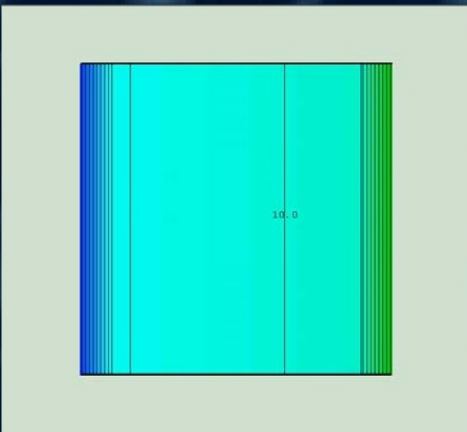
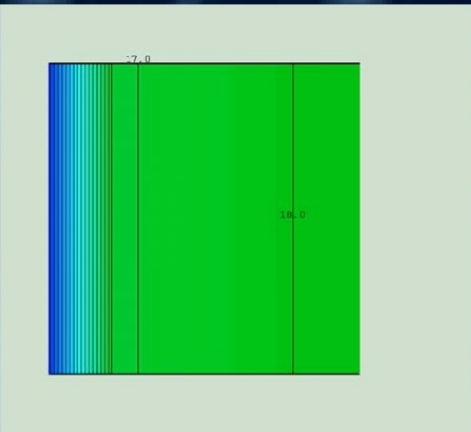
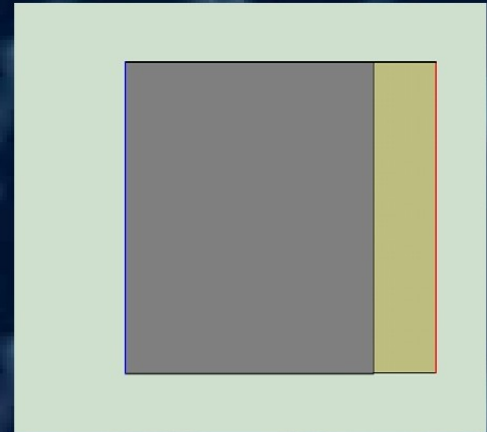
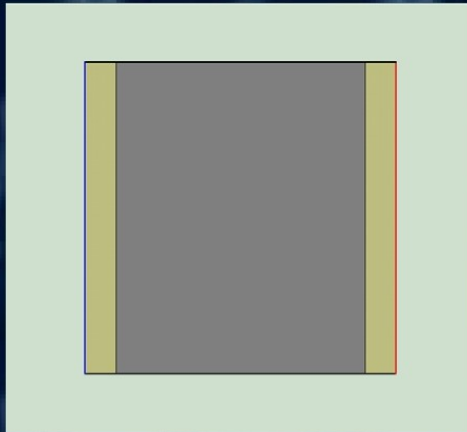
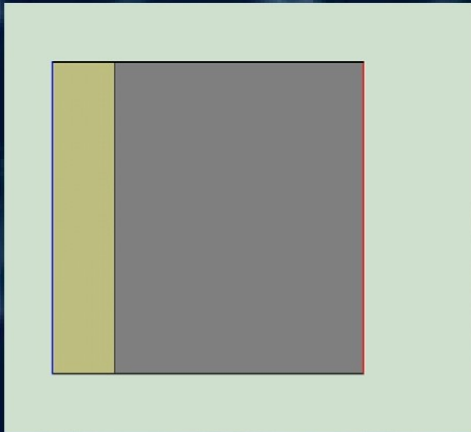


$$R = d / \lambda$$

$$R_T = (R_1 + R_2 + \dots)$$



مقاومت حرارتی R جدار تشکیل شده از لایه های همگن



$$R = d / \lambda$$

$$R_T = (R_1 + R_2 + \dots)$$

۱۶

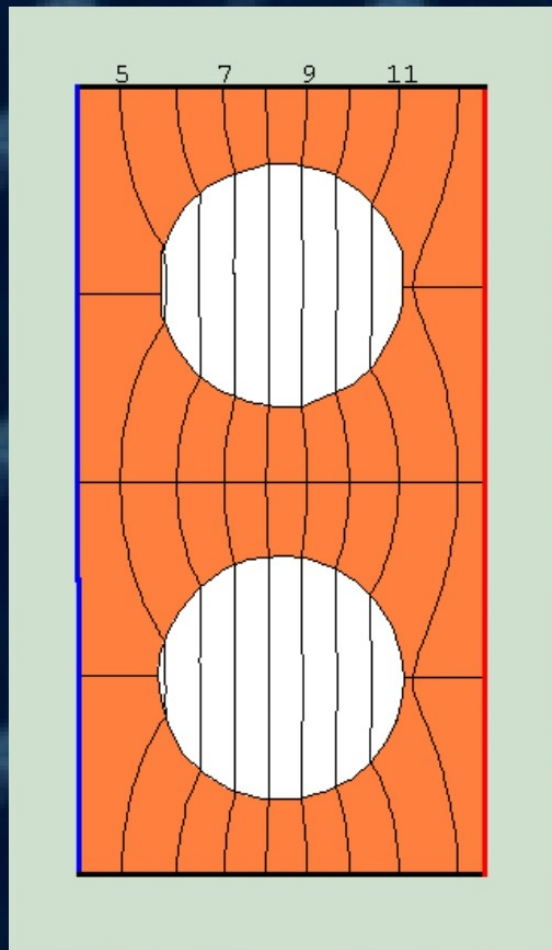


Hossein Samanipour

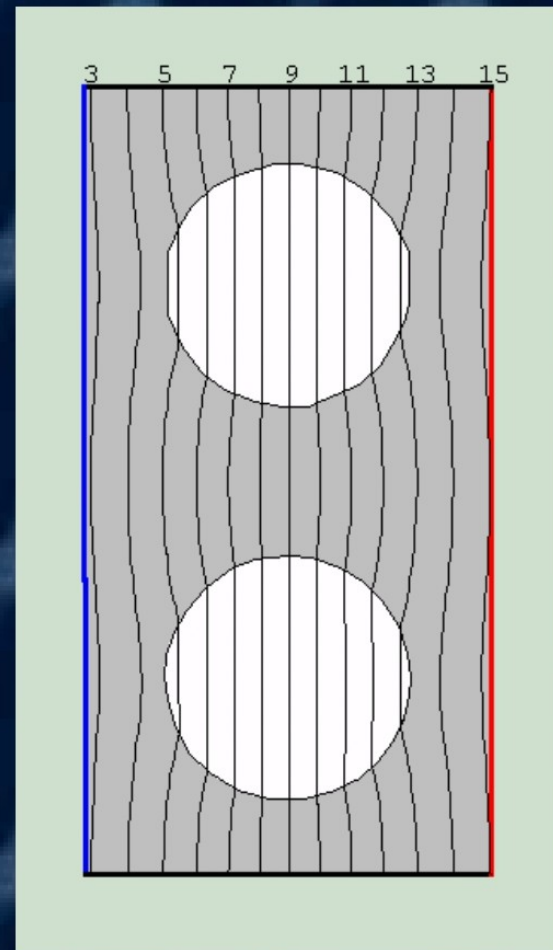
PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

مقاومت حرارتی R جدار تشکیل شده از لایه های غیر همگن



قطعات
سوراخ دار



دوره آموزشی مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

۱۷

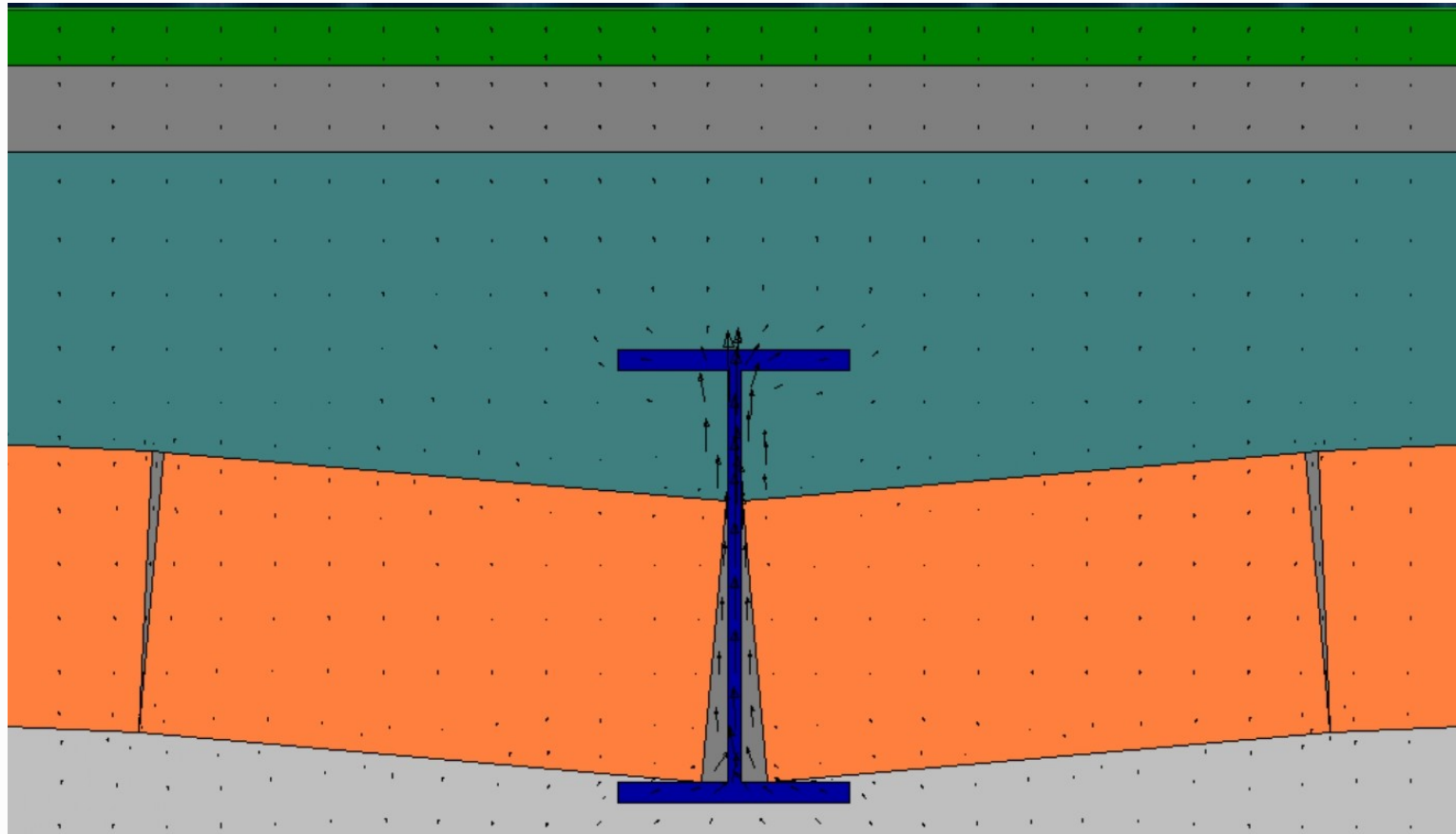


Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

مقاومت حرارتی R جدار تشکیل شده از لایه‌های غیر همگن سقف طاق ضربی

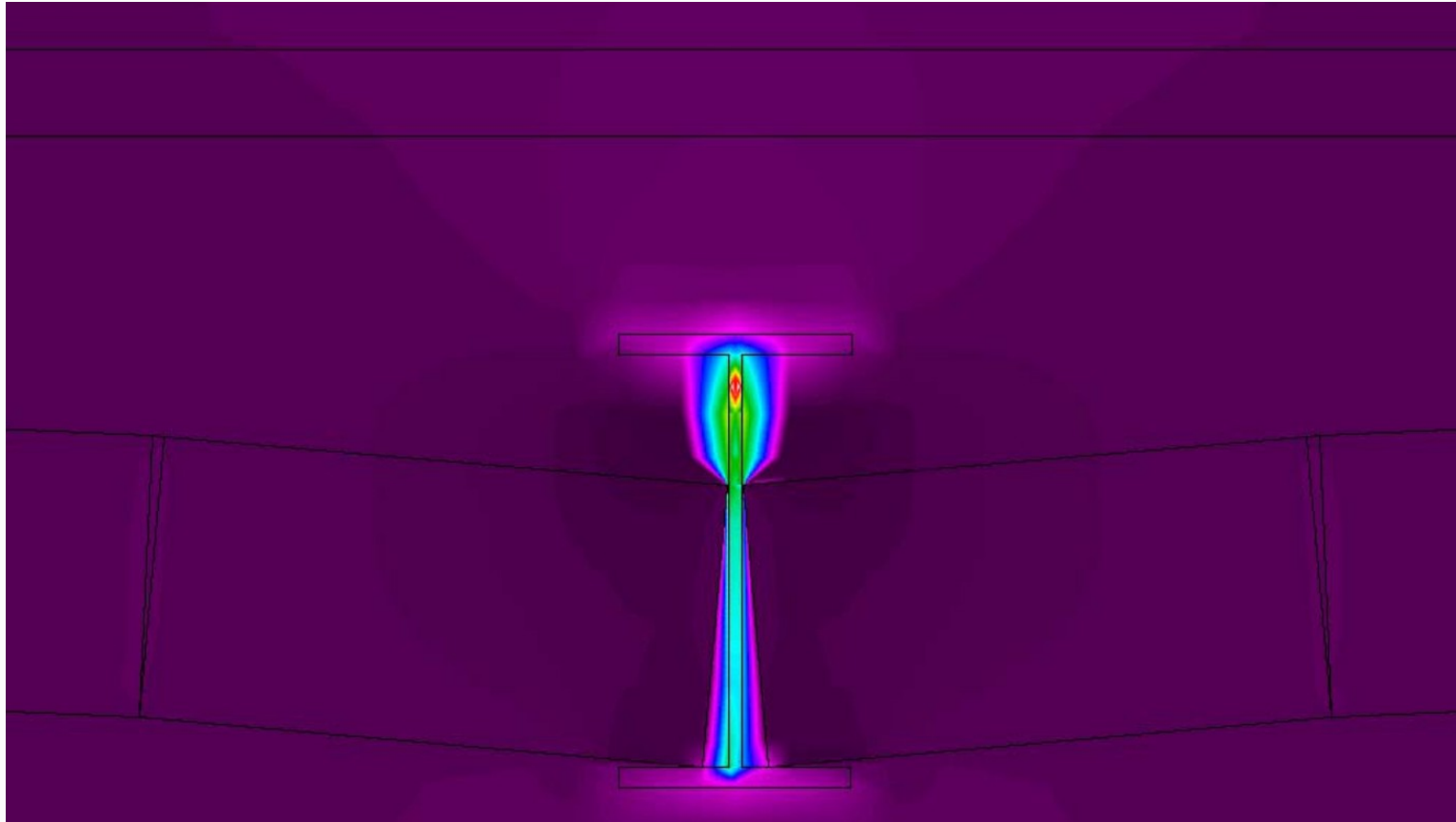


Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

مقاومت حرارتی R جدار تشکیل شده از لایه های غیر همگن سقف طاق ضربی

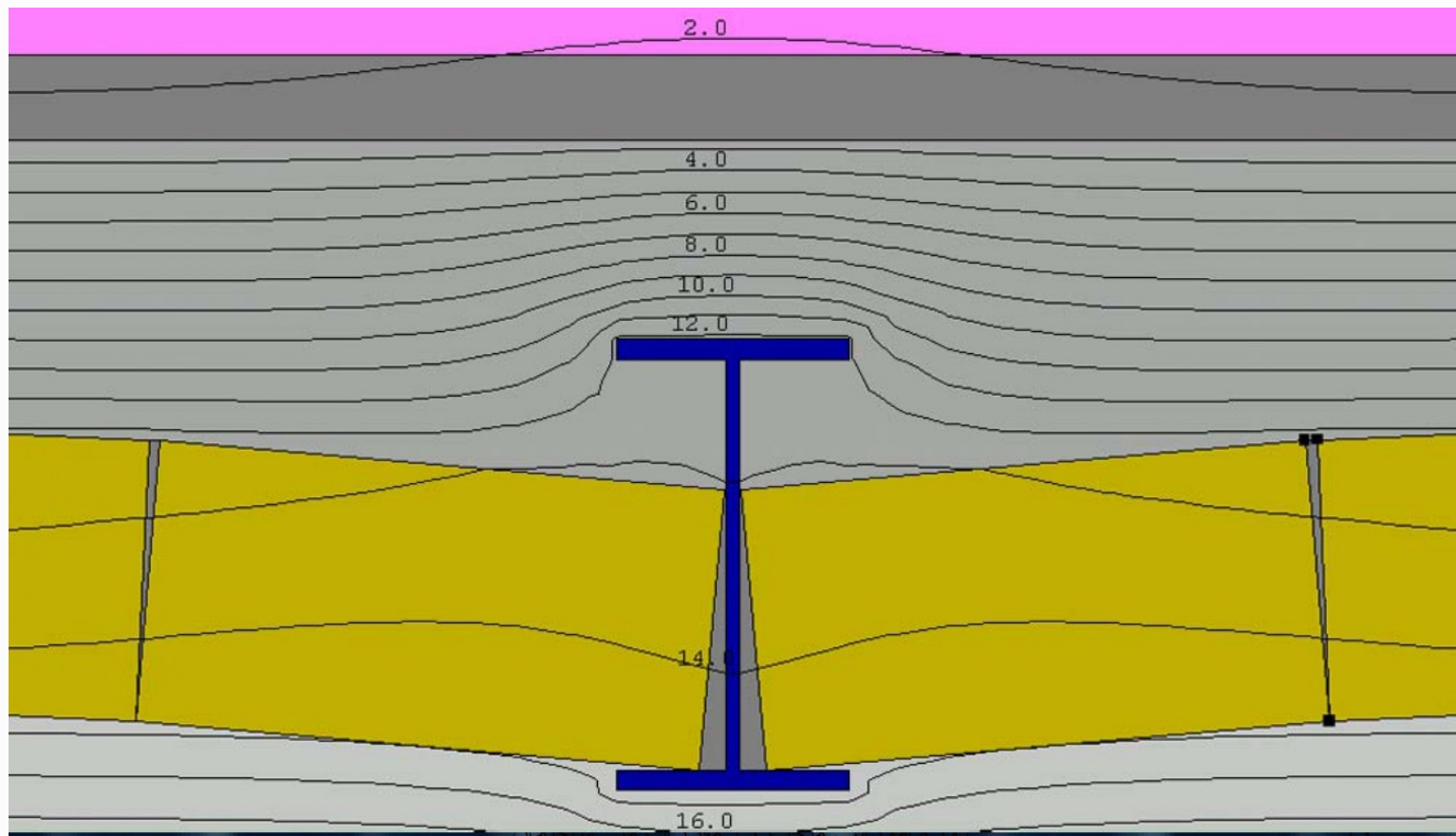


Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

مقاومت حرارتی R جدار تشکیل شده از لایه‌های غیر همگن سقف طاق ضربی






Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

• مقاومت حرارتی R

جدول پ ۸-۵ مقادیر مقاومت حرارتی لایه ساختمانی آجر سوراخ دار در دیوار





ضخامت جدار (سانتی متر)			شکل آجرچینی
۳۵	۲۲	۱۰/۵	مقطع افقی
		۰/۱۳	
	۰/۲۸		
۰/۴۲			

در صورتی که یک لایه جدار از مصالح غیرهمگن تشکیل شده باشد، تعیین مقاومت حرارتی با استفاده از ضریب هدایت حرارت امکان پذیر نیست.

در این حالت، از مقادیر ارائه شده در مبحث ۱۹ یا دیگر مراجع معتبر استفاده می شود.

پ ۸-۳-۴ بلوک سفالی (دیوار)

جدول پ ۸-۶ مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سفالی در دیوار

ضخامت جدار (سانتی متر)						شکل بلوک
۴۰	۲۰	۱۵	۱۲/۵	۱۰/۵	۷/۵	مقطع افقی
				۰/۲۰	۰/۱۶	
		۰/۳۰	۰/۲۷			
۰/۷۸	۰/۳۹					 یا 



Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

مقاومت حرارتی

مقاومت حرارتی یک لایه همگن (توپر) از یک جدار: معکوس شار حرارتی گذرنده از لایه، زمانی که اختلاف دمای سطوح محصورکننده لایه یک درجه باشد. برای یک لایه تشکیل شده از مصالح همگن، مقاومت حرارتی برابر است با نسبت ضخامت لایه به ضریب هدایت حرارتی آن.

مقاومت حرارتی یک لایه هوای محبوس در یک جدار: مقاومت حرارتی معادل یک لایه هوای محبوس که در آن انتقال حرارت از طریق هدایت، همرفت و تابش، به صورت همزمان صورت می گیرد. مقاومت حرارتی (لایه هوای محبوس) معکوس شار حرارتی است، زمانی که اختلاف دمای سطوح محصورکننده لایه هوا یک درجه باشد.

مقاومت حرارتی لایه هوای مجاور سطح داخلی (یا خارجی) جدار: معکوس ضریب تبادل حرارت در سطح جدار، و یا معکوس شار حرارتی گذرنده از سطح داخلی (یا خارجی) جدار، زمانی که اختلاف دمای بین سطح داخلی (یا خارجی) جدار و هوای محیط داخل (یا خارج) یک درجه باشد.

مقاومت حرارتی جدار متشکل از چند لایه مساوی با مجموع مقاومت های هر یک از لایه ها است. مقاومت حرارتی با R نمایانده می شود و یکای آن $[m^2K/W]$ است.



Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

جریان همرفت



Hossein Samanipour
PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

ضریب تبادل حرارت در سطح جدار (h)

میزان شار گرمایی بین سطح جدار و هوای محیط مجاور، در حالت پایدار، زمانی که اختلاف دمای آنها یک درجه باشد.

میزان تبادل حرارت بین هوای یک فضا و سطح یک جدار با اختلاف دمای بین این دو و ضریب تبادل حرارت در سطح جدار (h) متناسب است .

$$Q = - h \cdot A \cdot \Delta T$$

قانون نیوتن سرمایش :

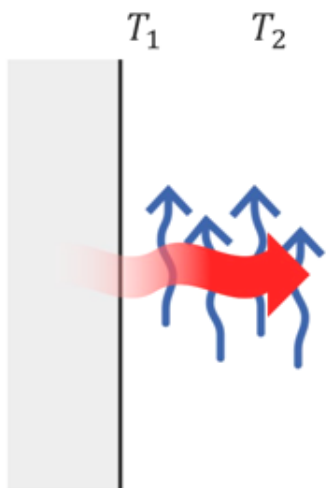
ضریب h به شرایط جریان هوا در مجاورت سطح بستگی دارد. هر چه سرعت هوا در مجاورت سطح بیشتر باشد، مقدار ضریب تبادل حرارت در سطح جدار بیشتر، و مقاومت مربوط به آن کمتر خواهد بود.



Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150



قانون سرمایش نیوتن (Newton's Cooling Law)

$$q \propto A(T_1 - T_2)$$

q نرخ انتقال حرارت بر حسب W

$$q = hA(T_1 - T_2)$$

h ضریب انتقال حرارت جابجایی (Convection Heat Transfer Coefficient) بر حسب $W/m^2\text{C}$

$$q'' = k \frac{T_o - T_i}{t}$$

q'' شار حرارتی بر حسب W/m^2



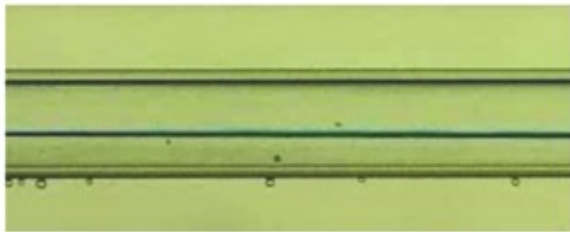
Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

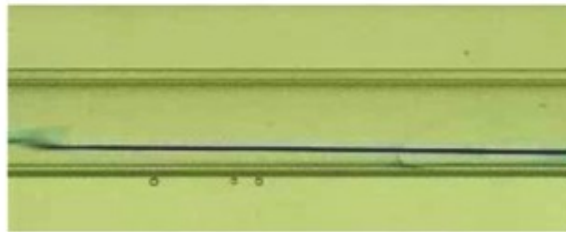
samanipour2002@gmail.com , 09129540150

انواع جریان از نظر رژیم

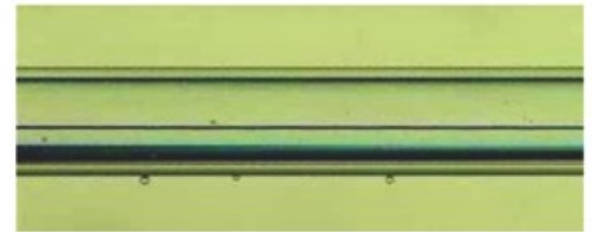
جریان آشفته (Turbulent Flow)



جریان گذار (Transition Flow)

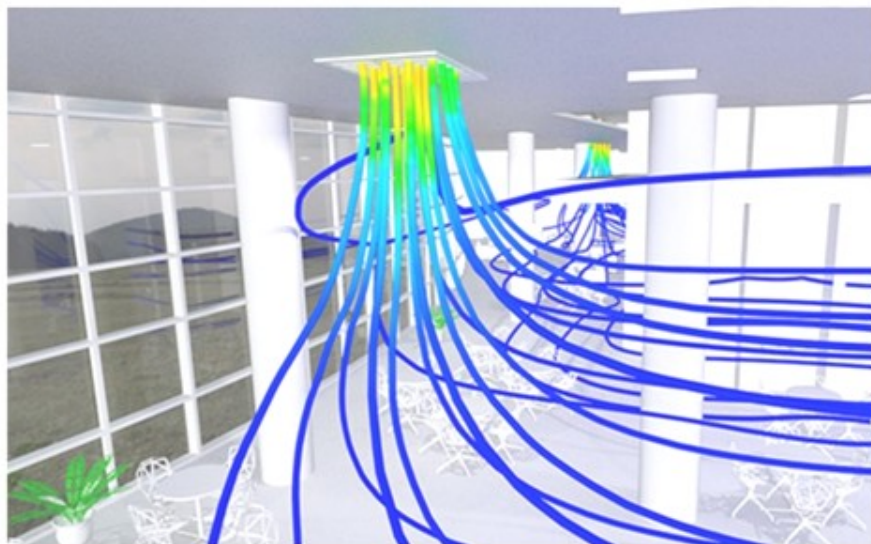


جریان لایه‌ای (Laminar Flow)

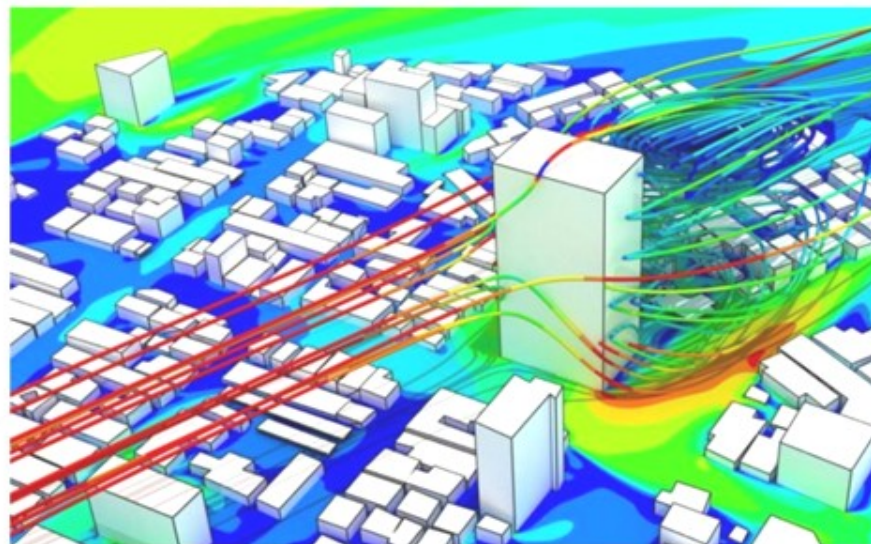


انواع جریان از نظر نیروی محرک

جریان طبیعی (Natural Flow)



جریان اجباری (Forced Flow)



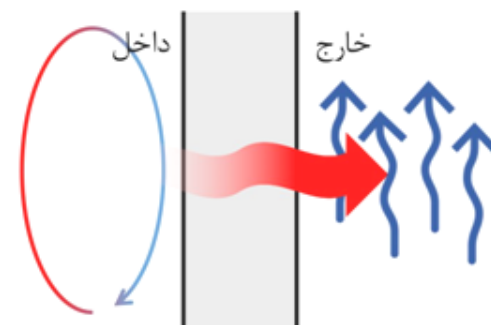
Hossein Samanipour
PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

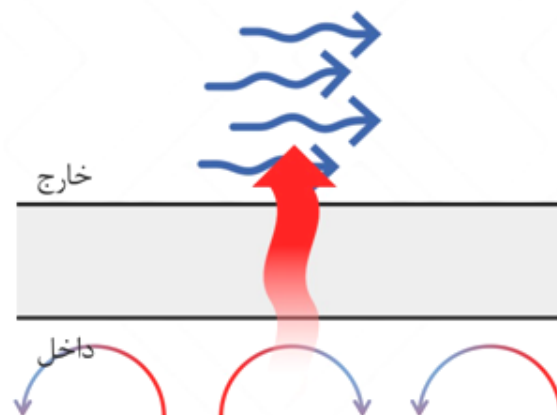
انواع جریان از نظر نیروی محرک

تأثیر جهت انتقال حرارت بر جابجایی طبیعی

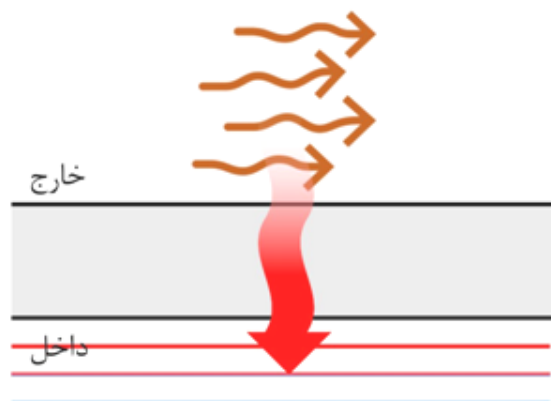
انتقال حرارت افقی



انتقال حرارت عمودی از پایین به بالا



انتقال حرارت عمودی از بالا به پایین



Hossein Samanipour




PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

• مقاومت حرارتی در سطح جدار $R = 1 / h$

معکوس ضریب تبادل حرارت در سطح جدار (h)

جدول پ ۸-۱- مقاومت حرارتی لایه هوای مجاور سطح داخلی (R_i) و لایه هوای مجاور سطح خارجی (R_e) انواع جدارها

جدار در تماس با فضای کنترل نشده			جدار در تماس با فضای خارج			جهت جریان حرارت	زاویه جدار نسبت به سطح افقی
جمع لایه ها	لایه هوای خارجی	لایه هوای داخلی	جمع لایه ها	لایه هوای خارجی	لایه هوای داخلی		
۰٫۲۲	۰٫۱۱	۰٫۱۱	۰٫۱۷	۰٫۰۶	۰٫۱۱	افقی 	عمودی یا با زاویه بیش از ۶۰ درجه
۰٫۱۸	۰٫۰۹	۰٫۰۹	۰٫۱۴	۰٫۰۵	۰٫۰۹	رو به بالا 	افقی یا با زاویه کمتر از ۶۰ درجه
۰٫۳۴	۰٫۱۷	۰٫۱۷	۰٫۲۲	۰٫۰۵	۰٫۱۷	رو به پایین 	



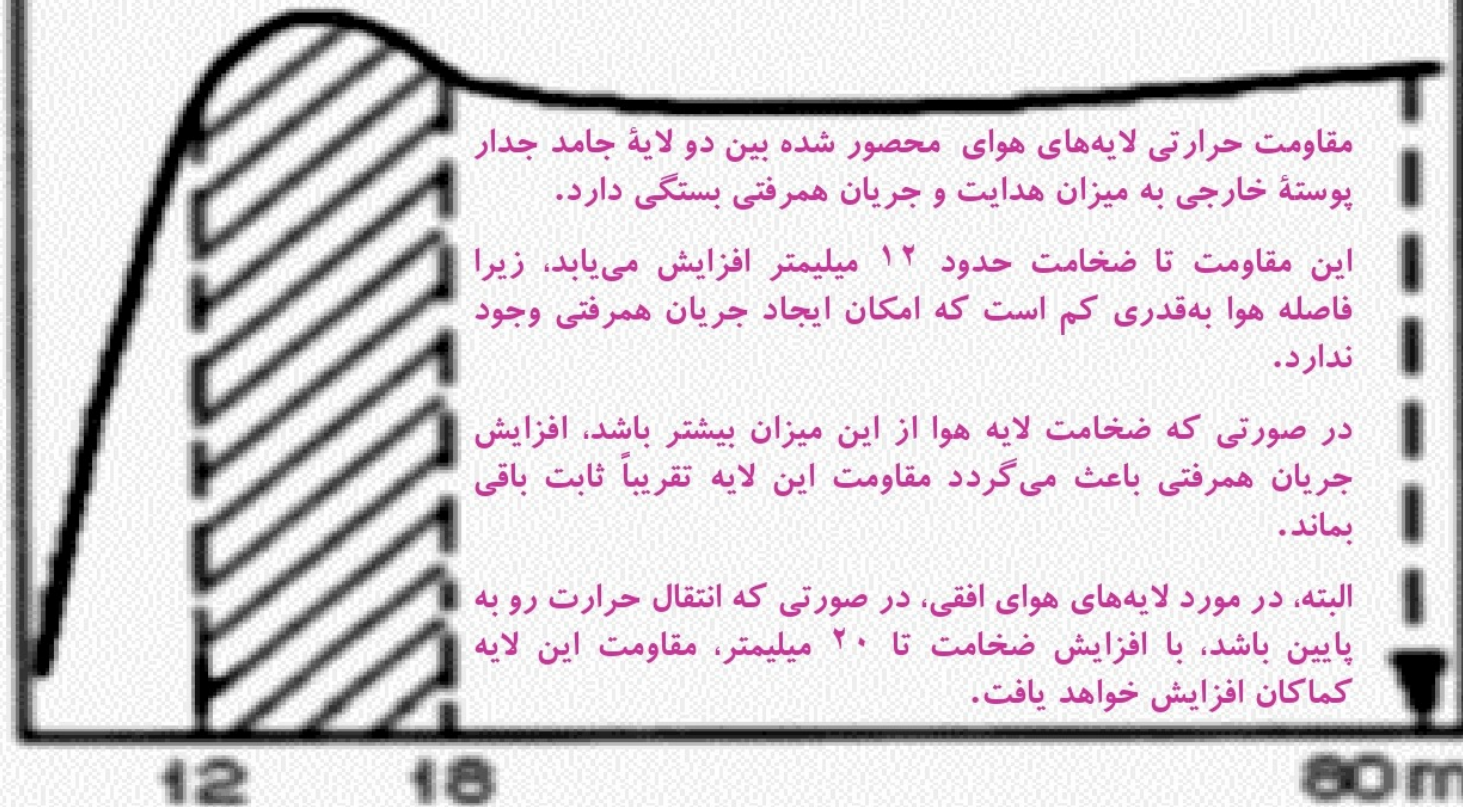
Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

مقاومت حرارتی لایه‌های هوای محصور شده

بین دو لایه جامد جدار پوسته خارجی



Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150




مقاومت حرارتی لایه‌های هوای محصور شده

بین دو لایه جامد جدار پوسته خارجی

پ ۸-۲ مقاومت حرارتی لایه‌های هوای محبوس

در جدول پ ۸-۲، مقاومت‌های حرارتی لایه‌های هوای محبوس بین دو لایه جامد جدار پوسته خارجی، بسته به زاویه جدار و ضخامت لایه هوا، آمده است.

جدول پ ۸-۲ مقاومت حرارتی انواع لایه‌های هوای محبوس بین دو لایه جامد جدار پوسته خارجی

ضخامت لایه هوا (میلی‌متر)							جهت جریان حرارت	زاویه لایه هوا نسبت به سطح افقی
۵۱	۲۵	۱۴	۱۱،۱	۹،۱	۷،۱	۵		
تا ۱۰۰	تا ۵۰	تا ۲۴	تا ۱۳	تا ۱۱	تا ۹	تا ۷		
۰،۱۶	۰،۱۶	۰،۱۶	۰،۱۵	۰،۱۴	۰،۱۳	۰،۱۱	افقی 	عمودی یا با زاویه بیش از ۶۰
۰،۱۴	۰،۱۴	۰،۱۴	۰،۱۴	۰،۱۳	۰،۱۲	۰،۱۱	رو به بالا 	افقی یا با زاویه کمتر از ۶۰ درجه
۰،۲۰	۰،۱۸	۰،۱۶	۰،۱۵	۰،۱۴	۰،۱۳	۰،۱۲	رو به پایین 	

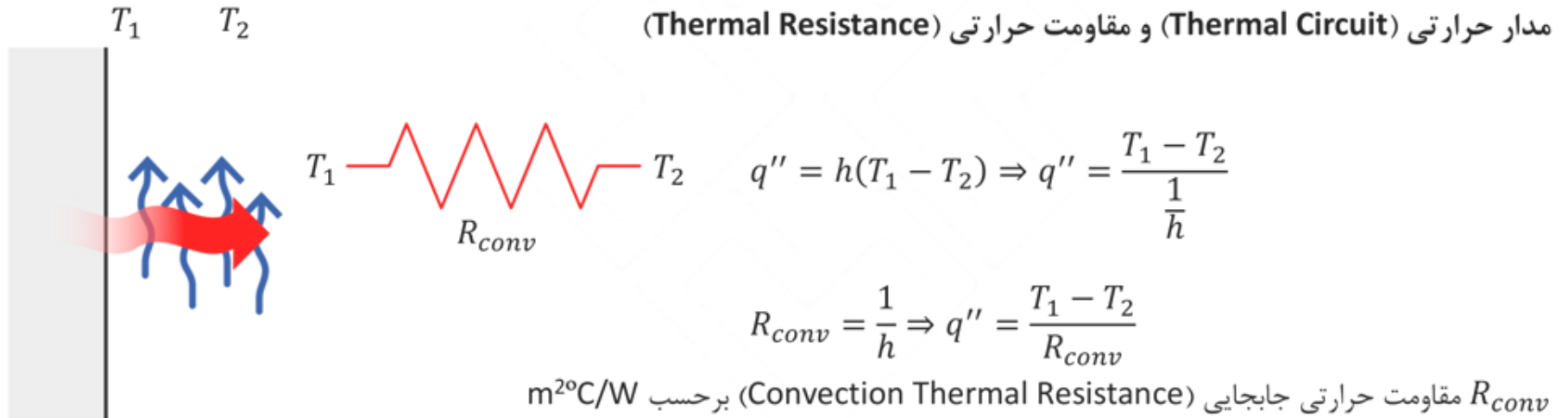


Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

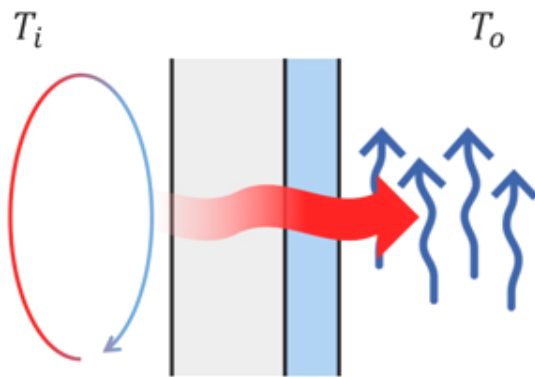
2017 ASHRAE Handbook – Fundamentals, Chapters 24 to 26
CIBSE Guide A – Environmental Design



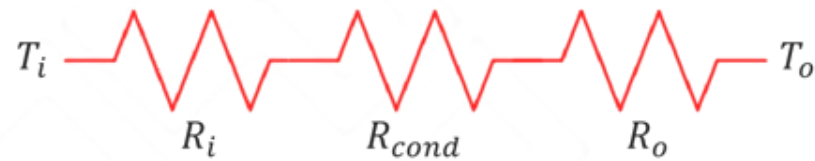
Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150



مقاومت حرارتی کل (Total Thermal Resistance)



$$q'' = \frac{T_i - T_o}{R_t}$$

ضریب انتقال حرارت کل (Overall Heat Transfer Coefficient)

$$q'' = U(T_1 - T_2)$$

U ضریب انتقال حرارت کلی (Overall Heat Transfer Coefficient) بر حسب $W/m^2\text{°C}$

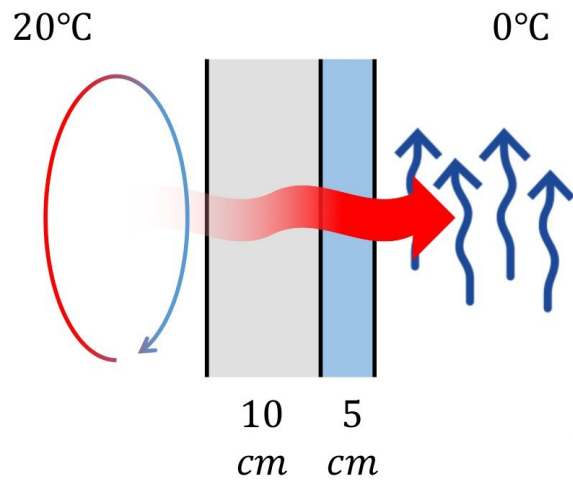


Hossein Samanipour

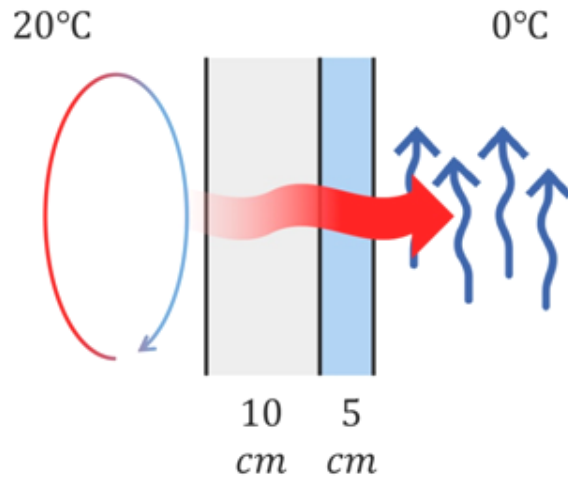
PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

مثال



مثال



از مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، مقاومت جریان هوای داخل و خارج با ملاحظات:

$$R_i = 0.11 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}$$

$$R_o = 0.06 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}$$

با استفاده از مثال قبل:

$$R_t = R_i + R_1 + R_2 + R_o \Rightarrow R_t = 1.47 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}$$

$$q'' = \frac{T_1 - T_2}{R_t} \approx 14 \frac{W}{m^2}$$



Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

تشعشع



Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

- تشعشع بین سطوح دو جسم غیر هم‌دما صورت می‌گیرد. میزان تشعشع با توان چهارم دمای مطلق (به کلوین) متناسب است.
- برخلاف هدایت و جریان همرفتی، انتقال حرارت به‌صورت تشعشع حتی در خلأ نیز می‌تواند صورت گیرد.
- بررسی و تعیین میزان تشعشع، به دلیل اندرکنش تمامی سطوح رودررو امری بسیار پیچیده‌است. از طرف دیگر، رنگ و بافت سطوح، تأثیر به‌سزایی بر روی میزان تشعشع می‌گذارد.
- مقادیر فیزیکی که در سطوح جدارهای غیرنورگذر تعیین‌کننده هستند، ضریب جذب و ضریب تابش هستند. در جدارهای نورگذر، ضریب انتقال نیز مطرح می‌باشد.



Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

انتقال حرارت تشعشع (Radiation): عامل اصلی انتقال حرارت امواج الکترومغناطیسی است و در خلاء هم منتشر می‌شود. این نوع انتقال حرارت معمولاً در دماهای بالا قابل توجه است. نمونه‌ی این انتقال داغی حس شده از کف اتو بدون دست زدن به آن است.

$$q''_{rad} = \varepsilon \sigma (T_s^4 - T_{sur}^4) \quad (۱۲)$$

ε : ضریب تشعشع (گسیلندگی یا تابش) که مقدار آن بستگی به جنس، رنگ، میزان صیقلی بودن سطح و غیره دارد و عددی بین صفر و یک است. σ ثابت استفان - بولتزمن است که مقدار آن برابر است با $5.67 \times 10^{-8} \text{ (J/s.m}^2.K)$ ، T_s دمای سطح و T_{sur} دمای سطح محیط بر جسم بر حسب درجه کلوین است. با داشتن مساحت سطح دیوار، مقدار حرارت منتقل شده از طریق جابه‌جایی برابر خواهد بود با:

$$q_{rad} = \varepsilon \sigma A (T_s^4 - T_{sur}^4) \quad (۱۳)$$

با تجزیه عبارت داخل پرانتز می‌توان نوشت:

$$q_{rad} = \varepsilon \sigma A (T_s^4 - T_{sur}^4) = \varepsilon \sigma A (T_s^2 + T_{sur}^2) (T_s^2 - T_{sur}^2)$$

$$q_{rad} = \varepsilon \sigma A (T_s^2 + T_{sur}^2) (T_s + T_{sur}) (T_s - T_{sur})$$

که اگر بخش مثبت این معادله را برابر با h_{rad} بگیریم این معادله نیز به فرم معادله‌ی جابه‌جایی نوشته می‌شود:

$$q_{rad} = h_r A (T_s - T_{sur}) \quad (۱۴)$$

تذکر: در بحث عایق‌کاری دیواره‌های ساختمان معمولاً به دلیل این که دماها چندان بالا نیست از انتقال حرارت تشعشع صرف‌نظر می‌شود.



Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

ضریب انتقال حرارت سطحی (U)

شار گرمایی (توان حرارتی منتقل شده از سطحی از پوسته خارجی ساختمان با مساحت یک مترمربع)، در صورتی که اختلاف دمای داخل و خارج (در حالت پایدار) برابر یک درجه کلوین باشد. واحد مورد استفاده برای ضریب انتقال حرارت $[W/m^2.K]$ است.

ضریب انتقال حرارت سطحی مساوی است با معکوس مقاومت کل جدار.

$$U = 1 / R_T$$



Hossein Samanipour

PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

ضریب انتقال حرارت خطی (Ψ)

شار گرمایی یا توان حرارتی منتقل شده به ازای یک متر طول پل حرارتی (بخشی یک بعدی از پوسته خارجی ساختمان)، در صورتی که اختلاف دمای داخل و خارج (در حالت پایدار) برابر یک درجه کلوین باشد. واحد مورد استفاده برای ضریب انتقال حرارت خطی $[W/m.K]$ است.

ضریب انتقال حرارت خطی قسمتی از پوسته خارجی ساختمان برابر است با توان حرارتی منتقل شده مربوط به یک پل حرارتی از قسمتی با طول برابر یک متر، در صورتی که اختلاف دمای داخل و خارج برابر یک درجه باشد.

$$U_l = \phi / ((T_i - T_e) \cdot L)$$

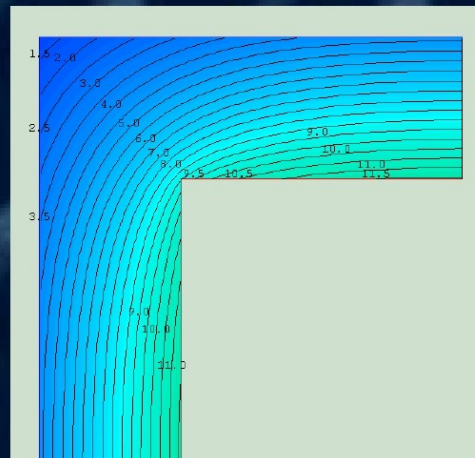
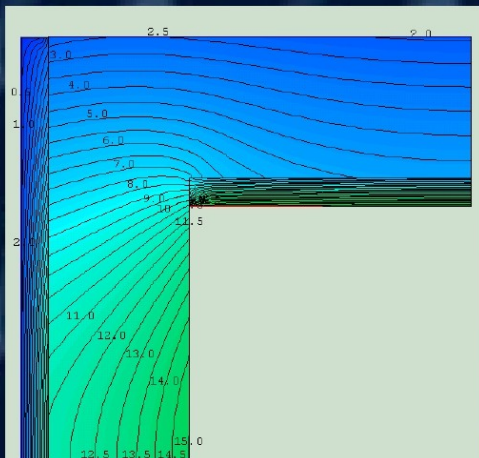


Hossein Samanipour

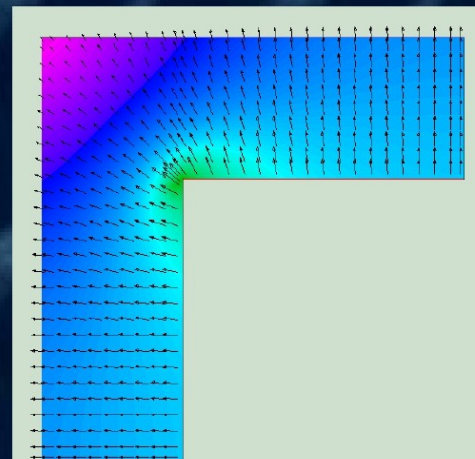
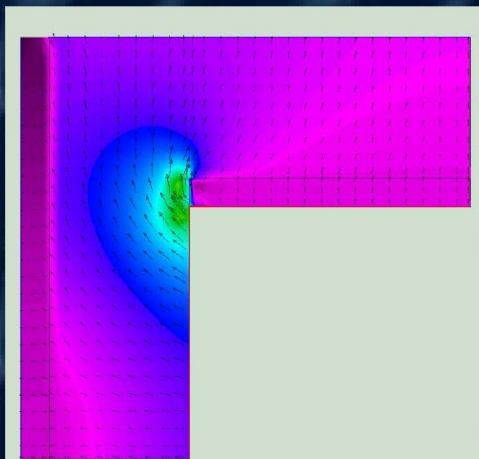
PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150

توزیع دما در جدار



جریان ممارت در جدار



Hossein Samanipour
PhD in Mechanical Engineering

samanipour2002@gmail.com , 09129540150