



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2024/2025
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	INGEGNERIA BIOMEDICA
INSEGNAMENTO	FENOMENI DI TRASPORTO NEI SISTEMI BIOLOGICI
TIPO DI ATTIVITA'	C
AMBITO	20909-Attivit Formative Affini o Integrative
CODICE INSEGNAMENTO	20276
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-IND/24
DOCENTE RESPONSABILE	BRUCATO VALERIO Professore Ordinario Univ. di PALERMO MARIA BARTOLO
ALTRI DOCENTI	
CFU	6
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	96
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	54
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	2
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	BRUCATO VALERIO MARIA BARTOLO 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

PREREQUISITI	Conoscenze consolidate di algebra matematica, funzioni di una o più variabili, calcolo infinitesimale, equazioni differenziali alle derivate parziali, meccanica, chimica, equilibri fra fasi e diagrammi di stato.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacità di comprensione - 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. - Lo studente sarà capace di selezionare ed usare le relazioni appropriate per affrontare i processi dell'ingegneria biomedica. Autonomia di giudizio - Lo studente sarà in grado di valutare autonomamente l'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. Capacità di applicare conoscenza e comprensione - la conoscenza di nuovi e più complessi approcci ai problemi attinenti agli argomenti trattati nel corso sarà facilitata poiché i principi e gli schemi logici di approccio ai problemi sono integrati nei contenuti del corso 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 inerenti. Capacità d'apprendimento - 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. - Avrà compreso la differenza tra approccio qualitativo e quantitativo alla progettazione di apparecchiature dell'ingegneria biomedica. - Lo studente avrà appreso la struttura e le relazioni delle equazioni di bilancio microscopico, nonché come risolvere problemi rilevanti e complessi di fenomeni di trasporto. - Avrà inoltre compreso le semplificazioni da applicare per un approccio qualitativo e quantitativo dei fenomeni di trasporto nella progettazione di apparecchiature dell'ingegneria biomedica.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	La valutazione orale verrà basata su due prove: una di presentazione dello studente di un approfondimento didattico assegnato e l'altra di risoluzione e presentazione dello studente di un case study assegnato. Si utilizzeranno gli indicatori, descrittori e fasce di voti riportati nella tabella seguente per la determinazione del voto finale che dovrà ricadere fra 18 e 30 e verrà calcolato sommando le singole valutazioni. Indicatore - Conoscenza e padronanza dei contenuti disciplinari Descrittori e fascia voti: Eccellente 10 Autonoma e efficace 8-9 Accettabile 6-7 Frammentaria o in parte approssimativa 4-5 Inadeguata 0-3 Indicatore - Capacità di applicazione, rigore, coerenza logico-tematica Descrittori e fascia voti: Eccellente 10 Decisamente adeguata 8-9 Accettabile anche se parzialmente guidata 6-7 Limitata 4-5 Inadeguata 0-3 Indicatore - Espressione e terminologia, capacità di rielaborazione e di collegamento multidisciplinare Descrittori e fascia voti: Eccellente Efficace ed articolata Complessivamente soddisfacente 10 8-9 6-7

	Incerta ed approssimativa 4-5 Inadeguata 0-3 Le modalità di prova e la relativa valutazione saranno le medesime per gli studenti non frequentanti.
OBIETTIVI FORMATIVI	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 biomedica.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni, esercitazioni con calcoli numerici in classe.
TESTI CONSIGLIATI	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
9	Richiami sugli sforzi, definizione del tensore degli sforzi, reologia dei fluidi. Bilancio di massa totale microscopico. Bilancio di quantità di moto microscopico. Bilancio microscopico dell'energia e dell'energia meccanica. Analisi dimensionale delle equazioni di bilancio microscopico. Individuazione delle condizioni al contorno e soluzione delle equazioni di bilancio microscopico per casi fisici stazionari anche per fluidi con reologia complessa e per casi fisici non stazionari a parametri distribuiti.
9	Legge di Fourier, dipendenza della conducibilità da temperatura e pressione. Bilancio di energia termica e condizioni al contorno; flusso di calore non stazionario stazionario in geometrie varie. 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. Approfondimenti dell'Irraggiamento: legge di Lambert, fattori di vista.
9	Dipendenza della diffusività da temperatura e pressione. Bilancio di materia e condizioni al contorno. Controdiffusione equimolare e diffusione in componente stagnante, diffusione con reazione chimica alla parete. Diffusione in regime transitorio. Soluzione per spessori sottili di penetrazione, coefficienti di scambio istantaneo e medio, limiti di applicabilità della soluzione. Bilanci microscopici di materia, interfacce biologiche.
5	Modelli compartimentali di tessuti, organi e corpo umano.
ORE	Esercitazioni
16	Calcoli relativi alla conduzione stazionaria con generazione, in solidi di svariate geometrie. Applicazioni di calcolo del bilancio microscopico di energia termica in transitori termici a parametri concentrati e distribuiti. Applicazioni di calcolo del bilancio macroscopico di materia in transitori termici a parametri concentrati e distribuiti. Applicazioni di calcolo di modelli compartimentali di tessuti, organi e corpo umano.