

Insegnamento: Docente titolare: Qualifica SSD di appartenenza Struttura di afferenza Telefono e-mail Orario di ricevimento Sito web docente	Fondamenti di Fenomeni di Trasporto Roberto Orrù Professore di 2° fascia ING-IND 24 Dipartimento di Ingegneria Chimica e Materiali 070-6755076 orru@dicm.unica.it Lunedì-Venerdì, 9:00-19:00, previo appuntamento
Curriculum scientifico	<p>Laurea in Ingegneria Chimica (1991). Ricercatore presso il CRS4 (1992-1994). Dottorato di Ricerca Ingegneria Metallurgica (1994-1996). Ricercatore universitario nel settore ING-IND/24 (1998-2002). Professore associato nel settore ING-IND/24 (2002-oggi) Esperienze all'estero: University of California, Davis, USA, (1996-97, 1999-2000). Attività didattica attuale: docente dei corsi di Fondamenti di Fenomeni di Trasporto e Cinetica Chimica Applicata e Fenomeni di Trasporto per il corso di laurea in Ingegneria Chimica e del modulo A di Biomateriali per il corso di laurea in Ingegneria Biomedica Principali interessi di ricerca: sintesi di materiali innovativi, ingegneria delle reazioni chimiche e tecnologie di separazione. Coautore di oltre 80 lavori pubblicati in riviste scientifiche internazionali.</p> <ul style="list-style-type: none"> • R. Orrù, R. Licheri, A.M. Locci, A. Cincotti, G. Cao “Consolidation/Synthesis of Materials by Electric Current Activated/Assisted Sintering” Mater. Sci. Eng. R, 63(4-6), 127-287 (2009) • R. Licheri, R. Orrù, A. M. Locci, G. Cao “Efficient Synthesis/Sintering Routes to obtain Fully Dense ZrB₂-SiC Ultra-High-Temperature Ceramics (UHTCs)” Ind. Eng. Chem. Res., 46, 9087-9096 (2007). • A.Cincotti, A.M. Locci, R. Orrù, G. Cao “Modelling of Spark Plasma Sintering/Synthesis apparatus: Temperature, Current and Strain Distribution with no powders” AIChE Journal, 53 (3), 703-719 (2007). • A.M. Locci, R. Orrù, G. Cao, S. Sanna, F. Congiu, G. Concas “Synthesis of bulk MgB₂ superconductors by pulsed electric current” AIChE Journal, 52(7), 2618-2626 (2006). • A.M. Locci, R. Orrù, G. Cao, Z.A. Munir “Simultaneous Spark Plasma Synthesis and Densification of TiC-TiB₂ Composites” J. Am. Ceram. Soc. 89(3), 848-855 (2006)
Contenuto schematico del corso di insegnamento	Introduzione allo studio dei fenomeni di trasporto. Trasporto molecolare di quantità di moto, calore e materia . Bilanci macroscopici di quantità di moto, energia e materia. Bilanci locali di quantità di moto, energia e materia (problemi unidimensionali). Trasferimento di materia e di calore tra fasi. Trasferimento di materia in presenza di generazione. Cenni sul trasporto di energia per irraggiamento.
Obiettivi formativi e risultati	Durante il corso verranno introdotti i principi fondamentali che

<p>attesi (secondo i descrittori di Dublino)</p>	<p>governano il trasporto di materia, energia e quantità di moto. Gli allievi acquisiranno nozioni di base sui vari tipi di trasferimento, risolvendo problematiche relativamente semplici che si incontrano nella pratica ingegneristica. I problemi verranno analizzati sia a livello macroscopico, sia a livello locale (caso monodimensionale).</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding) Grazie al rigore metodologico proprio della materia lo studente maturerà competenze e capacità di comprensione tali da permettergli di acquisire conoscenze di base fondamentali per il prosieguo degli studi.</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione applicate (applying knowledge and understanding) L'impostazione didattica prevede che la formazione teorica sia accompagnata da esempi e applicazioni, che sollecitano la partecipazione attiva, l'attitudine propositiva, la capacità di elaborazione autonoma.</p> <p>Autonomia di giudizio (making judgements) Lo studio dei Fondamenti di Fenomeni di Trasporto sviluppa la capacità di valutare i risultati, selezionare quali sono le informazioni rilevanti e quali approssimazioni sono appropriate.</p> <p>Abilità comunicative (communication skills) Lo svolgimento di esercitazioni in aula e la tipologia dell'esame (prova sia scritta sia orale) richiede che lo studente acquisisca capacità di comunicare sia i risultati ottenuti sia i problemi incontrati.</p> <p>Capacità di apprendere (learning skills) Il fornire le conoscenze di base dei Fenomeni di Trasporto permette allo studente di auto-apprendere applicando le informazioni acquisite nella risoluzione di problematiche anche non trattate a lezione.</p>																
<p>Articolazione del corso</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="611 1373 1114 1518" rowspan="2"><i>Articolazione del corso</i></th> <th colspan="2" data-bbox="1114 1373 1385 1462">Attività didattica (ore)</th> </tr> <tr> <th data-bbox="1114 1462 1225 1518">Lez.</th> <th data-bbox="1225 1462 1385 1518">Eser.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="611 1518 1114 1709"> <p><u>Introduzione allo studio dei fenomeni di trasporto.</u> I fenomeni di trasporto. Analisi macroscopica e analisi locale. Le equazioni di bilancio. Formulazione generale.</p> </td> <td data-bbox="1114 1518 1225 1709">2</td> <td data-bbox="1225 1518 1385 1709">-</td> </tr> <tr> <td data-bbox="611 1709 1114 1966"> <p><u>Trasporto molecolare di quantità di moto, calore e materia .</u> Equazioni costitutive (Newton, Fourier e Fick). Definizione delle proprietà di trasporto. Stima dei parametri di trasporto. Cenni su fluidi non newtoniani.</p> </td> <td data-bbox="1114 1709 1225 1966">4</td> <td data-bbox="1225 1709 1385 1966">3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="611 1966 1114 2065"> <p><u>Bilanci macroscopici di quantità di moto, energia e materia.</u> Bilanci macroscopici di energia termica e</p> </td> <td data-bbox="1114 1966 1225 2065">15</td> <td data-bbox="1225 1966 1385 2065">7</td> </tr> </tbody> </table>			<i>Articolazione del corso</i>	Attività didattica (ore)		Lez.	Eser.	<p><u>Introduzione allo studio dei fenomeni di trasporto.</u> I fenomeni di trasporto. Analisi macroscopica e analisi locale. Le equazioni di bilancio. Formulazione generale.</p>	2	-	<p><u>Trasporto molecolare di quantità di moto, calore e materia .</u> Equazioni costitutive (Newton, Fourier e Fick). Definizione delle proprietà di trasporto. Stima dei parametri di trasporto. Cenni su fluidi non newtoniani.</p>	4	3	<p><u>Bilanci macroscopici di quantità di moto, energia e materia.</u> Bilanci macroscopici di energia termica e</p>	15	7
<i>Articolazione del corso</i>	Attività didattica (ore)																
	Lez.	Eser.															
<p><u>Introduzione allo studio dei fenomeni di trasporto.</u> I fenomeni di trasporto. Analisi macroscopica e analisi locale. Le equazioni di bilancio. Formulazione generale.</p>	2	-															
<p><u>Trasporto molecolare di quantità di moto, calore e materia .</u> Equazioni costitutive (Newton, Fourier e Fick). Definizione delle proprietà di trasporto. Stima dei parametri di trasporto. Cenni su fluidi non newtoniani.</p>	4	3															
<p><u>Bilanci macroscopici di quantità di moto, energia e materia.</u> Bilanci macroscopici di energia termica e</p>	15	7															

	<p>materia in stato stazionario e non stazionario. Definizione dei coefficienti di trasporto di calore e materia. Relazioni adimensionali per la valutazione dei coefficienti di trasporto. Cenni sul moto turbolento: definizione e valutazione del fattore di attrito. Equazione di Bernoulli. Definizione e valutazione del coefficiente di forma. Applicazione alla risoluzione di problemi di bilancio macroscopico. Analisi dimensionale. Convezione naturale.</p>			
	<p><u>Bilanci locali di quantità di moto, energia e materia (problemi unidimensionali).</u> Bilanci di quantità di moto. Moto laminare e turbolento. Impostazione delle equazioni di bilancio locale di quantità di moto (stato stazionario); determinazione del profilo di velocità in problemi unidimensionali; equazione di Poiseuille. Bilanci di energia termica: impostazione generale; determinazione dei profili di temperatura in problemi unidimensionali. Bilanci di materia: distinzione tra flusso convettivo e diffusivo; impostazione generale delle equazioni di bilancio di materia; soluzioni diluite; diffusione equimolecolare contraria o su mezzo stagnante: determinazione del profilo di concentrazione.</p>	15	7	
	<p><u>Trasferimento di materia e di calore tra fasi.</u> Resistenza controllante. Trasporto simultaneo di materia e di calore. Analogie tra il trasporto di calore e il trasporto di materia.</p>	6	3	
	<p><u>Influenza dei fenomeni di trasporto sulla cinetica delle reazioni chimiche catalizzate da solidi.</u> Esempi di reazioni gas-solido catalizzate da solidi. Diffusione con reazione chimica all'interno di un catalizzatore solido poroso. Fattore di efficienza interno e globale di un catalizzatore. Regime puramente chimico e di trasferimento materiale.</p>	5	3	

	<p><u>Influenza dei fenomeni di trasporto sulla cinetica delle reazioni chimiche fluido-fluido.</u> Esempi di reazioni fluido-fluido. Trasporto di materia nella regione interfacciale. Assorbimento di un gas in un liquido in presenza di reazione chimica.</p>	6	3	
	<p><u>Influenza dei fenomeni di trasporto sulle cinetiche gas-solido non catalitiche.</u> Esempi di reazioni gas-solido non catalitiche. Caso generale. Modello a nucleo non reagente con particelle a dimensione costante e variabile.</p>	5	3	
	<p><u>Cenni sul trasporto di energia per irraggiamento.</u> La natura dell'irraggiamento. Radiatori ideali. Legge di Kirchhoff e corpi reali. La relazione di Stefan-Boltzmann. Trasmissione dell'energia raggiante tra superfici planari. Trasmissione dell'energia raggiante tra superfici (corpi neri) di geometria arbitraria.</p>	2	1	
	Totale ore:	60	30	
Propedeuticità	Le discipline considerate propedeutiche o fortemente consigliate sono l'analisi matematica, chimica, fisica e termodinamica.			
Anno di corso e semestre	2° anno, 2° sem.			
Testi di riferimento	<p>-M.C. Annesini "Fenomeni di Trasporto: fondamenti e applicazioni" Edizioni Ingegneria 2000</p> <p>-F.P. Foraboschi "Principi di Ingegneria Chimica", UTET – Torino.</p> <p>-A.S. Foust, L.A. Wenzel, C.W. Clump, L. Maus, L.B. Andersen "I Principi delle Operazioni Unitarie", Ambrosiana - Milano.</p> <p>-R. Mauri "Elementi di fenomeni di trasporto" Plus- Pisa University Press</p> <p>-"The Transport Phenomena Problem Solver – Momentum, energy, mass" Research and Education Association – New Jersey</p>			
Modalità di erogazione dell'insegnamento	Tradizionale			
Modalità di frequenza	Obbligatoria/facoltativa			
Metodi di valutazione	Prova scritta/prova orale/prove in itinere			
Organizzazione della didattica	90 ore, di cui 60 ore di lezione e 30 ore di esercitazione			