دانشگاه سمنان

تنظیم شرایط محیلی

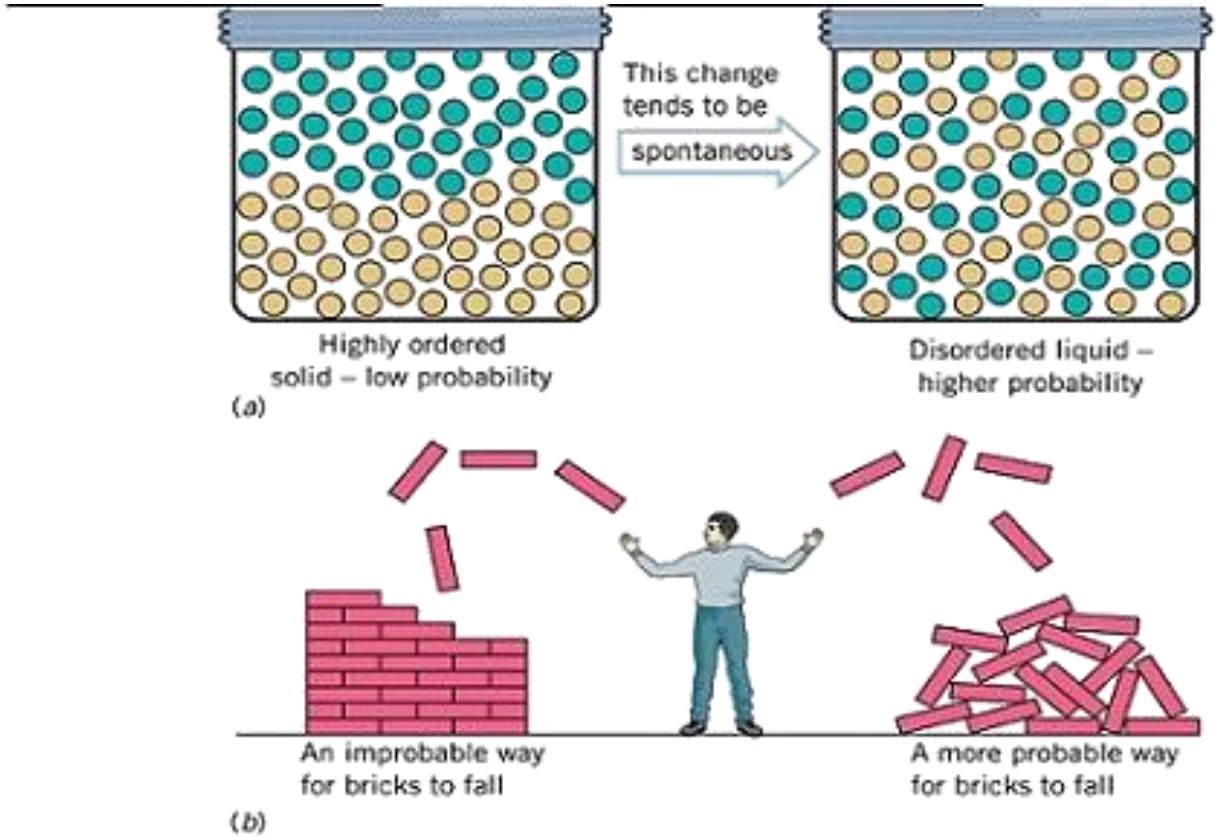
انتقال حرارت در ساختمان

مدرس :دکتر سعید مقیمی

پاییز ۱۳۹۹

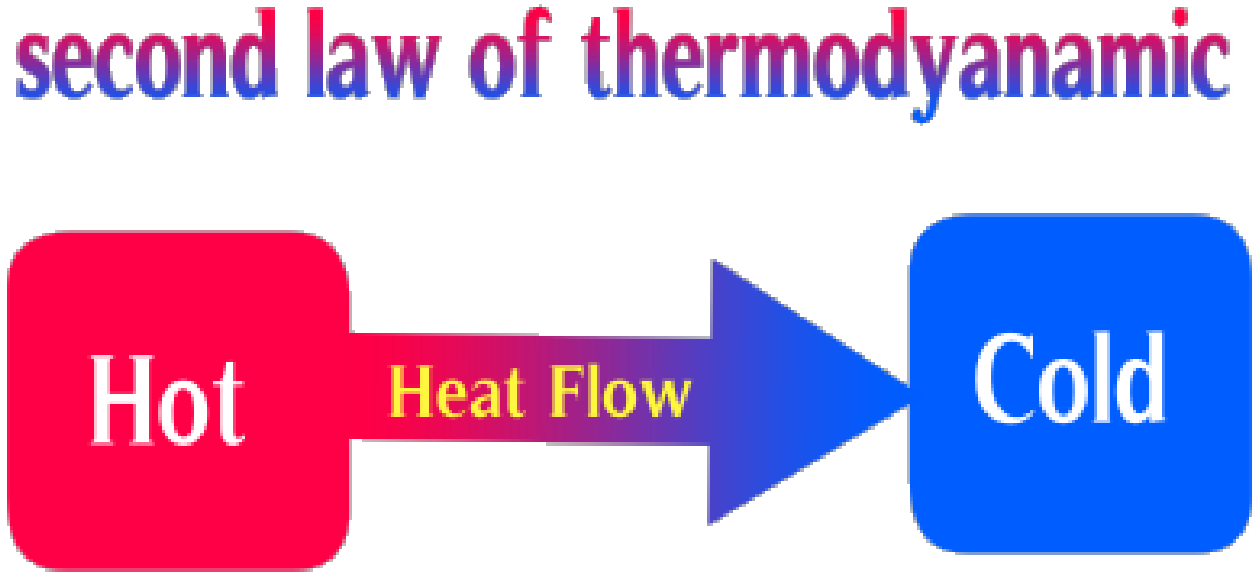
قانون اول ترمودینامیک

انرژی قابل خلق کردن و نابود شدن نیست و فقط می تواند از صورتی به صورت دیگر تبدیل گردد. در هر سامانه ای انرژی ورودی با خروجی باید یکسان باشد. مگر اینکه ذخیره انرژی صورت گیرد.



قانون دوم ترمودینامیک

حرارت و یا انرژی فقط در یک جهت می تواند حرکت کند, از جای گرم به جای سرد.



انرژی

انرژی قابلیت یا ظرفیت انجام کار معینی است و واحد اندازه گیری آن ژول (J) است.
حرارت نیز شکلی از انرژی است که به صورت حرکت مولکولی در داخل ماده و یا مانند حرارت تشعشعی, به صورت طیفی از تشعشع امواج الکترومغناطیس با طول موج معین در فضا ظاهر می شود.

واحدهای بی تی یو (BTU), واحد بریتانیایی

کیلو کالری(KCal)

1 (BTU)= 1055.06 J
1 (Kcal) = 4186.8 J

توان حرارتی

توان حرارتی میزان انرژی است که در واحد زمان از عنصری می گذرد, در حالی که اختلاف دمای بین محیط داخل و خارج یک درجه سانتیگراد می باشد.

واحد اندازه گیری توان وات (W) است. یک وات برابر است با کاری که توسط یک ژول انرژی به صورت یکنواخت در مدت یک ثانیه انجام پذیرد.

1Wh =1W= 1 J/s (1kw = 1000 J/s)
3600 J

درجه حرارت (دما)

- درجه گرمی یا سردی یک جسم را دمای آن جسم می نامند. دما کمیتی مقایسه ای است و با مقایس سلسیوس اندازه گیری می شود.

- در کارهای علمی مقیاس کلوین(K) در خصوص اختلاف دما مورد استفاده قرار می گیرد. تقسیمات این مقیاس هم مانند مقیاس سلسیوس است, اما نقطه شروع یا صفر این مقیاس , صفر مطلق یعنی ۲۷۳.۱۵ - است.

- لازم به تذکر است که اختلاف بین دو دما در درجات کلوین و سلسیوس مشابه است.

$(0^\circ C = 273.15^\circ K)$

گرمای نهان و آشکار : (Latent and Sensible Heat)

- انتقال گرما دارای دو اثر متفاوت بر روی جسم است. اگر گرما اضافه شود و باعث تغییر درجه حرارت جسم گردد, این گرما را به نام **گرمای آشکار** می خوانند.

- اگر اضافه کردن و یا جابجا نمودن گرما باعث تغییر درجه حرارت جسم نگردد اما تغییر فیزیکی (ذوب و تبخیر) در جسم در برداشته باشد, آن را به نام **گرمای نهان** می خوانند.

ظرفیت گرمایی Heat Capacity

ظرفیت گرمایی مقدار گرمایی لازمی است که دمای مقدار معینی ماده را یک درجه سانتیگراد افزایش دهد. اجسامی که دارای ظرفیت گرمایی بالا هستند بیشتر می توانند گرما را برای افزایش درجه حرارت جذب کنند.

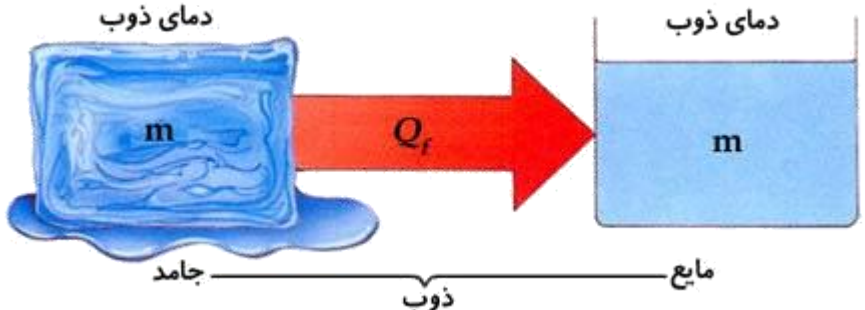
ظرفیت گرمایی ویژه Specific Heat Capacity

ظرفیت گرمایی ویژه یا به اختصار گرمایی ویژه مقدار انرژی که به یک کیلوگرم جسم داده می شود تا حرارت آن یک سانتیگراد افزایش یابد و واحد آن J/Kg^oK است. گرمای ویژه آب از گرمای ویژه اجسام معمولی بیشتر است.

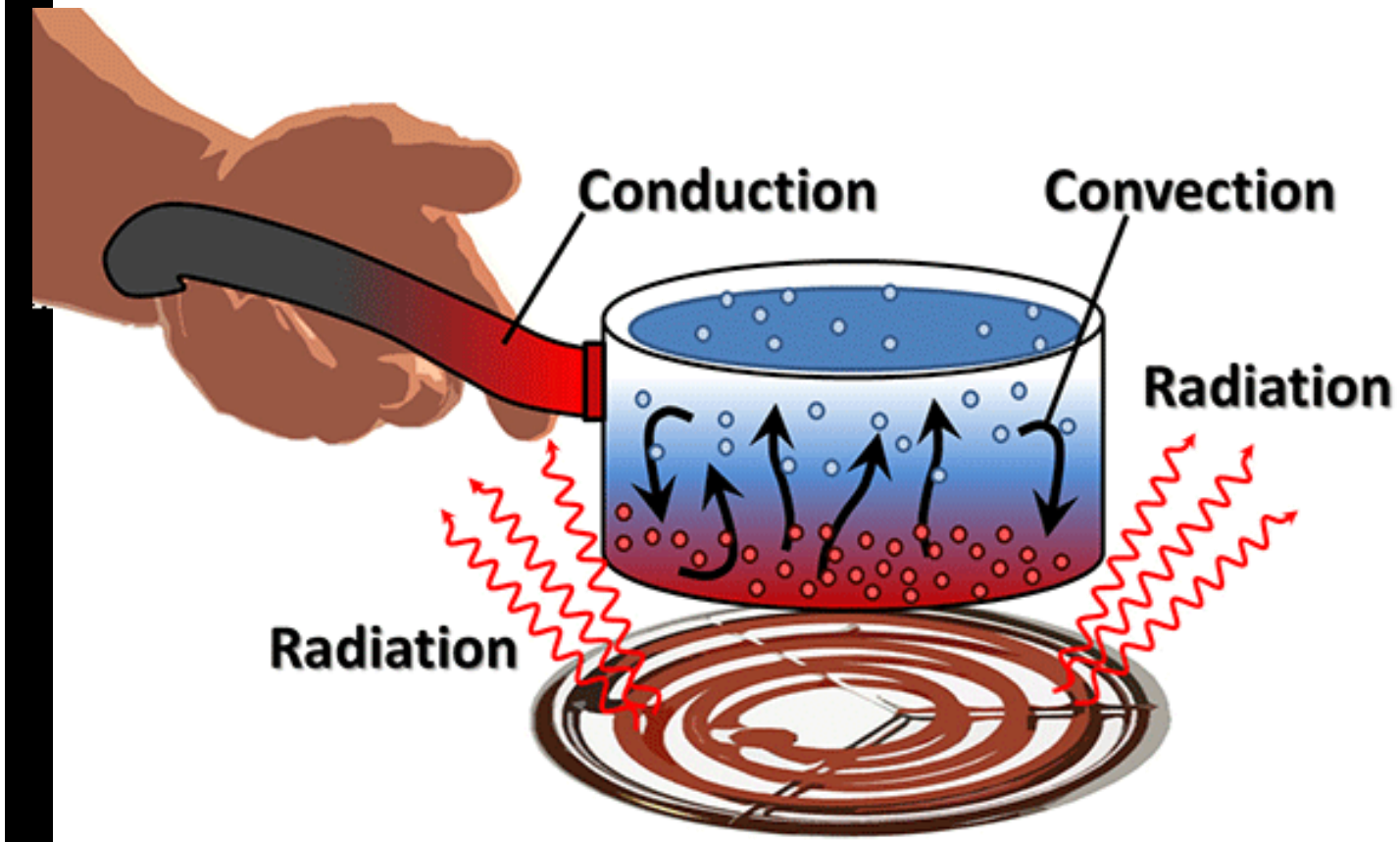
گرمای نهان ویژه تبخیر

مقدار گرمای لازم برای تبخیر یک کیلوگرم از هر مایع در دمای ثابت را گرمای نهان ویژه تبخیر آن مایع می نامند. گرمای نهان ویژه تبخیر را با نماد نشان می دهد و واحد آن در سیستم SI , ژول بر کیلوگرم J/ kg است.

$Q= mL_v$



روش های انتقال حرارت



رسانش یا هدایت conduction

جابجایی یا همرفت convection

تابش یا تشعشع radiation

انتقال حرارت توسط هدایت

- هنگامی که در دو طرف جسمی اختلاف دما وجود داشته باشد, انتقال انرژی از نا حیه دارای درجه حرارت بالا به ناحیه دارای درجه حرارت پایین تر صورت می گیرد. انتشار حرکات مولکولی باعث انتقال حرارت می شود.

- ضریب هدایت حرارتی Thermal conductivity

مقدار حرارت جابجا شده در یک ثانیه از میان یک متر مربع سطح و یک متر ضخامت هر مصالح در شرایطی که اختلاف درجه حرارت دو طرف آن معادل یک درجه کلوین باشد (شرایط پایدار) و واحد آن $m°K/W$ بوده و با λ نشان داده می شود.

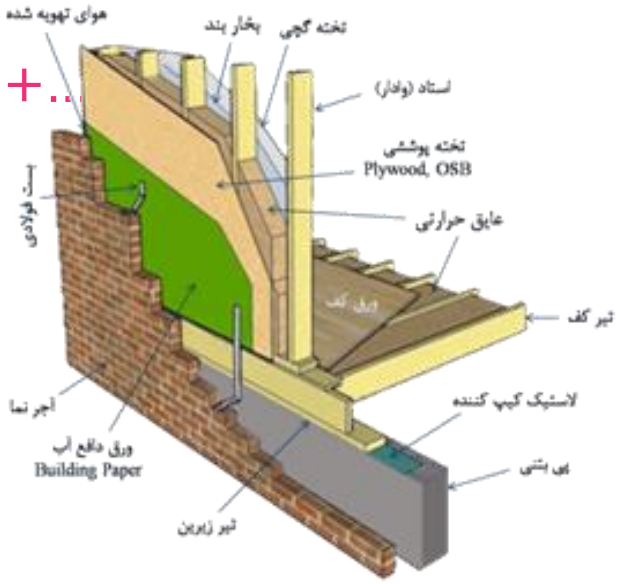
هر چه ضریب هدایت حرارتی یک جسم بیشتر باشد, گرما را سریعترمنتقل می کند. این کمیت معمولا بین $0.03 < \lambda < 400$ وات بر متر درجه کلوین (یا سانتیگراد) متغیر است.

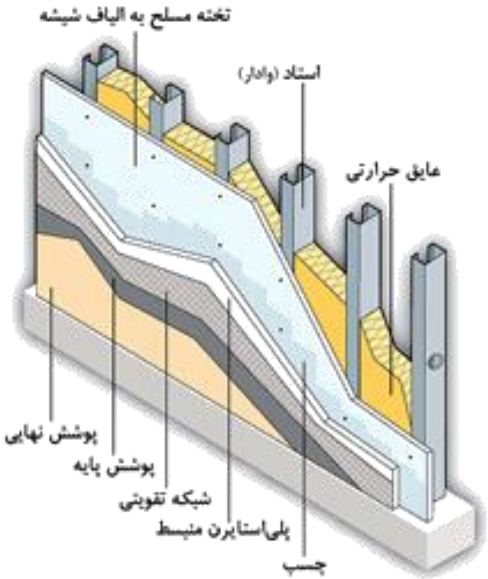
مقاومت حرارتی

اندازه مقاومت مصالح با یک ضخامت معین (d) در مقابل انتقال حرارت و با R نشان داده می شود. مقاومت حرارتی در واقع عایق بودن مصالح را در برابر انتقال حرارت نشان می دهد (عکس ضریب حرارتی). هر چه میزان R بزرگتر باشد یعنی عایق حرارتی بهتری است و واحد آن $m^2°K/W$ است.

$$R=d\ 1/\lambda$$

$$R_b= R_1+R_2+R_3+\ldots\ldots= d_1/\lambda_1 +d_2/\lambda_2+d_3/\lambda_3 +\ldots$$





مقاومت حرارتی را برای یک دیوار بتنی به ضخامت ۳۰ سانتیمترو ضریب هدایت ۱٫۴۴ W/ m°k = λ محاسبه نمایید.

$R = d/\lambda = 0.3 / 1.44 = 0.208\ m^2°K/W$

ضریب تبادل حرارت لایه هوا

ضریب تبادل حرارت لایه یا فیلم هوا عبات است از مقدار حرارتی (برحسب ژول) که در یک ثانیه از سطح جسمی معادل یک متر مربع به هوای مجاور و یا از هوای مجاور به سطح جسم انتقال پیدا می کند در شرایطی که اختلاف درجه حرارت هوای مجاور و سطح مورد نظر معادل یک درجه کلوین باشد (شرایط پایدار). اندازه ضریب تبادل حرارت لایه هوا (f) به کیفیت سطح مورد نظر و سرعت جریان هوایی که از مجاورت آن سطح می گذرد بستگی دارد و واحد ان $W/m^{2}°K$ است.

مقاومت لایه هوا

علاوه بر مقاومتی که یک جسم در برابر عبور از خود نشان می دهد, مقاومت دیگری نیز در سطوح آن, که یک ورقه نازک هوا آن را از محیط اطرافش جدا ساخته پدید می آید و واحد ان $W/m^{2o}K$ است.

مقاومت کلی هوا به هوا(R_a) حاصل جمع مقاومت خود جسم و مقاومت سطوح آن است.

$$Ra=R_i + R_b+ R_o$$

در معادله فوق:
مقاومت لایه هوای داخل = R_i
مقاومت خود جسم=R_b
مقاومت لایه هوای خارج =R_o
واحد تمام مقاومت های بالا $W/m^{2o}K$است.

ضریب انتقال حرارت سطحی

ضریب انتقال U کمیتی است که در اغلب محاسبات حرارتی مورد استفاده قرار گرفته و برای سهولت مقادیر U برای ساختارهای مختلف در جدول گردآوری شده است. اگر مقدار U در جداول موجود نباشد, مقادیر آن را می توان با در نظر گرفتن اجزای تشکیل دهنده ساختار مورد نظر بدست آورد.

$U= 1/ R_a$

مقدار U را برای مثال قبل محاسبه نمایید.

$U= 1/ R_a = 1 / 0.96= 1.04\ W/m^{2}°K$

برای بدست آوردن مقدار U متوسط جداری که از چند سطح متفاوت تشکیل شده است, از رابطه زیراستفاده می شود:

$$U= A_1U_1+ A_2U_2+ A_3U_3+..../ A$$

در نهایت میزان انتقال حرارت تلف شده و یا کسب شده از طریق هدایت یا رسانایی در جداره های ساختمانی را بر حسب وات می توان از معادله زیر محاسبه نمود:

$$Qc=A.U.\Delta t$$

سطح جسم مورد نظر برحسب m^2 =A

ضریب انتقال حرارت سطحی برحسب $W/m^2°K$ =U

اختلاف دمای داخل و خارج برحسب $°k$ = Δt

زمان تاخیر

مدت زمانی که طول می کشد تا حرارت از یک سمت جرم حرارتی به سمت دیگر آن برسد اصطلاحا زمان تاخیر نامیده می شود.بنابراین هر چه ضخامت و مقاومت در برابر انتقال حرارت یک جسم بیشتر باشد, آن جسم زمان تاخیر بیشتری خواهد بود. مقدار کاهش حداکثر دمای سطح داخلی نسبت به حداکثر دمای خارجی ضریب کاهش نامیده می شود.

به عنوان مثال جداره ای با ضریب کاهش ۰/۵ که اختلاف دمای سطح خارجی آن طی شبانه روز ۲۰ درجه سانتیگراد باشد. اختلاف دمای سطح داخلی آن تنها ۱۰ درجه سانتیگراد خواهد بود. از این مساله می توان در جاهایی که اختلاف دمای شبانه روزی زیاد است مانند اقلیم های کویری بهره برد. در اینگونه اقلیم ها درجه حرارت روز می تواند به بالاتر از ۴۰ درجه سانتیگراد برسد و این در حالی است که دمای هوا در شب به شدت کاهش یافته و گاهی ممکن است به زیر صفر درجه برسد.

انتقال حرارت توسط همرفت

در همرفت انتقال حرارت بوسیله حرکت رابطی که معمولا گاز یا مایع است صورت می گیرد. جابجایی گرما پدیده ای است که توسط گازها و مایعات در مواقع حرکت و تغییر فشار و درجه حرارت ایجاد می شود.

یک گاز و مایع در زمان گرما دادن بسط پیدا می نماید و سبک تر می شود و به سمت بالا حرکت می کند.
همچنین نیروی جاذبه، گاز یا مایع در زمان گرما دادن بسط پیدا می نماید و سبک تر می شود و به سمت بالا حرکت می کند. همچنین نیروی جاذبه، گاز یا مایع گرم نشده را به سمت پایین می کشد.
جابجایی هوا می تواند طبیعی باشد یا اینکه توسط نیرویی ایجاد شود.
جابجایی طبیعی زمانی بوقوع می پیوند که هوای گرم شده به دلیل اختلاف چگالی حرکت کند.
اما جابجایی که توسط نیروی ایجاد شود، توسط یک دستگاه مکانیکی و یاد باد هوا را حرکت می دهد و منجر به جابجایی هوا می شود.