UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2020/2021
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2021/2022
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	INGEGNERIA BIOMEDICA
INSEGNAMENTO	BIOCOMPATIBILITÀ E BIODEGRADAZIONE DEI MATERIALI C.I.
CODICE INSEGNAMENTO	20273
MODULI	Si
NUMERO DI MODULI	2
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-IND/23, ING-IND/22
DOCENTE RESPONSABILE	DINTCHEVA NADKA TZANKOVA — Professore Associato — Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	DI FRANCO FRANCESCO — Professore Associato — Univ. di PALERMO DINTCHEVA NADKA TZANKOVA — Professore Associato — Univ. di PALERMO
CFU	15
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	**DI FRANCO FRANCESCO** Lunedì 13:00 14:00 Studio personale. Mercoledì 13:00 14:00 Studio personale. Venerdì 13:00 14:00 Studio personale. **DINTCHEVA NADKA TZANKOVA** Martedì 14:00 16:00 DICAM - Ed. 6, terzo piano Giovedì 14:00 16:00 DICAM - Ed. 6, terzo piano

DOCENTE: Prof.ssa NADKA TZANKOVA DINTCHEVA

PREREQUISITI	Conoscenze di chimica di base ed inorganica, di scienza e tecnologia dei materiali, di fenomeni elettrici con particolare enfasi alle leggi di Ohm.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Lo studente al termine del corso avra' conoscenza sui meccanismi e tipi di degrado di materiali al variare delle caratteristiche chimico-fisiche dell'ambiente con speciale riferimento ad ambiente biologico. Avra' le conoscenze per valutare la biocompatibilita' dei materiali. Avra' anche conoscenza sugli effetti sinergici che stati di sollecitazione hanno sui fenomeni di degrado dei biomateriali. Apprendera' le possibili tecniche di protezione, acquisendo la capacita' di comprendere gli aspetti critici che intervengono a causare i fenomeni di degrado e gli effetti conseguenti sul corpo umano. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione Lo studente al termine del corso avra' conoscenza sui meccanismi e tipi di degrado di materiali in diversi ambienti. Dette conoscenze gli consentiranno di comprendere le cause di fenomeni di degrado dei biomateriali e di scegliere per ciascuno di essi le tecniche per prevenire e controllare i danni conseguenti al degrado. Autonomia di giudizio Sulla base delle competenze acquisite lo studente sapra' scegliere in fase di progetto i biomateriali da utilizzare per determinato ambiente, sapra' stimare la durata del biomateriale in funzione delle condizioni di esercizio (ambiente e stato di sollecitazione). Abilita' comunicative Lo studente sara' in grado di dialogare costruttivamente con le altre figure professionali coinvolte nel progetto e/o nell'intervento. Capacita' d'apprendimento Dopo avere appreso le conoscenze fondamentali, lo studente sara' in grado di consultate norme, manuali tecnici e letteratura scientifica del settore che gli consentano di aggiornare le sue competenze e definire i suoi interventi.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	Prova orale e discussione di una tesina su un caso studio. La valutazione sara' sufficiente se lo studente mostra almeno conoscenza degli argomenti di base dell'insegnamento e del linguaggio tecnico. Valutazioni piu' elevate saranno modulate tenendo conto della capacita' di applicazione delle conoscenze alla soluzione dei problemi proposti, della capacita' analitica, e dell'autonomia dello studente.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Il corso prevede lezioni frontali ed esercitazioni numeriche e di laboratorio.

MODULO
BIOCOMPATIBILITA' E BIODEGRADAZIONE DEI MATERIALI METALLICI E CERAMICI

Prof. FRANCESCO DI FRANCO

TESTI CONSIGLIATI

Pietro Pedeferri, Corrosione e protezione dei materiali metallici. Vol. I e Vol. II, polipress, 2007, Milano Italia.
Advances in Metallic Biomaterials, M. Niinomi, T. Narushima, M. Nakai Editors, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015
Lectures notes and powerpoint presentations.

TIPO DI ATTIVITA'	C
AMBITO	20909-Attivit Formative Affini o Integrative
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	96
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	54

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Questo modulo si propone di fornire i concetti di base della corrosione in vari ambienti al fine di effettuare una corretta scelta dei biomateriali o delle tecniche per prevenire e controllare i danni conseguenti alla corrosione.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	Aspetti generali dei processi di corrosione. Comportamento in esercizio di materiali metallici in ambienti aggressivi. Danni diretti e indiretti.
6	Aspetti generali della corrosione. Definizione di corrosione a secco e a umido. Meccanismo elettrochimico di corrosione. Reazioni di corrosione: processi anodici e catodici. Legge di Faraday. Aspetti termodinamici. Equazione di Nernst. Diagrammi di Pourbaix
6	Aspetti cinetici: sovratensioni nei processi anodici e catodici, condizioni di passivita. Diagrammi di Evans. Leggi di funzionamento dei sistemi di corrosione. Fattori di corrosione relativi al metallo e all'ambiente
2	Chimica fisica delle superfici con riferimento agli aspetti di interesse biomedicale. Tensione ineterfacciale, bagnabilita' e carica superficiale. Influenza dei fluidi corporei sulla chimica delle superfici. Comportamento biologico delle superfici: adosrbimento delle proteine, interazione con materiale cellulare, influenza dei fattori biologici sul comportamento dei materiali.
5	Forme di corrosione: generalizzata, contatto galvanico, pitting o vaiolatura, corrosione in fessura, attacco selettivo, corrosione intergranulare, corrosione per turbolenza, abrasione e sfregamento, sotto sforzo (stress corrosion cracking), corrosione-fatica, danneggiamento da idrogeno, corrosione microbiologica.
5	Corrosione dei biomateriali metallici in colture cellulari. Effetto della composizione dell'ambiente fisiologico sulla corrosione di biomateriali metallici. Corrosione di biomateriali degradabili e ibridi. Corrosione di impianti con materiali metallici nanostrutturati.Corrosione dei materiali metallici bio-assorbibili. Corrosione dei materiali da impianto nel corpo umano. Influenza delle condizioni meccaniche di lavoro degli impianti nel corpo umano.
3	Metodi di protezione dei biomateriali metallici dalla corrosione. Trattamenti superficiali: burattatura, electropolishing, passivazione e anodizing. Ossidi superficiali su materiali metallici in ambiente biologico.
2	Misure elettrochimiche in colture cellulari. Misure di Spettroscopia ad Impedenza. Test standard per la valutazione dell'entita' dei fenomeni di corrosione in fluidi del corpo umano.
2	Comportamento elettrochimico e resistenza alla corrosione di leghe biocompatibili: acciai inox, leghe a base di cobalto, leghe a base di Ti, leghe NiTi a memoria di forma, leghe di magnesio, Tantalio, leghe di zirconio.
1	Effetti del malfunzionamento di bio impianti indotto da corrosione (impianti cardio-vascolari, dentali, oortopedici).
1	Pratiche di monitoraggio, prevenzione e controllo dei fenomeni di corrosione nei biomateriali.
2	Prove di corrosione (metodi di misura della velocita' di corrosione, efficacia dei coating, interpretazione e utilizzo dei risultati, etc.)
1	Progettazione e Scelta dei Materiali. Uso di banche dati, sistemi esperti, normativa. Valutazioni economiche e di affidabilita.

ORE	Esercitazioni
2	Costruzione dei digrammi di Pourbaix a partire da dati termodinamici e loro impiego.
2	Stima dei parametri cinetici di una semireazione elettrochimica dalla curva di polarizzazione ed ottenimento dei diagrammi di Evans.
2	Esperimenti e loro interpretazione sulla reazione di ossido riduzione della coppia redox K4Fe(CN)6 - K3Fe(CN)6. Sviluppo di H2 su Pt e Pb. Riduzione di O2.

3	Impedenza nel piano complesso: resistenza, capacita', induttanza. Studio della risposta in frequenza di RC serie e parallelo. Esercitazione su bread board.
2	Metodi sperimentali per misure di potenziale e di velocita' di corrosione (misure di resistenza di polarizzazione d.c. e a.c.)
2	Identificazione dei prodotti di corrosione tramite diffrazione a raggi X e spettroscopia Raman. Analisi della morfologia dell'attacco corrosivo tramite microscopia elettronica a scansione
2	Crescita e misure della resistenza alla corrosione di film anodici su leghe di Al e di Mg.
2	Passivazione e resistenza alla corrosione di Ti e leghe di Ti, e di acciai al carbonio ed inox.

MODULO
BIOCOMPATIBILITÀ E BIODEGRADAZIONE DEI MATERIALI POLIMERICI

Prof.ssa NADKA TZANKOVA DINTCHEVA

TESTI CONSIGLIATI

• Frederick H. Silver and David L. Christiansen, “Biomaterials Science and Biocompatibility”, Springer
• Shayne Cox Gad, Samantha Gad-McDonald, “Biomaterials, Medical Devices, and Combination Products: Biocompatibility Testing and Safety Assessment”, CRC Press
• Myer Kutz, “Handbook of Environmental Degradation of Materials”, Elsevier
• W.F. Smith, “Scienza e Teclonologia dei Materiali”, Mc Graw Hill

TIPO DI ATTIVITA'	C
AMBITO	20909-Attivit Formative Affini o Integrative
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	144
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	81

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Il corso si prefigge di approfondire alcune tematiche inerenti alle definizione e alla verifica di biocompatibilita' dei materiali polimerici, ceramici e metallici. Saranno studiati i principali metodi di formulazione, produzione e caratterizzazione dei materiali biocompatibili. Saranno anche trattati alcuni concetti di formulazione, produzione e caratterizzazione dei materiali compositi biocompatibili. Ulteriore obiettivo che si pone il corso e' quello di approfondire lo studio dei meccanismi di degradazione e biodegradazione dei materiali ed invecchiamento naturale e quello artificiale. La parte finale del corso prevede una breve introduzione sui metodi di protezione e stabilizzazione dei materiali biocompatibili.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
4	Definizioni di biocompatibilita' dei materiali e aspetti normativi che definiscono e regolano le interazioni tra materiali e tessuti biologici
2	Valutazione della biocompatibilita' attraverso metodi sperimentali: test in vitro, in vivo e su modello animale o trials clinici su pazienti
4	Citotossicita' e genotossicita: definizioni ed esempi
8	Materiali polimerici biocompatibili: struttura, composizione e produzione
4	Additivi per materiali polimerici biocompatibili (antiossidanti, stabilizzanti, lubrificanti e elasticizzanti): composizione chimica, introduzione nei biomateriali e rilascio
8	Materiali ceramici biocompatibili: struttura, composizione, produzione e proprieta
6	Materiali metallici e leghe metalliche biocompatibili: struttura, composizione, produzione e proprieta
3	Compositi biocompatibili: struttura, composizione, produzione e proprieta
5	Meccanismi di degradazione e biodegradazione dei materiali: tempi e velocita' di degradazione
6	Protezione e stabilizzazione dei materiali biocompatibili

ORE	Esercitazioni
2	Valutazione della biocompatibilita' attraverso metodi sperimentali
8	Proprieta, funzionamento e biocompatibilita' dei materiali polimerici biocompatibili
3	Compositi biocompatibili: struttura, composizione, produzione e proprieta
5	Meccanismi di degradazione e biodegradazione dei materiali: tempi e velocita' di degradazione
4	Invecchiamento naturale e artificiale dei materiali: definizione e monitoraggio attraverso metodi sperimentali