الفصل الثالث

طرق انتقال الحرارة

-الحرارة النوعية C (السعة الحرارية النوعية):

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة الكتلة من المادة درجة مئوية واحدة.

$$C = \frac{1}{m}\frac{\partial Q}{\partial T} \qquad \text{if} \qquad m = 1 \qquad \text{therefore} \qquad C = \frac{\partial Q}{\partial T}$$

وتعتبر C للمواد الصلبة ثابتة اما السوائل فهي ثابتة تقريبا اما الغازات فهي متغيرة وتعتمد على ظروف القياس من ضغط و حجم و درجة حرارة.

هناك نوعين للحرارة النوعية للغاز

C_p الحرارة النوعية للغاز عند ثبوت الضغط.

C_v الحرارة النوعية للغاز عند ثبوت الحجم.

- بسبب مبدا التوزيع المتساوي للطاقة الحرارية، اذا كان لجزيئة معينة لغاز كلاسيكي و بدرجة حرارة T هو f من درجات الحرارة فان معدل الطاقة الحرارية هو

$$Q = \frac{1}{2}kTf$$

و طاقة غرام جزيئي واحد ستكون

$$Q = \frac{1}{2}kTfN_A$$

N_A هو عدد افوكادرو

$$\frac{\partial Q}{\partial T} = \frac{1}{2} k f N_A$$

ومن ثم

$$Cv = \frac{1}{m} \frac{\partial Q}{\partial T}$$

اذا m=1

$$Cv = \frac{1}{2} k f N_A$$

R= ثابت العام للغازات=kN_A

$$Cv = \frac{1}{2} f R$$

اذا كانت جزيئة الغاز ذرية اي تتكون من ذرات مفردة فان هناك ثلاث مركبات للطاقة الحركية الانتقالية E_x, E_y, E_z سوف تساهم في الطاقة لذا f=3

$$Cv = \frac{3}{2} R$$

اذا كانت جزيئة الغاز ثنائية الذرة f=5 (3 انتقالية و 2 دورانية)

$$Cv = \frac{5}{2} R$$

اذا كانت جزيئة الغاز ثلاثية f=6 (3 انتقالية و 3 دورانية)

$$Cv = 3R$$

– الحرارة الكامنة:

هي كمية الحرارة اللازمة لكل وحدة كتلة لتغير حالة المادة من حالة الى اخرى دون تغير في درجة حرارة المادة.

- عند تحول المادة من الصلبة الى سائلة (حرارة كامنة للانصهار).
- عند تحول المادة من سائلة الى غازية(حرارة كامنة للتبخر).

سميت بالكامنة لانها تخزن في جزيئات المادة.

1– انتقال الحرارة عن طريق التوصيل:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} \propto \frac{\partial T}{\partial \mathrm{x}}$$

A= مساحة المقطع

$\frac{\partial T}{\partial \mathrm{x}}$=الانحدار الحراري

$\frac{\partial Q}{\partial \mathrm{t}}$= كمية الحرارة المنتقلة خلال الزمن.

$$\frac{\partial Q}{\partial \mathrm{t}} = -kA\frac{\partial T}{\partial \mathrm{x}}$$

الاشارة السالبة وضعت لتعادل الانحدار الحراري لانه سالب

$$\int_{\mathrm{T_2}}^{\mathrm{T_1}} (\mathrm{T_1} - \mathrm{T_2}) = -\mathrm{ve}$$

k= ثابت التناسب ويطلق عليه بمعامل التوصيل الحراري وهو كمية تعتمد على نوع المادة فلكل مادة معامل توصيل خاص بها وكلما كبر اصبحت المادة جيدة التوصيل.

يستخدم القانون اعلاه لحساب كمية الحرارة المنتقلة او لحساب K للمادة.

انتقال الحرارة بالتوصيل على نوعين:

أ- انتقال خطي:

اذا كانت الحرارة تنتقل بموازات المحور السيني او المحور الصادي اي ان مساحة المقطع تكون ثابتة ومن ثم

$$\frac{\partial Q}{\partial \mathrm{t}} = -kA\frac{\partial T}{\partial \mathrm{x}}$$

$$\dot{Q} = -kA\frac{\partial T}{\partial \mathrm{x}}$$

$\dot{Q}$=عند الاتزان الحراري تكون كمية ثابتة.

ب- انتقال شعاعي

يحدث هذا الانتقال في الاجسام الكروية او الاسطوانية بحيث الحرارة تنتقل باتجاة نصف القطر.

$$\frac{\partial Q}{\partial \mathrm{t}} = -kA\frac{\partial T}{\partial \mathrm{r}}$$

للكرة $\dot{Q} = -k4\pi r^2\frac{dT}{dr}$

للاسطوانة $\dot{Q} = -k2\pi rL\frac{dT}{dr}$

- خصائص معامل التوصيل الحراري K :

1- يعتمد على نقاوة المادة فوجود كمية قليلة من الشوائب تختزل قيمته الى الثلث.

2- تقل قيمته عندما تتحول المادة من الحالة الصلبة الى السائلة.

3- تزداد قيمته للسوائل عندما تتحول المادة بارتفاع درجات الحرارة.

- تزداد قيمته للمواد الصلبة الغير معدنية بارتفاع درجات الحرارة.

- تزداد قيمته للمواد الغازية الرديئة التوصيل بارتفاع درجات الحرارة.

4- في درجات الحرارة المنخفضة، سلوك K يتغير حيث تزداد قيمته بارتفاع درجات الحرارة الى ان يصل الى قيمته العظمى ثم تقل بعد ذلك بارتفاع درجات الحرارة.

2- انتقال الحرارة عن طريق الحمل:

ويتم عن طريق حركة جزيئات الوسط نفسها حيث تولد تيار حراري ينتقل من المنطقة الاكثر حرارة الى الاقل حرارة.

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = qAdT$$

حيث ان q هو ثابت الانتقال الحراري ويعتمد على شكل الجسيم واتجاه السطح الذي يفقد حرارة.

لان الجسم بوضع افقي يفقد حرارة بمعدل اعلى مما يفقد في وضع عمودي.

3- انتقال الحرارة عن طريق الاشعاع:

يقصد بالاشعاع هو الانبعاث المستمر للطاقة الحرارية من سطوح الاجسام المشعة وتعتمد شدة الاشعاع على درجة حرارة الجسم المشع ولا تعتمد على نوع الجزيئات المكون له.

- قانون نيوتن للتبريد:

اذا كانت درجة حرارة جسم T ودرجة حرارة المحيط T_S فان معدل فقدان الطاقة الحرارية من الجسم تتناسب خطيا مع $(T-T_S)$ طالما بقى الفرق بينهما قليل.

$$\frac{\partial Q}{\partial t}\alpha(T-T_S)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t}=-K(T-T_S)$$

بما ان

$$Q\alpha T$$

اذن

$$\frac{\partial Q}{\partial t}=\frac{dT}{\partial t}$$

$$\frac{dT}{\partial t}=-K(T-T_S)$$

$$\frac{dT}{(T-T_S)}=-\mathrm{K}\partial\mathrm{t}$$

بعد تكامل الطرفين

$$\ln(T - T_S) = -Kt + C$$

اذا t=0 و $T=T_o$

$$C = \ln(T_o - T_S)$$

$$ln(T - T_S) = -Kt + \ln(T_o - T_S)$$

$$ln(T - T_S) - \ln(T_o - T_S) = -Kt$$

$$ln\frac{(T - T_S)}{(T_o - T_S)} = -Kt$$

$$\frac{(T - T_S)}{(T_o - T_S)} = e^{-kt}$$

$$T = T_S + (T_o - T_S)e^{-kt}$$