

FACOLTÀ	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO	2013/2014
CORSO DI LAUREA	Ingegneria Chimica
INSEGNAMENTO	Principi di Ingegneria Chimica
TIPO DI ATTIVITÀ	Caratterizzante
AMBITO DISCIPLINARE	Ingegneria Chimica
CODICE INSEGNAMENTO	05761
ARTICOLAZIONE IN MODULI	NO
NUMERO MODULI	
SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI	ING-IND/24
DOCENTE RESPONSABILE	Valerio Brucato Professore Associato Confermato Università di Palermo
CFU	12
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	180
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE	120
PROPEDEUTICITÀ	Basi di matematica, chimica e fisica e termodinamica degli equilibri
ANNO DI CORSO	II
SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI	Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali, Esercitazioni in classe
MODALITÀ DI FREQUENZA	Facoltativa
METODI DI VALUTAZIONE	Prova Scritta ed Orale
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
PERIODO DELLE LEZIONI	Secondo semestre
CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE	Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	Martedì e Giovedì dalle 15:00 alle 16:00

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Conoscenza e capacità di comprensione

- Lo studente al termine del Corso avrà conoscenza delle problematiche inerenti i fenomeni di trasporto nonché sui principi e sull'uso dei bilanci microscopici e macroscopici di materia, energia e quantità di moto. Avrà acquisito una discreta conoscenza dell'idrostatica e conoscerà la teoria e le applicazioni dell'irraggiamento nonché dei fattori di attrito e dei coefficienti di scambio. Sarà infine capace di affrontare l'impostazione e la risoluzione in alcuni casi limite di problemi in condizioni transitorie.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

- Lo studente sarà in grado di selezionare ed usare le relazioni opportune e necessarie per la progettazione delle apparecchiature per la conduzione dei processi chimici in senso lato.

Autonomia di giudizio

- Lo studente sarà in grado di valutare autonomamente:
 - l'applicabilità di una determinata relazione funzionale ad un problema di trasporto;
 - la affidabilità ed i limiti di confidenza dei risultati;
 - quali condizioni al contorno applicare ad un determinato problema di trasporto.

Abilità comunicative

- Lo studente acquisirà la capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti gli argomenti del corso.

Sarà in grado di esporre propriamente tematiche relative ai diversi fenomeni di trasporto, facendo ricorso alla terminologia tecnica e agli strumenti della rappresentazione matematica inerente.

Capacità d'apprendimento

- Lo studente avrà appreso i principi fondamentali su cui si basano i fenomeni di trasporto. Si doterà di uno strumento fondamentale come quello dei bilanci per la risoluzione di problemi anche complessi. Avrà compreso la differenza tra un approccio qualitativo e quantitativo. Queste conoscenze contribuiranno al completamento del bagaglio tecnologico utile e necessario al suo sviluppo.

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso ha come obiettivo specifico quello di formare dei soggetti dotati di competenze approfondite sui fenomeni di trasporto per la loro applicazione in attività professionali e di ricerca applicata. La preparazione degli studenti sarà mirata principalmente ad un loro futuro impiego sia nella gestione di impianti di processo, che nella loro progettazione. Le conoscenze fornite sono inoltre la base necessaria per affrontare problematiche, anche di ricerca, tipiche dell'industria di processo, alimentare, farmaceutica, metallurgica e delle tecnologie emergenti come a scala nanometrica o quelle biomedicali.

ORE FRONTALI	LEZIONI FRONTALI
28	Concetto di sforzo, definizione del tensore degli sforzi, definizione di fluidi newtoniani, dipendenza della viscosità da temperatura e pressione. Bilancio di grandezze conservative e non, bilancio di quantità di moto e condizioni al contorno. Applicazione e soluzione del bilancio differenziale di quantità di moto per casi fisici nei quali esiste una sola componente della velocità funzione di una sola coordinata (flusso su un piano inclinato, in un tubo, tra due piani paralleli); legge di Stokes. Moto laminare e moto turbolento, numero di Reynolds, caratteristiche del moto turbolento, analisi dimensionale e teorema di Buckingham, fattore di attrito, correlazioni tra fattore di attrito e numero di Reynolds, calcolo di perdite di carico, di forze di trascinamento e di velocità di caduta di oggetti sommersi. Bilanci macroscopici di massa e di quantità di moto; dissipazione e bilancio di energia meccanica, dissipazione distribuita e concentrata energia meccanica; applicazioni dei bilanci macroscopici.
28	Flusso di calore, legge di Fourier, dipendenza della conducibilità da temperatura e pressione, numero di Prandtl. Bilancio di energia termica e condizioni al contorno; flusso di calore attraverso una lastra piana ed attraverso una parete piana composita, coefficiente di scambio di calore, composizione di resistenze in geometria piana; flusso di calore attraverso una parete semplice e composita in geometria cilindrica, composizione di resistenze in geometria cilindrica. Trasporto di calore con generazione termica (da energia elettrica, da dissipazione viscosa, da reazione chimica); trasporto di calore per convezione laminare in un tubo; aletta di raffreddamento; convezione naturale. Conduzione di calore in regime transitorio: bilancio differenziale, soluzioni con temperatura imposta e con continuità del flusso alla parete, analisi dimensionale del problema, regimi diversi e numero di Biot. Analisi dimensionale ed applicazione del numero di Buckingham al trasporto di calore, correlazioni tra numeri adimensionali nel trasporto di calore, analogia di Colburn, calcolo ed applicazioni dei coefficienti di scambio. Bilanci macroscopici di energia e applicazioni dei bilanci macroscopici, scambiatori di calore in equicorrente ed in controcorrente. Irraggiamento: coefficienti di assorbimento e di emissione, corpi grigi, legge di Stefan-Boltzman, legge di Lambert, fattori di vista.
24	Flusso di materia, legge di Fick, numero di Schmidt, dipendenza della diffusività da concentrazione, temperatura e pressione; bilancio di materia e condizioni al contorno. Controdiffusione equimolecolare e diffusione in componente stagnante, coefficienti di scambio di materia; diffusione con reazione chimica alla parete. Diffusione in un solido in regime transitorio, analogia con trasporto di calore in regime transitorio, soluzione per spessori sottili di penetrazione, coefficienti di scambio istantaneo e medio. Limiti ed applicabilità della soluzione. Analisi dimensionale ed applicazione del numero di Buckingham al trasporto di materia,

	analogia tra numeri adimensionali del trasporto di materia e di calore, calcolo ed applicazioni dei coefficienti scambio. Condizione di equilibrio all'interfaccia tra due fasi, combinazione di resistenze nel trasporto di materia. Bilanci macroscopici di materia e applicazioni dei bilanci macroscopici, torri di assorbimento in condizioni diluite; cenni sul trasporto simultaneo di calore e di materia.
	ESERCITAZIONI O LABORATORIO
14	Concetto di sforzo, definizione del tensore degli sforzi, definizione di fluidi newtoniani, dipendenza della viscosità da temperatura e pressione. Bilancio di grandezze conservative e non, bilancio di quantità di moto e condizioni al contorno. Applicazione e soluzione del bilancio differenziale di quantità di moto per casi fisici nei quali esiste una sola componente della velocità funzione di una sola coordinata (flusso su un piano inclinato, in un tubo, tra due piani paralleli); legge di Stokes. Moto laminare e moto turbolento, numero di Reynolds, caratteristiche del moto turbolento, analisi dimensionale e teorema di Buckingham, fattore di attrito, correlazioni tra fattore di attrito e numero di Reynolds, calcolo di perdite di carico, di forze di trascinamento e di velocità di caduta di oggetti sommersi. Bilanci macroscopici di massa e di quantità di moto; dissipazione e bilancio di energia meccanica, dissipazione distribuita e concentrata energia meccanica; applicazioni dei bilanci macroscopici.
14	Flusso di calore, legge di Fourier, dipendenza della conducibilità da temperatura e pressione, numero di Prandtl. Bilancio di energia termica e condizioni al contorno; flusso di calore attraverso una lastra piana ed attraverso una parete piana composta, coefficiente di scambio di calore, composizione di resistenze in geometria piana; flusso di calore attraverso una parete semplice e composta in geometria cilindrica, composizione di resistenze in geometria cilindrica. Trasporto di calore con generazione termica (da energia elettrica, da dissipazione viscosa, da reazione chimica); trasporto di calore per convezione laminare in un tubo; aletta di raffreddamento; convezione naturale. Conduzione di calore in regime transitorio: bilancio differenziale, soluzioni con temperatura imposta e con continuità del flusso alla parete, analisi dimensionale del problema, regimi diversi e numero di Biot. Analisi dimensionale ed applicazione del numero di Buckingham al trasporto di calore, correlazioni tra numeri adimensionali nel trasporto di calore, analogia di Colburn, calcolo ed applicazioni dei coefficienti di scambio. Bilanci macroscopici di energia e applicazioni dei bilanci macroscopici, scambiatori di calore in equicorrente ed in controcorrente. Irraggiamento: coefficienti di assorbimento e di emissione, corpi grigi, legge di Stefan-Boltzman, legge di Lambert, fattori di vista.
12	Flusso di materia, legge di Fick, numero di Schmidt, dipendenza della diffusività da concentrazione, temperatura e pressione; bilancio di materia e condizioni al contorno. Controdiffusione equimolecolare e diffusione in componente stagnante, coefficienti di scambio di materia; diffusione con reazione chimica alla parete. Diffusione in un solido in regime transitorio, analogia con trasporto di calore in regime transitorio, soluzione per spessori sottili di penetrazione, coefficienti di scambio istantaneo e medio. Limiti ed applicabilità della soluzione. Analisi dimensionale ed applicazione del numero di Buckingham al trasporto di materia, analogia tra numeri adimensionali del trasporto di materia e di calore, calcolo ed applicazioni dei coefficienti scambio. Condizione di equilibrio all'interfaccia tra due fasi, combinazione di resistenze nel trasporto di materia. Bilanci macroscopici di materia e applicazioni dei bilanci macroscopici, torri di assorbimento in condizioni diluite; cenni sul trasporto simultaneo di calore e di materia.
TESTI CONSIGLIATI	Bird R.B., Stewart W.E., Lightfoot E.N., Fenomeni di trasporto, Casa Editrice Ambrosiana, Milano (1970) R. Mauri – Fenomeni di Trasporto – PLUS Pisa University Press – ISBN: 9788884923059