بسم الله الرحمن الرحيم

الفيزياء للمهندسين

الحرارة

كلية الهندسة المدنية – السنة الأولى

د. صبا عياش

السلالم الحرارية

الحرارة

الحرارة : شكل من أشكال الطاقة التي ترافق حركة الجزيئات أو الذرات داخل المادة ، و ترتبط الحرارة مع انتقال الطاقة الناتج غالبا عن فرق بين درجة حرارة الوسط و درجة حرارة الجسم المدروس .

درجة الحرارة : تقيس مستوى الطاقة الحرارية و تعد مقياس لدرجة سخونة الجسم و توجد عدة مقاييس لدرجات الحرارة

مقاييس درجة الحرارة:

المقياس المئوي (سيلزيوس) C°

المقياس المطلق(الكلفن) K

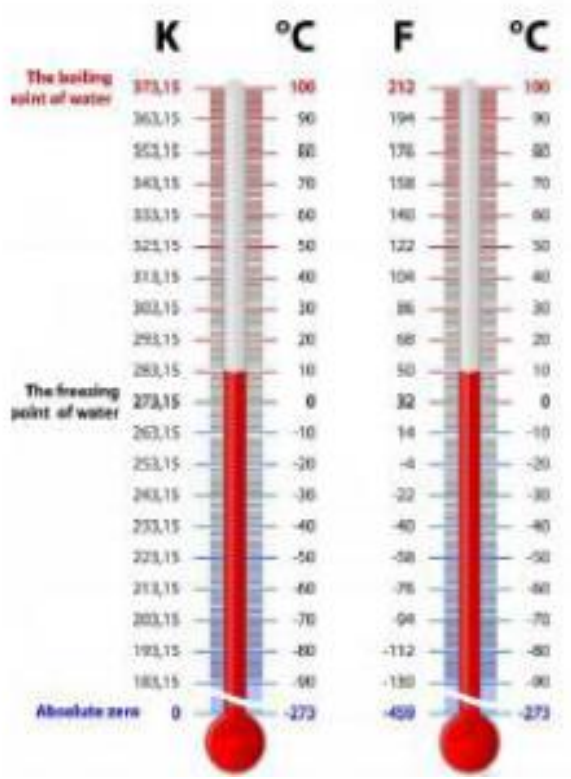
المقياس الفهرنهايتي F

$$K = 273 + C$$

$$C = K - 273$$

$$F = \frac{9}{5} \times C + 32$$

$$C = \frac{5}{9} \times (F - 32)$$



مفهوم العزل الحراري

- ✓ تعد عملية عزل المنازل حراريا ضرورة اقتصادية لتوفير استهلاك الطاقة .
- ✓ يتم العزل الحراري بواسطة الجدران المملوءة بالفجوات الهوائية و النوافذ الزجاجية المزدوجة.

معامل التسرب الحراري

$$\frac{dE/dt}{S.\Delta T} = \frac{\text{فقدان الطاقة الحرارية}}{\text{مساحة السطح X فرق درجتي الحرارة}} = U$$

واحدة U: $W/m^2.K^o$ واحدة معامل التوصيل الحراري k: $W/m.K^o$

كيف تختلف قيمة U للنواقل الجيدة و العوازل الجيدة للحرارة ؟

يكون U معامل التسرب الحراري أكبر للنواقل الجيدة للحرارة و أصغر للعوازل الجيدة للحرارة.

علاقة U بالثخانة L

العلاقة بين معامل التسرب الحراري و الثخانة علاقة عكسية فبزيادة الثخانة يتناقص معامل التسرب الحراري و يتحسن العزل

U للنوافذ المزدوجة و النوافذ ذات الطبقة الواحدة

U للنوافذ المزدوجة < U للنوافذ ذات الطبقة الواحدة و بالتالي العزل للنوافذ المزدوجة أفضل

U للجدران المحتوية على فجوات هوائية

للجدران المحتوية على فجوات هوائية أصغر حيث تشكل الفجوات طبقة إضافية و بالتالي العزل أفضل

ماذا لو ملئت الفجوات بمادة عازلة ؟

ملء الفجوات بمادة عازلة يحسن عملية العزل

مسألة

تبلغ مساحة جدار قرميدي $3x4xm^2$ و سماكته 10cm إذا علمت أن $\Delta T=50K^\circ$ فأوجد:

1)- معامل التسرب الحراري و الاستطاعة للجدار

2)- معدل فقدان الطاقة الحرارية من الجدار القرميدي إذا احتوى على فجوات هوائية (و مملوءة بمادة عازلة) و أصبح معامل التسرب الحراري مساويا إلى $0.6W/m^2.K$

3)-التناقص في الطاقة المستهلكة (بسبب العزل الناتج عن الفجوات الهوائية) خلال يوم كامل. $Kb=0.5w/m.K^\circ$ القرميد.

1)- معامل التسرب الحراري يحسب من العلاقة : $U=\frac{K}{X}=\frac{0.5}{0.1}=5W/m^2\,k$

الاستطاعة الحرارية (P أو dE/dT): $P_1=U.S.\Delta T=5x12x50=3000Watt$

2) $=U.S.\Delta T=0.6x12x50=360Watt$ عزل أفضل U⟸و P أصغر من الحالة السابقة

3)-التناقص في الاستطاعة الحرارية نتيجة العزل بواسطة الفجوات :

$P_1-P_2=3000-360=2640Watt$

التناقص في كمية الطاقة المستهلكة بسبب العزل خلال يوم = Pxt = 2640x24x60x60

علاقة U بالثخانة L

$$U = \frac{k}{L}$$

K معامل التوصيل الحراري (الناقلية الحرارية) ولها قيمة ثابتة لكل مادة من المواد

واحدة K

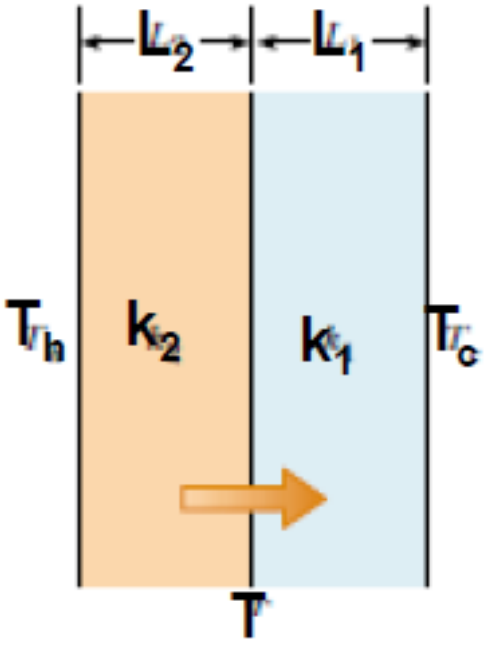
معدل تدفق الطاقة الحرارية

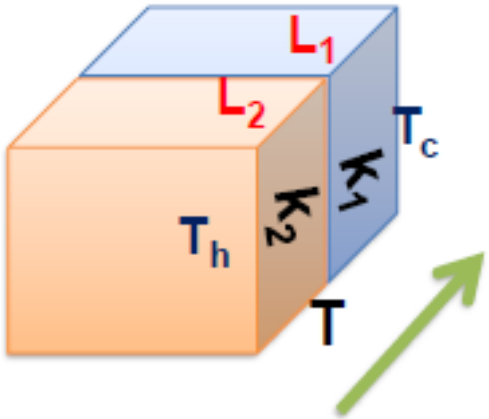
$$U = \frac{k}{L} = \frac{dE/dt}{S.\Delta T} \Leftarrow P = \frac{dE}{dt} = k.S.\frac{(T_h - T_c)}{L}$$

حيث T_h, T_c درجات الحرارة عند طرفي الجسم المدروس بحيث تكون Th>Tc

انتقال الطاقة الحرارية بين لوحين على تماس فيما بينهما

- ليكن لدينا لوحين على تماس مع بعضهما البعض:
ثخانة اللوح الأول L_1 و معامل التوصيل الحراي له k_1
ثخانة اللوح الثاني L_2 و معامل التوصيل الحراي له k_2
- درجة حرارة السطوح الخارجية للوحين : T_c ، T_h على الترتيب بحيث $T_C<T_h$.
- تحسب درجة حرارة سطح التماس بين اللوحين T في حالة الاستقرار الحراري من العلاقة:
معدل تدفق الطاقة الحرارية عبر اللوح 1 = معدل تدفق الطاقة الحرارية عبر اللوح 2





$$k_1.S.\frac{(T_T_C)}{L_1} = k_2.S.\frac{(T_h_T)}{L_2}$$

عزل المنازل

تدعى النسبة L/k بالقيمة R وتستعمل هذه القيمة بشكل شائع في عزل المباني و لها قيمة ثابتة لكل مادة من المواد المستخدمة في البناء وترتبط مع عملية العزل الحراري.

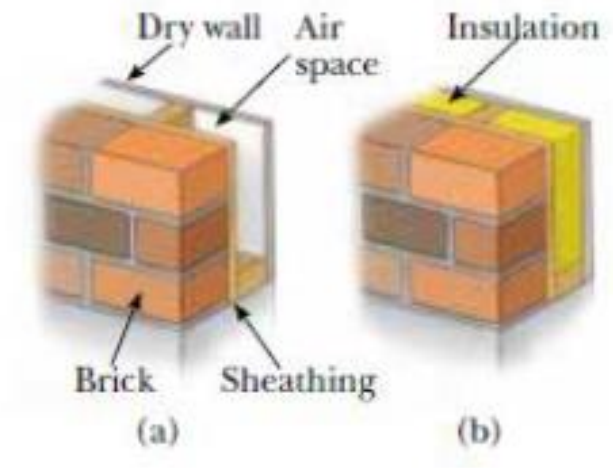
بتعويض قيمة Rفي علاقة تدفق الطاقة الحرارية من أجل جدار مكون من أكثر من طبقة نجد:

$$P = \frac{dE}{dt} = S.\frac{(T_h - T_C)}{\sum_i R_i}$$

حيث $\sum_i R_i$ مجموع قيم R للطبقات المكونة للجدار

ملاحظة : لدى دراسة قيمة Rلأي سطح معرض للهواء يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار وجود طبقة سطحية و رقيقة من الهواء الساكن الملاصقة للسطح(تتعلق ثخانة هذه الطبقة بسرعة الريح) حيث تؤخذ قيمة Rلها وتضاف لقيم R لباقي الطبقات

يبين الشكل التالي حائط مكون من الطبقات التالية : طبقة هواء خارجية، قرميد أحمر ، فجوة هوائية ، حشوة(Sheathing) ، جدار جاف، طبقة هواء داخلية).



Solution Referring to Table 20.4, we find that

R_1 (outside stagnant air layer)	$= 0.17\ ft^2 \cdot °F \cdot h/Btu$
R_2 (brick)	$= 4.00\ ft^2 \cdot °F \cdot h/Btu$
R_3 (sheathing)	$= 1.32\ ft^2 \cdot °F \cdot h/Btu$
R_4 (air space)	$= 1.01\ ft^2 \cdot °F \cdot h/Btu$
R_5 (drywall)	$= 0.45\ ft^2 \cdot °F \cdot h/Btu$
R_6 (inside stagnant air layer)	$= 0.17\ ft^2 \cdot °F \cdot h/Btu$
R_{total}	$= 7.12\ ft^2 \cdot °F \cdot h/Btu$

حيث 1m=3.28ft

1Btu=1.055kJ

واحدة R المستخدمة $Ft^2.F^\circ \cdot h/Btu$

لإيجاد قيمة R الكلية للجدار تجمع قيم R لكل طبقة من الطبقات المكونة للجدار

التمدد الحراري

عندما نسخن جسم معدني أو قضيب فولاذي لدرجة حرارة عالية فإنه يتمدد نتيجة التسخين و يتقلص عند تبريده .

تعد هذه العملية مهمة لتصميم و بناء الإنشاءات الهندسية حيث تتشكل قوى مدمرة للبناء نتيجة التمدد (صيفا) و التقلص (شتاء).

إكساء سطوح المباني بطبقات سيراميكية: عند إكساء سطح المباني بطبقة سيراميكية صيفا فإن السيراميك يكون متمدد وفي الشتاء تتقلص طبقة السيراميك وتنقص مساحتها مما يؤدي لنشوء فراغات (فواصل) بين السيراميك و المبنى ممايؤدي لتسرب الماء لداخل الفراغات وتشكل الرطوبة ، و بالعكس إذا تم إكساء المباني في الشتاء يكون السيراميك متقلص وفي الصيف يتمدد السيراميك فتزداد مساحتها عن مساحة المبنى و يحدث تحطم للطبقة السيراميكية.

تصميم الجسور و السكك الحديدية : لدى تصميم الخطوط الحديدية للقطارات و الجسور تراعى عملية التمدد و التقلص فتترك فراغات (فواصل) بين القطع المكونة للجسر أو السكة بحيث تنزلق القطع بداخلها خلال عملية التمدد.

اختلاف حجم الأجسام خلال عملية التمدد و التقلص : لدى تصميم أنابيب المياه في المباني يراعى عزل الأنابيب حراريا من خلال لفها بطبقة عازلة تمنع وصول تغيرات درجات الحرارة إلى داخل الأنبوب حيث يحدث زيادة لحجم الماء في الجو البارد وتقلص لحجم الأنبوب بنفس الوقت.

التمدد الطولي

تغير طول الجسم نتيجة تغير درجة الحرارة بالتسخين

معامل التمدد الطولي α

ماهي واحدة α؟

التمدد السطحي و الحجمي

تغير مساحة الجسم أو حجمه نتيجة تغير درجة الحرارة بالتسخين

معامل التمدد السطحي β

معامل التمدد الحجمي γ

ماهي واحدة β γ

د صبا عوض