

---

# Termofluidodinamica applicata A

## Finalità

Scopo del corso è fare acquisire conoscenze relativamente al tema della trasmissione del calore e, più in generale, relativamente ai fenomeni di trasporto applicati ai processi ingegneristici con particolare attenzione alle problematiche del settore alimentare.

## Programma

Convezione.

Generalità sullo scambio termico per convezione. Le equazioni di strato limite. Convezione forzata. Flusso esterno. Lastra piana con deflusso parallelo. Deflusso trasversale su superfici cilindriche e sferiche. Deflusso trasversale su banchi di tubi. Flusso interno. Regione di ingresso e moto laminare completamente sviluppato. Il bilancio dell'energia per le condizioni al contorno di flusso uniforme alla parete e di temperatura di parete uniforme. Correlazioni di convezione per il moto laminare nei condotti. Moto turbolento completamente sviluppato. Correlazioni. Condotti a sezione non circolare. Convezione naturale. Caratteristiche fenomenologiche. Equazioni fondamentali e raggruppamenti adimensionali. Convezione naturale su lastra piana verticale. Lastra piana orizzontale. Effetti dell'inclinazione. Cilindri e sfere. Convezione naturale in spazi confinati. Cavità rettangolari e anulari. La convezione mista.

Trasporto di materia.

Legge di Fick. Coefficiente di diffusione di materia. Equazione di conservazione per una singola specie chimica in miscele binarie. Forma adimensionale dell'equazione. Il numero di Schmidt. Numero di Sherwood. Strato limite di concentrazione.

Analogia tra trasporto di energia, materia e quantità di moto.

Analogia di Reynolds. Analogia di Chilton Colburn. Moto turbolento entro condotti a parete liscia. Flusso ortogonale a superfici cilindriche. Lastra piana con flusso parallelo. Simultaneo trasporto di materia ed energia. Raffreddamento evaporativo. Processo di saturazione adiabatica. Teoria dello psicrometro.

Scambio termico in ebollizione e condensazione.

Raggruppamenti adimensionali nell'ebollizione e nella condensazione. Regimi di ebollizione: ebollizione di massa, ebollizione in convezione forzata, ebollizione sottoraffreddata e satura. Modalità di ebollizione di massa: in convezione naturale, nucleata, regime di transizione, a film. Correlazione di Rohsenow. Flusso critico. Flusso minimo. Ebollizione in convezione forzata. Condensazione superficiale. Condensazione a film e condensazione a gocce. Condensazione a film laminare su lastra piana verticale, soluzione di Nusselt, numero di Reynolds per la condensazione a film: regime di transizione, regime turbolento numero di Nusselt modificato. Condensazione a film su sistemi radiali. Condensazione a gocce.

Incremento dello scambio termico.

Le tecniche di incremento dello scambio termico. Tecniche passive ed attive. Vantaggi dell'incremento dello scambio termico. Superfici alettate. Tubi con alettatura longitudinale ed elicoidale. Inserimento di elementi all'interno di condotti per flussi monofase. Tubi ad alettatura interna.

Scambiatori di calore. Generalità e classificazione. Coefficiente globale di scambio termico. Effetto dello sporcamento della superficie. Differenza di temperatura medio logaritmica: scambiatori a correnti parallele e non parallele. Metodo dell'efficienza e del numero di unità di trasporto. Scambiatori compatti.

Reologia.

Classificazione dei fluidi: puramente viscosi, viscoelastici e dipendenti dal tempo. Modelli reologici. Fluidi non Newtoniani: modello di Bingham e a legge di potenza. Determinazione dei parametri reologici mediante reometro a tubo capillare. Fluidi verificanti la legge di potenza in moto entro condotti. Profilo di velocità. Numero di Reynolds generalizzato. Fattore di attrito in regime laminare. Regime turbolento. Relazione di Dodge e Metzner. Scambio termico convettivo in regime laminare e turbolento.

## Attività d'esercitazione

Parte integrante del corso sono le esercitazioni numeriche come momento di verifica e chiarimento delle nozioni teoriche acquisite nelle ore di lezione.

## Modalità d'esame

L'esame consiste in un colloquio.

## Propedeuticità

Conoscenze di base di Fisica Tecnica.

---

Testi consigliati

F. P. INCOPRERA, D P DE WITT: " Fundamentals of Heat and Mass Trasfer ", John Wiley & Sons, New york, 1985.