



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria		
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2022/2023		
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2023/2024		
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA BIOMEDICA		
INSEGNAMENTO	MECCANICA DEI SOLIDI E PROPR.DEI MATERIALI PER APPLIC. BIOMEDICALI C.I		
CODICE INSEGNAMENTO	21818		
MODULI	Si		
NUMERO DI MODULI	2		
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ICAR/08, ING-IND/22		
DOCENTE RESPONSABILE	ZINGALES MASSIMILIANO	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	DINTCHEVA NADKA TZANKOVA	Professore Associato	Univ. di PALERMO
	ZINGALES MASSIMILIANO	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
CFU	12		
PROPEDEUTICITA'			
MUTUAZIONI			
ANNO DI CORSO	2		
PERIODO DELLE LEZIONI	2° semestre		
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa		
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi		
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	DINTCHEVA NADKA TZANKOVA Martedì 14:00 16:00 DICAM - Ed. 6, terzo piano Giovedì 14:00 16:00 DICAM - Ed. 6, terzo piano ZINGALES MASSIMILIANO Martedì 14:00 15:00 Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale, dei Materiali-Sezione strutture- Viale delle Scienze, Edificio n.8, secondo piano.		

DOCENTE: Prof. MASSIMILIANO ZINGALES

PREREQUISITI	Al fine di comprendere i contenuti del corso e di potere conseguire agevolmente gli obiettivi di apprendimento del corso, lo studente deve padroneggiare le nozioni acquisite nei gruppi di materie di Chimica, Fisica, Matematica, Fenomeni di Trasporto e Termodinamica
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacita' di comprensione Lo studente al termine del corso avra' conoscenza delle principali problematiche inerenti le caratteristiche, le proprietà meccaniche e di altro tipo, le operazioni di trasformazione, i campi di applicazione dei più comuni biomateriali. Particolare accento verra' posto sulle problematiche ingegneristiche legate ai processi descritti ed alle prove di caratterizzazione. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione Lo studente sarà in grado di descrivere ed utilizzare i diversi biomateriali studiati per valutare quale di essi e' il più adatto per realizzare un determinato oggetto-dispositivo sulla base delle sue proprietà (meccaniche e di altra natura). Saprà inoltre individuare le possibilità di interazione e sinergia tra diversi materiali per l'ottimizzazione della performance di un oggetto dispositivo. Autonomia di giudizio Lo studente sarà in grado di interpretare i dati noti su un biomateriale per valutare il campo di applicabilità dello stesso. Lo studente sarà anche in grado di riconoscere ed acquisire tutte le proprietà di un materiale necessarie per impostare problemi di progetto e di verifica, con particolare riferimento alla meccanica dei solidi. Abilita' comunicative Lo studente acquisirà la capacita' di comunicare ed esprimere problematiche inerenti l'oggetto del corso. Sarà in grado di evidenziare problemi relativi alla lavorazione e caratterizzazione di diversi biomateriali nonché al loro comportamento in opera, proponendo soluzioni per risolvere eventuali problematiche e valutando criticamente la loro efficacia. Capacita' d'apprendimento Al termine del corso lo studente avrà appreso come scegliere il biomateriale più adatto ad una certa applicazione valutando le proprietà (con particolare riferimento alle proprietà meccaniche) in connessione con la funzione dell'oggetto-dispositivo. Ciò gli consentirà di acquisire autonomia e consapevolezza per effettuare scelte ragionate e motivate al momento della realizzazione di eventuali progetti.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	La valutazione si svolgerà sulla base di una prova scritta e orale. La prova scritta consiste in un test costituito da una serie di domande a risposta aperta accompagnati da alcuni esercizi e avrà la durata di 3-4 ore. Tale prova ha l'obiettivo di saggiare delle competenze di base e capacita' di problem solving dell'esaminando. Gli stimoli, ben definiti, chiari e unicamente interpretabili permettono di formulare autonomamente la risposta e sono strutturati in modo da consentirne la comparabilità. Le domande tenderanno a verificare: le conoscenze acquisite; le capacita' elaborative; il possesso di capacita' espositiva; la capacita' di stabilire connessioni autonome tra i contenuti e svincolate dai testi di riferimento; la capacita' di fornire giudizi autonomi in merito ai contenuti disciplinari; la capacita' di comprendere le applicazioni legate agli ambiti della disciplina; la capacita' di collocare i contenuti disciplinari all'interno del contesto professionale e tecnologico di riferimento. La valutazione finale prevede un voto in trentesimi secondo i criteri sotto riportati: 30- 30 e lode: ottima conoscenza degli argomenti, ottima proprietà di linguaggio, buona capacita' analitica, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti; 26-29: buona padronanza degli argomenti, piena proprietà di linguaggio, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti; 24-25: conoscenza di base dei principali argomenti, discreta proprietà di linguaggio, con limitata capacita' di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti; 21-23: non ha piena padronanza degli argomenti principali dell'insegnamento ma ne possiede le conoscenze, soddisfacente proprietà di linguaggio, scarsa capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite; 18-20: minima conoscenza di base degli argomenti principali dell'insegnamento e del linguaggio tecnico, scarsissima o nulla capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite; La prova non sara' superata nel caso in cui l'esaminando dimostri di non possedere una conoscenza accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'insegnamento.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni ed esercitazioni

MODULO MECCANICA DEI SOLIDI

Prof. MASSIMILIANO ZINGALES

TESTI CONSIGLIATI

M. Di Paola, A. Pirrotta: Dispense del corso; Ed. C.O.G.R.A.S.
 Polizzotto C.: Scienza delle Costruzioni; Ed. C.O.G.R.A.S.
 Viola E.: Scienza delle costruzioni Vol. I, III; Ed. Pitagora ISBN
 978-8837106652, 978-8837103569
 Gamberotta L., Nunziante A., Tralli A.; Scienza delle costruzioni, Ed. McGraw-Hill ISBN 8838666970
 Falsone G., Meccanica delle Strutture, Ed. Aracne, ISBN 8854868590
 Casini P., Vasta M., Scienza delle Costruzioni, Ed. Citta' Studi, ISBN
 8825174276
 Oomens C.; Brekelmans M.; Baijens F., Biomechanics: Concepts and
 Computation, Cambridge Texts in Biomedical Engineering, ISBN
 9780521172967

TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50301-Ingegneria dei materiali
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	96
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	54

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Il corso mira a fornire i fondamenti della meccanica del continuo elastico e gli strumenti per lo studio della statica dei sistemi di trave. Vengono definiti i concetti di tensione e deformazione nel continuo tridimensionale ed i legami costitutivi dei materiali. Viene introdotto lo studio del problema elastico lineare del solido di Saint-Venant sotto varie tipologie di carico e studiati casi rilevanti mediante soluzioni numeriche.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Proprieta' meccaniche dei materiali: Prova di trazione semplice, Tensione normale, Determinazione del modulo di elasticita' longitudinale, Determinazione del coefficiente di Poisson, Prova di torsione in tubi a parete sottile, Tensioni tangenziali, Determinazione del modulo di elasticita' trasversale.
16	Analisi dello stato di tensione e deformazione nel continuo di tridimensionale: Vettore tensione, Il continuo di Cauchy, Equazioni indefinite di equilibrio, Reciprocita' delle tensioni tangenziali, Componenti speciali di tensione, Tensioni e direzioni principali, Stati di tensione piani e monoassiali, Stato di tensione al variare della terna di riferimento, Cerchi di Mohr. Cinematica della deformazione, Gradiente di spostamento, Deformazione pura e rotazione rigida, Reciprocita' degli scorrimenti, Equazioni di compatibilita' interna, Deformazioni e direzioni principali, Invarianti dello stato di deformazione, Deformazione volumetrica.
6	Il Problema elastico lineare: Legami tensione deformazione, Legge di Hooke generalizzata, Matrice di rigidezza interna, Matrice di cedibilita' interna, Formulazione del Problema elastico, Esistenza ed unicita'. Il comportamento elastico non lineare dei materiali biologici, L'energia libera, l'iperelasticita, L'ereditarieta' dei materiali
15	Il solido di De Saint-Venant, Soluzione delle equazioni di Beltrami, Funzione di Prandtl, Analogia della membrana, Torsione nei profili in parete sottile, Torsione in profili scatolari, Teoria di approssimata del taglio alla Jourawsky, Centro di taglio.
2	Teoremi energetici: Identita' fondamentale della meccanica, Principio dei lavori virtuali in forma primale, Principio dei lavori virtuali in forma duale, Teorema di Betti, Teorema di Maxwell, Teorema di Clapeyron, Principio della minima energia potenziale totale, Principio della minima energia complementare.
1	Criteri di resistenza: Metodo delle tensioni ammissibili, Criterio della massima tensione (Galileo), Criterio della massima dilatazione, Criterio di Beltrami, Criterio di Von-Mises, Criterio di Tresca

MODULO
PROPRIETÀ DEI MATERIALI PER APPLICAZIONI BIOMEDICALI

Prof.ssa NADKA TZANKOVA DINTCHEVA

TESTI CONSIGLIATI

Biomaterials Science – An introduction to Materials in Medicine. Third Edition, Buddy D. Ratner, Allan S. Hoffman, Frederick J. Schoen, Jack E. Lemons. Elsevier.

W. Smith, J. Hashemi - "Scienza e Tecnologia dei Materiali", MacGraw–Hill.

TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50301-Ingegneria dei materiali
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	96
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	54

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Il corso si pone l'obiettivo di far conoscere le principali caratteristiche e proprietà di biomateriali polimerici, ceramici e metallici utilizzati in campo biomedico. In particolare saranno approfondite le caratteristiche chimiche, le proprietà meccaniche e le proprietà reologiche dei materiali polimerici al fine di potere conoscere le principali relazioni proprietà-struttura e le applicazioni in campo biomedico.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Introduzione ai materiali e ai biomateriali. Storia dei biomateriali
3	Classificazione dei biomateriali. Funzioni dei biomateriali
3	Richiami sui materiali polimerici: peso molecolare, requisiti di ordine per cristallizzazione (costituzione, configurazione, conformazione)
3	Viscoelasticità. Modelli di Maxwell e di Kelvin-Voigt
3	Transizione vetrosa. Prove meccaniche. Confronto fra polimeri e metalli
3	Polimeri allo stato fuso. Viscosità e comportamento non-newtoniano. Viscosità elongazionale. Legge di potenza.
3	Modelli viscoelastici. Modello di Maxwell e di Voigt-Kelvin. Prova di rilassamento e di creep. Equivalenza tempo-temperatura
2	Misure dinamico meccaniche. Equivalenza tempo-temperatura e curva master dei polimeri
3	Introduzione ai processi di lavorazione dei materiali polimerici. Estrusione e stampaggio ad iniezione
3	Polimeri impiegati ambito biomedicale
4	Metalli usati in campo biomedicale
4	Ceramici impiegati in campo biomedicale
2	Degradazione dei polimeri. Effetto dell'ambiente fisiologico
2	Corrosione dei materiali metallici
2	Trasformazione di biomateriali mediante metodi innovativi
ORE	Esercitazioni
4	Problem based learning: caratteristiche del comportamento viscoelastico
4	Curva master di polimeri
4	Trasformazione di biomateriali mediante metodi innovativi