



POLITECNICO
MILANO 1863

Trasmissione del calore Introduzione

Prof. Ing. Alberto Salioni

Trasmissione del Calore

La trasmissione del calore si occupa dello studio dell'insieme di leggi che governano il passaggio di calore da un sistema ad un altro o da un punto ad un altro di uno stesso sistema, dei dispositivi coinvolti negli scambi di calore e delle leggi che danno la distribuzione di temperatura all'interno di un sistema in funzione dello spazio e del tempo.

Trasmissione del Calore

Obiettivi seconda parte corso:

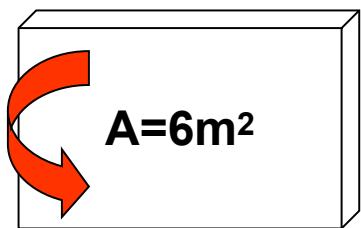
- *Determinare il calore scambiato tra un punto ed un altro;*
- *Determinazione della distribuzione di temperatura nei vari punti ed eventualmente la sua variazione nel tempo.*

Trasmissione del Calore

Scambi di calore - concetti base flusso termico

Si definisce **FLUSSO TERMICO** la potenza riferita ad una superficie di area unitaria. Il flusso termico medio su una superficie si esprime:

$$\Phi \left[\frac{W}{m^2} \right] = \frac{\dot{Q}}{A} \quad \begin{array}{l} \text{FLUSSO TERMICO} \\ \text{AREICO} \end{array}$$



$$\dot{Q} = 24 \text{ W} = \text{cost}$$

$$\Phi = \frac{\dot{Q}}{A} = \frac{24 \text{ W}}{6 \text{ m}^2} = 4 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Trasmissione del Calore

Scambi di calore - concetti base il flusso di calore

Il flusso di calore può essere definito dalla relazione:

$$\varphi = f(\text{parametro}, \Delta T)$$



parametro: coefficiente che tiene conto della maggiore o minore facilità, con la quale, a parità di ΔT , ha luogo il trasferimento di calore;

(ΔT : differenza di temperatura)

La Conduzione... (in Breve!!)

E' il trasferimento di energia che si verifica per effetto dell'interazione delle particelle di una sostanza dotata di maggiore energia con quelle adiacenti dotate di minore energia.

Può avvenire nei liquidi, nei solidi, nei gas.

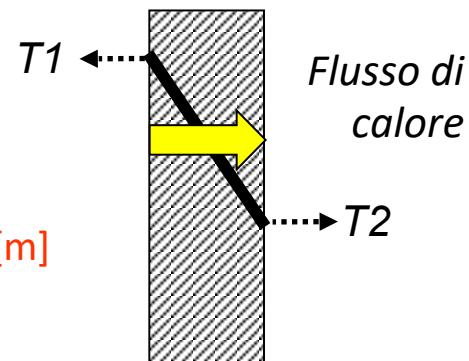
- Nei liquidi e nei gas è dovuta alla collisione delle molecole nel loro moto caotico.
- Nei solidi è dovuta alla vibrazione delle molecole all'interno del reticolo e al trasporto di energia da parte degli elettroni liberi

AD ESEMPIO: La potenza termica trasmessa per conduzione attraverso una lastra piana indefinita di spessore costante è data da:

$$\dot{Q}_{COND} = - kA \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Diagramma della lastra piana con le seguenti etichette:

- Potenza termica trasmessa per conduzione [W]
- Differenza di temperatura [K o °C]
- Costante di proporzionalità o conducibilità termica del materiale [W/mK]
- Spessore [m]
- Superficie normale alla direzione di trasmissione del calore [m^2]



La Convezione... (in Breve!!)

E' il trasferimento di energia tra una superficie solida e un fluido adiacente in movimento.

- Implica gli effetti combinati di conduzione e trasporto di massa;
- Il calore trasmesso per convezione aumenta con la velocità del fluido.

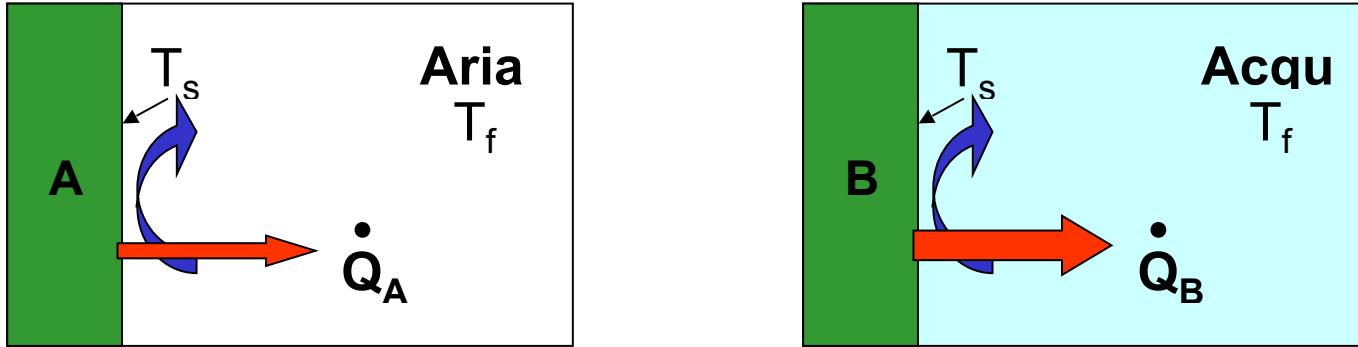
CONVEZIONE FORZATA

Avviene quando il fluido è forzato a scorrere su una superficie da mezzi esterni (ad esempio un ventilatore).

CONVEZIONE NATURALE (O LIBERA)

Avviene quando il moto del fluido è causato da forze ascensionali che sono indotte dalle differenze di densità dovute alla variazione di temperatura del fluido in un campo gravitazionale.

Trasmissione del Calore



$$Q_B > Q_A$$

La potenza termica trasmessa per convezione è espressa dalla relazione:

$$Q_{conv} = h A (T_s - T_f)$$

Legge di Newton

h = coefficiente di scambio termico convettivo [W/m^2K]

A = superficie normale al flusso [m^2]

T_s = Temperatura solido [K]

T_f = Temperatura fluido [K]

L'Irraggiamento... (in Breve!!)

E' il trasferimento di energia che avviene attraverso le onde elettromagnetiche (o fotoni) prodotte da variazioni nelle configurazioni elettroniche degli atomi e delle molecole.

Ad esempio, il sole trasferisce l'energia alla terra per irraggiamento

Non richiede la presenza di un mezzo interposto (quindi avviene anche nel vuoto)

Avviene alla velocità della luce

Tutti i corpi a temperatura superiore allo zero termico emettono radiazione termica.

La potenza massima termica trasmessa per irraggiamento da una superficie a temperatura assoluta T_s [K] è data dalla **LEGGE DI STEFAN BOLTZMANN**

Irraggiamento

Legge di Stefan Boltzmann

La legge di Stefan Boltzmann afferma che la potenza trasmessa da un'area A di un corpo ideale (detto **CORPO NERO**) è

$$\dot{Q}_{e,max} = \sigma A (T_s)^4$$

Potenza emessa per irraggiamento

La potenza emessa per irraggiamento da una qualsiasi superficie reale è invece data dalla relazione

$$\dot{Q}_{emiss} = \varepsilon \sigma A (T_s)^4$$

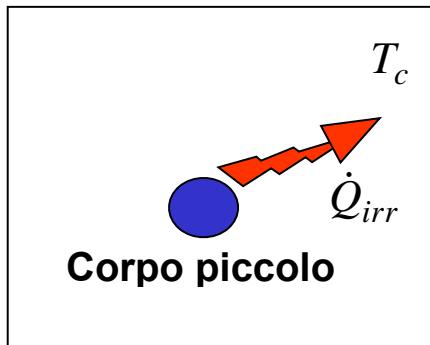
ε = Emissività della superficie il cui valore, compreso tra 0 e 1, è la misura di quanto il comportamento di una superficie si approssima a quella del corpo nero, per il quale $\varepsilon=1$

Potenza termica netta per Irraggiamento

Poiché nei corpi reali non tutta la radiazione elettromagnetica incidente viene riflessa si definisce come **POTENZA TERMICA NETTA PER IRRAGGIAMENTO** la differenza tra la potenza termica radiante emessa e quella assorbita da una superficie.

La determinazione della potenza termica netta scambiata è complessa in quanto dipende da numerosi fattori quali:

- Proprietà delle superfici
- Orientamento relativo
- Caratteristiche del mezzo tra le due superfici che irraggiano.



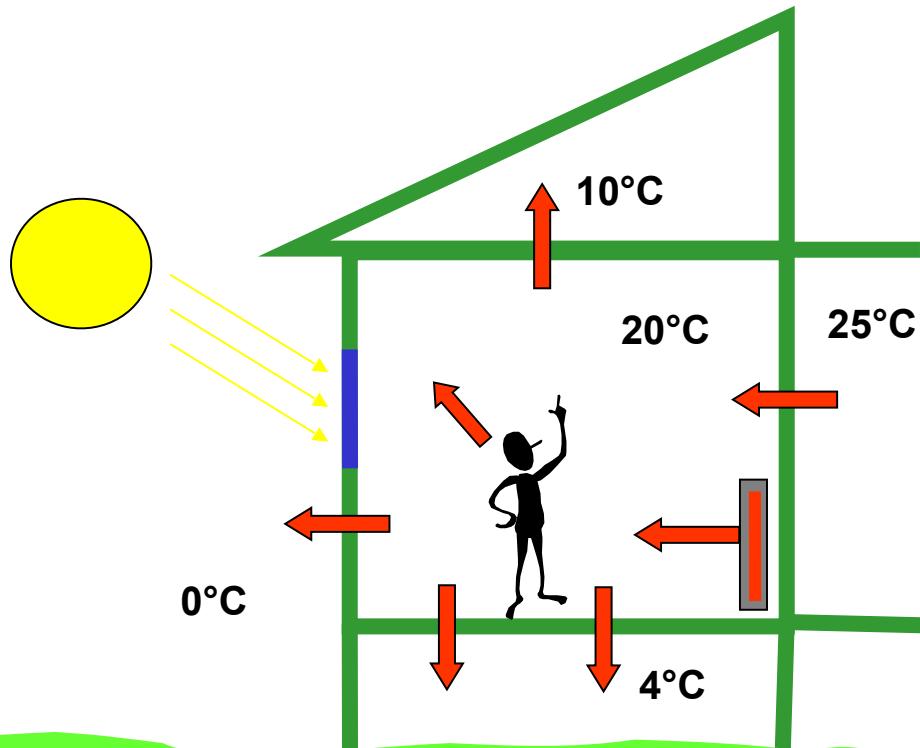
Contenitore grande

Il caso di una superficie piccola
è semplice:

$$\dot{Q}_{irr} = \varepsilon \sigma A (T_s^4 - T_c^4)$$

Esempio di bilanci Energetico

Sistema uomo-edificio-ambiente



MODALITA' DI TRASMISSIONE DEL CALORE

SOLE: solo irraggiamento

PARETE: conduzione,
convezione, irraggiamento

UOMO: conduzione,
convezione, irraggiamento

CORPO SCALDANTE:
convezione, irraggiamento

Note per lo studente

Note per lo studente

Note per lo studente

Note per lo studente