



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2018/2019
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2019/2020
<b>CORSO DILAUREA</b>	INGEGNERIA CHIMICA E BIOCHIMICA
<b>INSEGNAMENTO</b>	PRINCIPI DI INGEGNERIA CHIMICA E BIOCHIMICA
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	50297-Ingegneria chimica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	19577
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-IND/24
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	BRUCATO VALERIO      Professore Ordinario      Univ. di PALERMO MARIA BARTOLO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	
<b>CFU</b>	12
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	192
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	108
<b>PROPEDEUTICITA'</b>	
<b>MUTUAZIONI</b>	
<b>ANNO DI CORSO</b>	2
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	2° semestre
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>BRUCATO VALERIO</b> <b>MARIA BARTOLO</b> Martedì    14:00    15:00    Studio del docente, Viale delle Scienze, Edificio 6, Stanza 3019, Palermo Mercoledì    14:00    15:00    Studio del docente, Viale delle Scienze, Edificio 6, Stanza 3019, Palermo Giovedì    14:00    15:00    Studio del docente, Viale delle Scienze, Edificio 6, Stanza 3019, Palermo

**DOCENTE:** Prof. VALERIO MARIA BARTOLO BRUCATO

<b>PREREQUISITI</b>	Conoscenze consolidate di algebra matematica, funzioni di una o più variabili, calcolo infinitesimale, meccanica, chimica, equilibri fra fasi e diagrammi di stato.																														
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Conoscenza e capacità di comprensione</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lo studente al termine del Corso avrà una conoscenza approfondita delle problematiche inerenti i fenomeni di trasporto ed avrà familiarità con le equazioni differenziali di bilancio di massa, energia e quantità di moto e le relative equazioni costitutive. Sarà inoltre capace di calcolare e/o stimare il fattore di attrito e i coefficienti di scambio di materia e di calore. Verrà fornita una conoscenza di base del trasporto di calore radiante.</li> <li>- Lo studente sarà capace di selezionare ed usare le relazioni appropriate per affrontare i processi dell'ingegneria chimica e delle applicazioni in campo bioingegneristico.</li> </ul> <p>Autonomia di giudizio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lo studente sarà in grado valutare autonomamente la applicabilità delle equazioni di trasporto, l'affidabilità ed il livello di confidenza dei risultati, le condizioni al contorno da applicare ai problemi attinenti i fenomeni di trasporto.</li> </ul> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la conoscenza di nuovi e più complessi approcci i problemi attinenti agli argomenti trattati nel corso sarà facilitato poiché i principi e gli schemi logici di approccio ai problemi sono integrati nei contenuti del corso</li> </ul> <p>Abilità comunicative</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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 inerenti.</li> </ul> <p>Capacità d'apprendimento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lo studente avrà appreso i principi fondamentali su cui si basano i fenomeni di trasporto. padroneggerà lo strumento fondamentale dei bilanci macroscopici e microscopici per la risoluzione di problemi anche complessi.</li> <li>- Avrà inoltre compreso la differenza tra un approccio qualitativo e quantitativo alla progettazione di apparecchiature e reattori dell'ingegneria chimica.</li> </ul>																														
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	<p>La valutazione verrà effettuata sulla base di una prova scritta di ammissione all'orale che verterà sugli indicatori, descrittori e fasce di voti riportati nella tabella seguente per la determinazione del voto finale che dovrà ricadere fra 18 e 30 e che verrà calcolato sommando le singole valutazioni.</p> <p>Indicatore - Conoscenza e padronanza dei contenuti disciplinari Descrittori e fascia voti:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">Eccellente</td> <td style="text-align: right;">10</td> </tr> <tr> <td>Autonoma e efficace</td> <td style="text-align: right;">8-9</td> </tr> <tr> <td>Accettabile</td> <td style="text-align: right;">6-7</td> </tr> <tr> <td>Frammentaria o in parte approssimativa</td> <td style="text-align: right;">4-5</td> </tr> <tr> <td>Inadeguata</td> <td style="text-align: right;">0-3</td> </tr> </table> <p>Indicatore - Capacità di applicazione, rigore, coerenza logico-tematica Descrittori e fascia voti:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">Eccellente</td> <td style="text-align: right;">10</td> </tr> <tr> <td>Decisamente adeguata</td> <td style="text-align: right;">8-9</td> </tr> <tr> <td>Accettabile anche se parzialmente guidata</td> <td style="text-align: right;">6-7</td> </tr> <tr> <td>Limitata</td> <td style="text-align: right;">4-5</td> </tr> <tr> <td>Inadeguata</td> <td style="text-align: right;">0-3</td> </tr> </table> <p>Indicatore - Espressione e terminologia, capacità di rielaborazione e di collegamento multidisciplinare Descrittori e fascia voti:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">Eccellente</td> <td style="text-align: right;">10</td> </tr> <tr> <td>Efficace ed articolata</td> <td style="text-align: right;">8-9</td> </tr> <tr> <td>Complessivamente soddisfacente</td> <td style="text-align: right;">6-7</td> </tr> <tr> <td>Incerta ed approssimativa</td> <td style="text-align: right;">4-5</td> </tr> <tr> <td>Inadeguata</td> <td style="text-align: right;">0-3</td> </tr> </table>	Eccellente	10	Autonoma e efficace	8-9	Accettabile	6-7	Frammentaria o in parte approssimativa	4-5	Inadeguata	0-3	Eccellente	10	Decisamente adeguata	8-9	Accettabile anche se parzialmente guidata	6-7	Limitata	4-5	Inadeguata	0-3	Eccellente	10	Efficace ed articolata	8-9	Complessivamente soddisfacente	6-7	Incerta ed approssimativa	4-5	Inadeguata	0-3
Eccellente	10																														
Autonoma e efficace	8-9																														
Accettabile	6-7																														
Frammentaria o in parte approssimativa	4-5																														
Inadeguata	0-3																														
Eccellente	10																														
Decisamente adeguata	8-9																														
Accettabile anche se parzialmente guidata	6-7																														
Limitata	4-5																														
Inadeguata	0-3																														
Eccellente	10																														
Efficace ed articolata	8-9																														
Complessivamente soddisfacente	6-7																														
Incerta ed approssimativa	4-5																														
Inadeguata	0-3																														

<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	Il corso ha come obiettivo lo sviluppo delle conoscenze sui principi e le applicazioni dei fenomeni trasporto per attività professionali e di ricerca applicata alle apparecchiature ed ai processi propri dell'ingegneria chimica e biochimica.
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni, esercitazioni con calcoli numerici in classe.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	Bird, R. Byron, Stewart, Warren E., Lightfoot, Edwin N., Transport Phenomena - revised 2nd Edition, Wiley (2007), ISBN: 978-0470115398 R. Mauri – Fenomeni di trasporto. – Pisa University Press; 3 edizione (9 luglio 2014), ISBN: 978-8867413522

### PROGRAMMA

ORE	Lezioni
25	<p>Concetto di sforzo, definizione del tensore degli sforzi, definizione di fluidi newtoniani, dipendenza della viscosità da temperatura e pressione.</p> <p>Principio di bilancio, bilancio di grandezze conservative e non, bilancio di massa totale.</p> <p>Bilancio di quantità di moto e condizioni al contorno. Applicazione e soluzione del bilancio differenziale di quantità di moto per casi fisici stazionari 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.</p> <p>Moto laminare e moto turbolento, numero di Reynolds, caratteristiche del moto turbolento. Analisi dimensionale e teorema di Buckingham, definizione di 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.</p> <p>Bilanci macroscopici di massa e di quantità di moto; dissipazione e bilancio di energia meccanica (equazione di Bernoulli), dissipazione distribuita e concentrata energia meccanica; applicazioni dei bilanci macroscopici.</p> <p>Bilancio microscopico di quantità di moto.</p>
24	<p>Flusso di calore, legge di Fourier, dipendenza della conducibilità da temperatura e pressione, numero di Prandtl.</p> <p>Bilancio di energia termica e condizioni al contorno; flusso di calore stazionario attraverso una lastra piana ed attraverso una parete piana composta, coefficiente di scambio di calore, composizione di resistenze in geometria piana; flusso di calore stazionario attraverso una parete semplice e composta in geometria cilindrica, composizione di resistenze in geometria cilindrica.</p> <p>Conduzione del calore con generazione termica (energia elettrica effetto Joule, dissipazione viscosa, reazione chimica); trasporto di calore per convezione laminare in un tubo; aletta di raffreddamento; convezione naturale.</p> <p>Conduzione di calore in regime transitorio: bilancio differenziale, soluzioni con temperatura imposta e con coefficiente di trasporto di calore 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.</p> <p>Bilanci macroscopici di energia e applicazioni dei bilanci macroscopici.</p> <p>Irraggiamento: coefficienti di assorbimento e di emissione, corpi grigi, legge di Stefan-Boltzman, legge di Lambert, fattori di vista.</p>
23	<p>Flusso di materia, legge di Fick, dipendenza della diffusività da concentrazione, temperatura e pressione, numero di Schmidt; bilancio di materia e condizioni al contorno. Controdiffusione equimolare e diffusione in componente stagnante, coefficienti di scambio di materia; diffusione con reazione chimica alla parete.</p> <p>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 di applicabilità della soluzione.</p> <p>Analisi dimensionale ed applicazione del numero di Buckingham al trasporto di materia, analogia tra numeri adimensionali del trasporto di materia e di calore.</p> <p>Condizione di equilibrio all'interfaccia tra due fasi, combinazione di resistenze nel trasporto di materia.</p> <p>Bilanci macroscopici di materia.</p> <p>Bilanci microscopici di materia, interfacce biologiche</p>
ORE	Esercitazioni
13	<p>Calcoli idrostatici di spinte su superfici piane o curve sommerse e spinte di galleggiamento.</p> <p>Calcoli di perdite di carico e portate nel moto laminare intubato con differenti sezioni e nel moto libero su piani inclinati.</p> <p>Calcolo di sforzi tangenziali in tubi e oggetti sommersi.</p> <p>Applicazioni dell'equazione di Bernoulli su sistemi idraulici e sui sistemi fisiologici fluidi.</p> <p>Moto terminale di oggetti cadenti.</p>
12	<p>Calcoli relativi alla conduzione stazionaria con e senza generazione, in solidi di svariate geometrie.</p> <p>Calcoli di coefficienti scambio termico.</p> <p>Applicazioni del bilancio macroscopico di energia termica stazionario a sistemi aperti e chiusi.</p> <p>Calcoli su transitori termici a parametri concentrati e distribuiti.</p>
11	<p>Calcoli relativi alla diffusione stazionaria in svariate geometrie.</p> <p>Calcoli di coefficienti scambio di materia.</p> <p>Applicazioni del bilancio macroscopico di materia stazionario in sistemi aperti e chiusi.</p> <p>Calcoli su transitori del trasporto di materia a parametri concentrati e distribuiti.</p>