

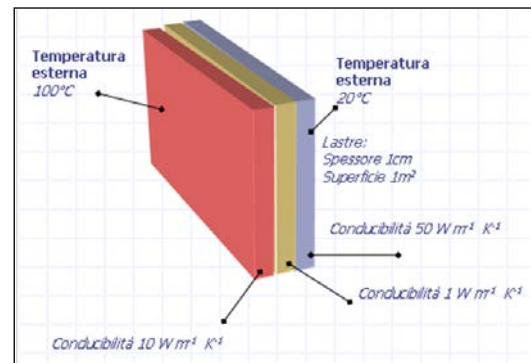
Esercitazione di Meccanica dei fluidi con Fondamenti di Ingegneria Chimica

Esercitazione 1 (FIC) - 3 Dicembre 2015

Conduzione Termica

Esercizio 1 – Lastre in serie (I)

Si considerino 3 lastre piane affiancate con differenti conducibilità come riportato in figura. Gli spessori delle lastre sono tutti uguali e del valore di 1 cm mentre l'area di ciascuna lastra è pari ad 1 m^2 . Le temperature delle due facce esterne sono pari a 100°C e 20°C . Valutare il flusso di calore in queste condizioni e quanto varia la potenza termica scambiata per conduzione raddoppiando una alla volta la conducibilità delle lastre. Discutere i risultati e tracciare per ogni caso esaminato le temperature di ciascuno strato.



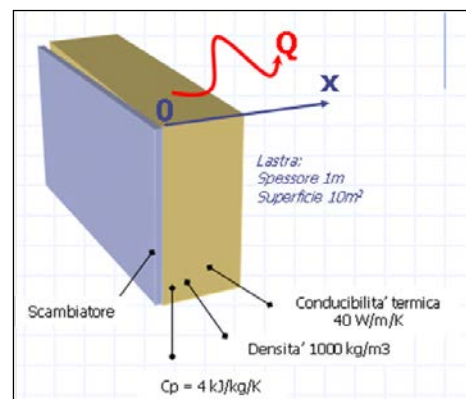
Esercizio 2 – Lastre in serie (II)

Calcolare lo spessore minimo di una lastra le cui pareti siano alle temperature di 40°C e 10°C in grado di garantire un flusso termico inferiore a $3000 \text{ W/m}^2/\text{K}$. Si conducano i calcoli assumendo prima una conducibilità termica pari a 40 W/m/K e successivamente di 0.01 W/m/K .

Esercizio 3 – Conduzione termica attraverso una lastra piana con profilo di temperatura assegnato

Il sistema genera una potenza termica pari a 1000 W/m^3 . Supponendo di avere assegnato il profilo di temperatura all'interno della lastra principale determinare la velocità di trasmissione del calore entrante in $x=0$ ed uscente in $x=1\text{m}$. Calcolare la velocità di scambio di energia generata all'interno dello strato principale.

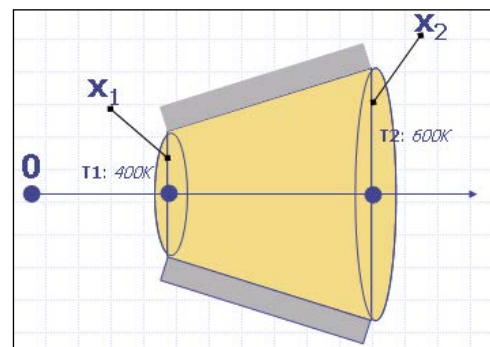
$$T(x) = 900 - 300x - 50x^2$$



Esercizio 4 – Conduzione attraverso un tronco di cono

Calcolare il profilo di temperatura lungo un tronco di cono solido di conducibilità termica pari a 1 W/m/K .

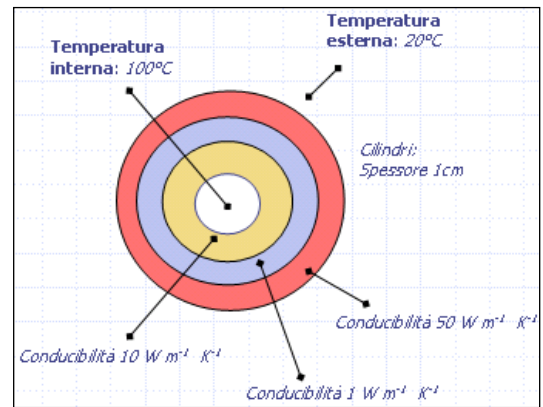
$$\begin{aligned} x_1 &= 50 \text{ mm} & D_1 &= 12.50 \text{ mm} & T_1 &= 400 \text{ K} \\ x_2 &= 250 \text{ mm} & D_2 &= 62.50 \text{ mm} & T_2 &= 600 \text{ K} \end{aligned}$$



Esercizio 5 – Tubazione con strati multipli di isolante

Una tubazione di raggio 10 cm è adibita al trasporto di un liquido caldo alla temperatura di 100°C . Questo sistema è isolato da tre gusci cilindrici dello spessore di 1 cm ma con conducibilità termiche molto differenti. Calcolare la potenza termica dispersa e quanto varia al raddoppiare di una delle conducibilità dei sistemi isolanti.

Discutere i risultati precedenti e tracciare per ogni caso esaminato le temperature di ciascuno strato in funzione del raggio interno.



Esercizio 6 – Dissipazioni termiche in una tubazione

Una tubazione destinata al trasporto di vapore (diametro interno 2.067 in – spessore 0.154 in) è isolata all'esterno con due strati di isolanti, entrambi dello spessore di 2 in . Si chiede di stimare le perdite di calore per unità di tempo e di superficie attraverso la tubazione, immaginando che la temperatura del vapore sia pari a 250°F e quella dell'ambiente esterno 90°F .

Le conducibilità termiche dell'acciaio e dei due strati di isolanti siano rispettivamente: $26.1, 0.04, 0.03\text{ Btu/hr/ft}^\circ\text{F}$. I calcoli vengano condotti prima utilizzando l'isolante meno efficace a contatto con la tubazione e successivamente invertendo le posizioni. Commentare i risultati ottenuti.

Esercizio 7 – Sorgente di energia all'interno di una tubazione

Si consideri una tubazione cilindrica di alluminio di raggio esterno R_{ext} e raggio interno R_i , al cui interno esista una fonte di energia variabile con il raggio secondo la seguente espressione:

$$S(r) = S_0 \cdot \left[1 + b \left(\frac{r}{R_i} \right)^2 \right]$$

dove S_0 e b sono delle costanti, r è la coordinata radiale misurata dall'asse del cilindro. Si determini il profilo termico del fluido all'interno della tubazione, immaginando che all'esterno questa sia a contatto con un fluido refrigerante alla temperatura T_c . Le conducibilità termiche del fluido nella tubazione e della parete metallica siano k_F e k_C .

Esercizio 8 – Fusione di un blocco di ghiaccio

Calcolare il tempo necessario a sciogliere un cubo di ghiaccio isolato in tutte le sue facce, da un isolante di spessore $s=1\text{ mm}$. Sono assegnati il lato del cubo $L=3\text{ cm}$, la conducibilità dell'isolante $k=0.01\text{ W/mK}$ ed il calore latente di fusione del ghiaccio $\Delta H=80\text{ cal/g}$. La temperatura dell'ambiente esterno è pari a 20°C .

Esercizio 9 – Fusione di un cilindro di ghiaccio

Calcolare il tempo necessario a sciogliere un cilindro di ghiaccio di lunghezza $L = 10\text{ cm}$, isolato in tutte le sue facce da un sistema di spessore $s=1\text{ mm}$. Sono assegnati il raggio interno $r = 1\text{ cm}$, la conducibilità dell'isolante $k = 0.1\text{ W/m/K}$ ed il calore latente di fusione del ghiaccio per unità di massa $\Delta H = 80\text{ cal/g}$. Ripetere i calcoli supponendo che la stessa massa di ghiaccio abbia una forma cubica.

Esercizio 10 – Trasporto di calore attorno ad una sfera per conduzione termica

Una sfera perfettamente isolata è posta all'interno di un ambiente più freddo in quiete. Si vuole studiare la conduzione di calore nel fluido che circonda la sfera in assenza di fenomeni convettivi.

- Si scrivano le equazioni differenziali in grado di descrivere la temperatura nel fluido che circonda la sfera in funzione di r , cioè la distanza radiale misurata dal centro della sfera. La conducibilità del fluido venga considerata costante e indipendente dalla posizione.
- Si integri l'equazione differenziale utilizzando le opportune condizioni al contorno.
- Dal profilo di temperatura ottenuto in questo modo si determini l'espressione per del flusso termico sulla superficie della sfera.