الفصل التاسع عشر - إنـــتـــقـــال الـــحـــرارة

1-19) مقدمـة:

تنتقل الحرارة من نقطة إلى أخرى في جسم ما إذا كان هناك فرق في درجة الحرارة بين النقطتين ،وتنتقل الحرارة بثلاث طرق : التوصيل الحراري، والحَمْل الحراري ، والإشعاع الحراري

2-19) التوصيل الحراري:

من حيث التوصيل الحراري المواد إلى ثلاثة أقسام:

- الفلزّات وتكون جيّدة التوصيل الحراري
- المواد العازلة وتكون رديئة التوصيل الحراري.
- أشباه الموصلات وهي حالة وسط في التوصيل الحراري، وتتحسّن قدرتها على التوصيل مع ارتفاع درجة الحرارة.

تنتقل الحرارة،في عملية التوصيلبإحدى طريقتين أو بهما معا:

بواسطة انتقال الإلكترونات الحرة

بواسطة أهتزاز جزيئات المادة

ويمكن حساب كمية الطاقة الحرارية المنتقلة من طرف ساخن الى طرف بارد خلال ساق من المعدن كالتالي:

$$\Delta Q = kAt \ \frac{(T_2 - T_1)}{L}$$

ΔQ كمية الحرارة

A مساحة المقطع

t الفترة الزمنية

L طول الساق المعدنية

T2 – T1 فرق درجة الحرارة بين طرفي الساق المعدنية

K التوصيلية الحرارية (ثابت التوصيل الحراري) وحدته هي $JS^{-1}\,m^{-1}K^{-1}$

3-19) الـحَمْل الحراري:

الغازات والسوائل رديئة التوصيل الحراري إلا أنها تنقل الحرارة من مكان إلى آخر إذا سمح لها بالحركة وتسمى كمية المادة المتحركة من مكان ساخن الى مكان بارد بتيار الحمل

ومن امثلة تيار الحمل :

الرياح - حيث تتحرك كتل الهواء الساخن من اسفل الى اعلى وكتل الهواء البارد من اعلى الى اسفل نظرا لاختلاف كثافتيهما

وتيارات مياه البحار – حيث تتحرك كمية الماء ذات الحرارة المرتفعة الى سطح البحر وكمية الماء البارد الى عمق البحر

4-19) الإشعاع الحراري:

العملية الثالثة في انتقال الحرارة فإنها لا تحتاج إلى وسط مادي، وتتم عن طريق الإشعاع الكهرومغناطيسي، وهي الطريقة التي تنتقل بها الطاقة الحرارية من الشمس إلى الأرض.

ويمكن حساب كمية الطاقة الحرارية المنبعثة من جسم ساخن بالاشعاع من قانون ستيفن

ينص هذا القانون على أن: إجمالي الطاقة المنبعثة في الثانية الواحدة للمتر المربع من سطح الجسم الموجود عند درجة حرارة T هي:

$$E = \sigma T^4 \ Wm^{-2}$$

حيث σ كمية ثابتة، ويطلق عليها اسم ثابت ستيفان $\sigma = 5.7 \times 10^{-8} \ Wm^{-2}K^{-4}$

فإذا وضِعَ جسم درجة حرارته T في وسط درجة حرارته T_o، فإن الطاقة المنبعثة في الثانية الواحدة من المتر المربع من الجسم هي:

$$E_{tot} = \sigma(T^4 - T_0^4)$$

مـــثال (19–1):

باب ثلاّجة ارتفاعه 150cm،وعرضه 80cm،وسُمْكه 6cm، فإذا كـــانت التـــوصيليّـــة الحراريّـــة للمـــادة المصنـــوع منها البـــاب هـــي $21x10^{-2}Wm^{-1}K^{-1}$، وكانت درجتا حرارة سطحيه الـــدّاخلي والخـــارجي هما $0^{\circ}c$ و $30^{\circ}c$,على الترتيب، فاحسب كميّة الحرارة المُتسرّبة خلال الباب في الدقيقة الواحدة.

الحـــل:

هذه المسالة تطبيق مباشر لمعادلة التوصيليّة الحراريّة (19-1) فنكتب:

$$\Delta Q = k\,A\,\Delta t\,\frac{\Delta T}{L}$$

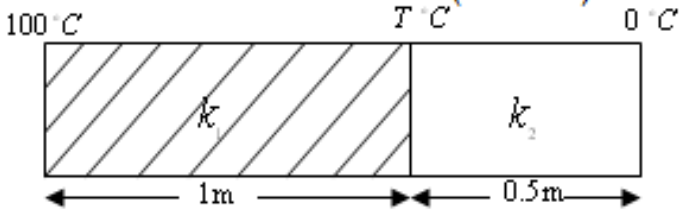
وبالتعويض من المُعطيات في المسألة نحصل على:

$$\Delta Q = \frac{21 \times 10^{-2} \times 1.5 \times 0.8 \times 60 \times (30-0)}{0.06}$$

$$= 7560 \ \ J$$

مـــثال (19–2):

قضيبان من مادتين مختلفتين معزولان حراريّاً ومُلْـــتحم أحـــدهما بالآخر، فإذا كان طولهما 1m , 0.5m، وكانت درجة حرارة الطـــرَف الأوّل هـــي 100 °C، ودرجة حرارة الطّرف الثاني هي الصفر المئوي، كما هو موضح في شكل (19–11)، فاحسب:



درجة الحرارة عند نقطة اللّحام علماً بأنّ التوصيليّة الحراريّة للقضـــيب الأوّل $180Wm^{-1}K^{-1}$،وللقضيب الثاني $120Wm^{-1}K^{-1}$.

الحـــل:

ولحساب درجة الحرارة عند نقطة اللّحام T، فنظراً لأنّ معدّل الحرارة لوحدة المساحة عبر القضيبين ثابت، فإنّنا نكتب:

$$K_1 \frac{(100 - T)}{L_1} = K_2 \frac{(T - 0)}{L_2}$$

وبالتعويض من المُعطيات نجد أنّ:

$$T = 75° C$$

مـــثال (19–4):

جسم اسود على شكل أنبوبة طولها 3m،ونصف قطرها الخـــارجي 9cm، وكـــانت درجـــة حـــرارة السَّـــطح الخـــارجي 127 °C،ودرجـــة حرارة الهواء المُحيط27 °C. احسب معدّل فقْد الحرارة بالإشعاع

الحـــل:

هذه المسألة تطبيق مباشرة لمعادلة الإشعاع الحراري فنكتب:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \sigma \quad A(T_1^4 - T_2^4)$$

ومن المهمّ أن نلاحظ في هذه المعادلة أنّ درجات الحرارة ينبغي أن تكون على "المقياس المُطْلق"، فتكون:

$$T_1 = 127 + 273 = 400 \text{ K}$$
$$T_2 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

أمّا مساحة سطح الأنبوبة فهي:

$$A = 2\,\pi rL = 2 \text{ x } 3.14 \text{ x } 0.09 \text{ x } 3$$
$$= 1.696 \text{ m}^2$$

$$\therefore \quad \frac{\Delta Q}{\Delta t} = 5.672 \text{ x } 10^{-8} \text{ x } 1.696\left[(400)^2 - (300)^2\right]$$
$$= 6.7 \text{ mW}$$