Cognome ………………………	Nome …………………………..	Matricola ………………………..

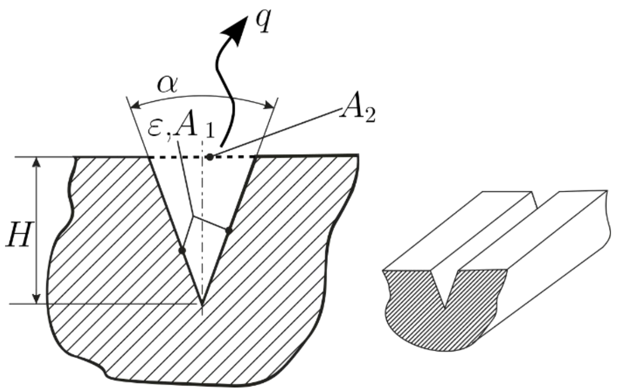
Ing. Navale. Ing. Civile

Prova scritta di Fisica Tecnica – Trasmissione del Calore – 30.01.2024

Esercizio

Una scanalatura a V, profonda H e con angolo α, è praticata su un materiale la cui temperatura è pari a T_1.

Nelle ipotesi che le superfici della scanalatura possano essere considerate grigie e diffuse, con emissività ε, determinare nell'ordine:



1) Il fattore di vista F_{12};
2) Il flusso termico specifico, $q''=q/A_2$, che lascia la scanalatura attraverso l'apertura;
3) L'emissività effettiva ε_e della scanalatura, definita come il rapporto fra il flusso termico che lascia la cavità attraverso l'apertura, ed il flusso termico emesso da una superficie nera di area pari all'apertura e con temperatura uguale a quella delle pareti della scanalatura.

Nota:

La costante di Stefan-Boltzmann vale $\sigma = 5.67\times 10^{-8}\ W/(m^2K^4)$

Suggerimento:

Si consideri l'apertura della scanalatura, superficie A_2*, come una superficie nera a temperatura di 0 K.*

TEMA	H [mm]	α [°]	T_1 [°C]	ε [-]
A	10	40	700	0.6
B	20	30	800	0.5

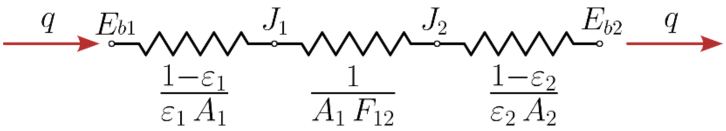
Teoria

Convezione forzata nei flussi interni:

1. Regione d'ingresso termica
2. Regione termicamente sviluppata
3. Andamento della temperatura media del fluido per le due condizioni di:
   a. Flusso termico superficiale costante
   b. Temperatura superficiale uniforme

Soluzione

1) Utilizziamo l'analogia elettrica per una cavità formata da due superfici:



Assumendo che A_2 sia una superficie nera a 0 K, risulta che tutta la radiazione q incidente in A_2, e proveniente dalle pareti della scanalatura, verrà irradiata all'esterno.
Pertanto per A_2, essendo $\varepsilon_2 \equiv 1$ e $T_2 = 0$ K, risulta $J_2 \equiv E_{b2} = 0$, perciò $\varepsilon \equiv \varepsilon_1$.

In generale, per una cavità formata da due superfici:

$$q = \frac{E_{b1} - E_{b2}}{\frac{1-\varepsilon_1}{\varepsilon_1 A_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1-\varepsilon_2}{\varepsilon_2 A_2}}$$

e nelle ipotesi viste

$$q = \frac{E_{b1}}{\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon\, A_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}}} = \frac{\sigma\, T_1^4}{\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon\, A_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}}}$$

Dalla regola della somma

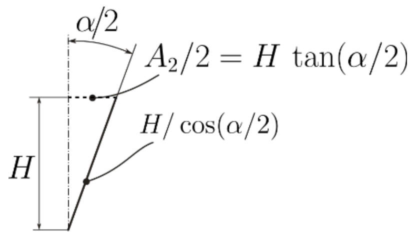
$F_{22} + F_{21} = 1$

$F_{22} = 0 \quad \rightarrow \quad F_{21} = 1$

Dalla legge di reciprocità

$A_2 F_{21} = A_1 F_{12}$

$$F_{12} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{2H\, tan(\alpha/2)}{2H/cos(\alpha/2)} = sin(\alpha/2)$$



2) Abbiamo quindi

$$q'' = \frac{q}{A_2} = \frac{E_{b1}}{\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon}\frac{A_2}{A_1} + \frac{A_2}{A_1 F_{12}}} = \frac{\sigma T_1^4}{\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon}\frac{A_2}{A_1} + \frac{A_2}{A_1}\frac{A_1}{A_2}} = \frac{\sigma T_1^4}{\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon}\frac{A_2}{A_1} + 1}$$

3) T_1 [K] = T_1 [°C] + 273.15

$$\varepsilon_e = \frac{q}{E_{b1} A_2} = \frac{q''}{\sigma T_1^4}$$

TEMA	F_{12} [-]	q'' [W/m^2]	ε_e [-]
A	0.342	41409	0.814
B	0.259	59740	0.794