INGEGNERIA BIOMEDICA (LB49)

(Lecce - Università degli Studi)

Insegnamento CHIMICA FISICA APPLICATA ALLA BIOINGEGNERIA

GenCod A005973

Docente titolare PATRIZIA BOCCHETTA

Insegnamento CHIMICA FISICA APPLICATA ALLA BIOINGEGNERIA

Insegnamento in inglese APPLIED CHEMISTRY AND PHYSICS FOR

Settore disciplinare ING-IND/23

Corso di studi di riferimento INGEGNERIA BIOMEDICA

Tipo corso di studi Laurea

Crediti 6.0

Ripartizione oraria Ore Attività frontale: 54.0

Per immatricolati nel 2020/2021

Erogato nel 2021/2022

Anno di corso 2

Lingua ITALIANO

Percorso PERCORSO COMUNE

Sede Lecce

Periodo Secondo Semestre

Tipo esame Orale

Valutazione Voto Finale

Orario dell'insegnamento https://easyroom.unisalento.it/Orario

BREVE DESCRIZIONE DEL CORSO	Conoscenze di base di chimica-fisica e cinetica dei processi elettrodici e delle catene galvaniche. Funzionamento di dispositivi elettrochimici per l'accumulo/conversione di energia e la sensoristica. Processi di corrosione dei materiali metallici. Applicazioni all'ingegneria biomedica: dispositivi indossabili e degrado in ambiente biologico.
PREREQUISITI	Conoscenze di chimica e fisica di base

OBIETTIVI FORMATIVI	*Conoscenze e comprensione* Il rigore metodologico della disciplina consentirà allo studente di maturare competenze e capacità di comprensione fondamentali per il proseguimento degli studi. Le conoscenze di base della chimica-fisica e cinetica dei processi elettrodici e delle catene galvaniche acquisite lo renderanno capace di comprendere i meccanismi (i) di funzionamento di dispositivi elettrochimici per l'accumulo/conversione di energia e sensoristica e le loro potenzialità nell'ambito dell'elettronica indossabile biomedicale e (ii) dei processi di corrosione di materiali metallici in vari ambienti, con particolare riferimento a quello biologico. *Capacità di applicare conoscenze e comprensione* L'impostazione didattica usata dal docente prevede che la formazione teorica frontale in aula sia accompagnata da esempi applicativi stimolanti, che sollecitano la partecipazione attiva, l'attitudine propositiva e la capacità di elaborazione autonoma. Alla fine del corso lo studente sarà in grado di (i) risolvere problemi relativamente semplici riguardanti i fenomeni chimico-fisici delle catene galvaniche presenti in diverse applicazioni dell'ingegneria biomedica, (ii) di applicare le conoscenze degli aspetti termodinamici e cinetici dell'elettrochimica sia ai dispositivi di accumulo e conversione dell'energia chimica in elettrica e viceversa che ai processi di corrosione di materiali. Sarà quindi capace di comprendere le cause del degrado dei materiali e proporre sistemi di protezione adeguati al corpo umano, oltre che di effettuare una scelta opportuna di materiali e metodi per studiare sistemi elettronici indossabili/impiantabili per la biomedica. *Autonomia di giudizio* Le competenze acquisite durante il corso permetteranno allo studente di valutare autonomamente la fattibilità di un processo elettrochimico con particolare riferimento ad aspetti inerenti la scelta dei materiali (elettrodi, soluzioni elettrolitiche etc.), l'elettrocatalisi e l'efficienza. Lo studente sarà, inoltre, in grado di valutare eventuali problemi di corrosione di materiali metallici comunemente impiegati nell'ambito biomedico e di maturare espressione di autonomi giudizi sull'impatto di diverse possibilità progettuali. *Abilità comunicative* Le modalità didattiche concepite con lezioni teoriche affiancate da esercitazioni in aula e in laboratorio richiedono che lo studente acquisisca capacità di comunicare sia gli aspetti rigorosamente teorici, sia quelli applicativi e che riesca ad esprimere problematiche inerenti i temi del corso. Lo studente acquisirà abilità nella comunicazione dei risultati e delle scelte progettuali e capacità di dialogo utilizzando una terminologia appropriata con altri addetti ai lavori. *Capacità di apprendimento* Il trasferimento delle conoscenze di base legate alla Chimica Fisica Applicata alla Bioingegneria, non comuni con altri corsi erogati nell'ambito del suo corso di laurea, permetterà allo studente di gestire problemi tecnici grazie ad esercitazioni che prevedono lunghe e mirate attività di laboratorio. Sarà in grado quindi di auto-apprendere applicando le informazioni acquisite nella risoluzione di problematiche anche non trattate a lezione.
METODI DIDATTICI	LEZIONI FRONTALI ED ESERCITAZIONI NUMERICHE E DI LABORATORIO

MODALITA' D'ESAME	La frequenza delle lezioni ed esercitazioni del corso è consigliata vivamente. Le modalità d'esame prevedono due prove infrannuali con esercizi numerici e domande sul programma svolto fino a quel momento seguito da una prova orale a fine corso. Il punteggio della prova infrannuale sarà quello di minimo di partenza (non meno di 18/30). Per superare l'esame finale (conseguire un punteggio minimo di 18/30), lo studente deve dimostrare di aver acquisito una conoscenza e una comprensione sufficienti su tutti gli argomenti trattati. Per conseguire il punteggio massimo 30/30 e lode, lo studente deve invece dimostrare di aver acquisito, non solo la conoscenza e la comprensione eccellenti di tutti gli argomenti trattati durante il corso, ma anche la capacità di applicarle alla progettazione ingegneristica, di esprimere giudizio autonomo su possibili soluzioni alternative, e di comunicare i risultati delle sue analisi. Durante la prova orale saranno proposte delle domande, sia quantitative che qualitative, concentrate su tre ambiti: - aspetti termodinamici e cinetici dei processi elettrochimici; - sistemi di conversione elettrochimica dell'energia e processi di corrosione - processi elettrochimici di interesse per l'Ingegneria Biomedica. Lo studente dovrà dimostrare capacità di elaborare le conoscenze fondamentali acquisite nel corso utilizzandole per superare i problemi pratici proposti, e capacità di esprimersi con un linguaggio

PROGRAMMA ESTESO

Lezioni

Introduzione al corso. Programma. Modalità d'esame. Richiami di chimica delle soluzioni. Introduzione all'elettrochimica. Processi chimici ed elettrochimici. Lavoro chimico e lavoro elettrico. Soluzioni elettrolitiche. Conducibilità, conducibilità molare e conducibilità molare limite.

Introduzione alla chimica-fisica. Energia, calore, lavoro. Sistema termodinamico. Trasformazioni termodinamiche. Primo principio. Lavoro chimico e potenziale chimico. L'equazione della termodinamica chimica. Equazione di Gibbs-Duhem. Entalpia, entropia ed energia libera associate ad una reazione chimica. Criteri di spontaneità.

Chimica-fisica delle interfacce elettricamente cariche. Potenziale d'elettrodo. Elettrodo di riferimento ad idrogeno. Serie dei potenziali standard di equilibrio. Indice di nobiltà. Potenziale elettrochimico. Potenziale Volta, Galvani e di superficie. Non misurabilità del potenziale assoluto di un elettrodo in soluzione. Dipendenza del potenziale dalla concentrazione delle specie elettroattive. Equazione di Nerst.

Chimica-fisica dei sistemi galvanici. Equazione costitutiva delle catene galvaniche. Reazione globale di catena. Criterio di spontaneità per un processo galvanico e verso di circolazione della corrente. Generatori ed elettrolizzatori. Determinazione di grandezze termodinamiche da misure di differenza di potenziale. Coefficienti di temperatura e pressione della forza elettromotrice. Esempi. Effetti termici nelle catene galvaniche. Calore voltaico e calore Peltier. Applicazione alla pila Daniell.

Diagrammi di Pourbaix. Costruzione e discussione di un diagramma di Pourbaix generico e specifico a partire da dati termodinamici.

Cenni di cinetica chimica. Velocità di reazione. Meccanismi delle reazioni complesse. Teorie cinetiche. Teoria degli urti e del complesso attivato. Equazione di Arrhenius.

Cinetica elettrochimica. Potenziale di elettrodo sotto circolazione di corrente: sovratensione. Polarizzazione anodica e catodica. Controllo cinetico di una reazione elettrochimica. Sovratensione di trasferimento di carica. Equazione di Butler-Volmer. Densità di corrente di scambio e materiali elettrocatalitici. Approssimazioni ad alti e bassi campi dell' equazione di Butler-Volmer. Equazione di Tafel. Resistenza al trasferimento di carica. Controllo cinetico per trasferimento di massa. Strato limite di Nerst. Corrente limite e sovratensione di diffusione. Controllo cinetico misto.

Sistemi di conversione elettrochimica dell'energia. Aspetti fondamentali di sistemi di accumulo e/o conversione di energia elettrochimica. Stato presente della tecnologia dei suddetti sistemi per diverse applicazioni nel campo del portatile (elettronica di consumo e dispositivi biomedicali), del trasporto (veicoli elettrici ed ibridi) e dello stazionario (impianti eolici e fotovoltaici sia collegati alla rete che isolati). Generatori primari e secondari e celle a combustibile. Curve di scarica ed autoscarica.

Batterie primarie (o pile) e secondarie (o accumulatori). Condensatori elettrochimici e supercapacitori: a doppio strato, redox e ibridi. Ricerca e sviluppo di materiali elettrodici, elettrolitici ed elettrocatalitici per i suddetti sistemi. Celle a combustibile. Tecniche di indagine elettrochimica e chimico-fisica sui suddetti materiali e dispositivi.

Sistemi di conversione/accumulo dell'energia per le tecnologie indossabili: funzionalità dei "wearable device" per l'Ingegneria Biomedica. Batterie per le tecnologie indossabili. Analisi dello stato presente della tecnologia.

Processi di corrosione. Aspetti termodinamici. Corrosione generalizzata e localizzata. Corrosione galvanica e per areazione differenziale. Costruzione ed uso dei diagrammi potenziale-pH (Pourbaix) nello studio della corrosione ad umido dei metalli. Aspetti cinetici dei processi di corrosione. Potenziale misto o di corrosione. Diagrammi di Evans per vari tipi di controllo cinetico. Curve di passività. 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. Corrosione dei biomateriali metallici in colture cellulari. Corrosione dei materiali da impianto nel corpo umano. Influenza delle condizioni meccaniche di lavoro degli impianti nel corpo umano. Metodi di protezione e prevenzione:inibitori di corrosione,

rivestimenti, protezione catodica, protezione anodica. Metodi di protezione dei biomateriali metallici dalla corrosione.

Esercitazioni

Attività di laboratorio e svolgimento di esercizi numerici su:

-Chimica fisica delle catene galvaniche. Equazione di Nernst e calcolo della forza elettromotrice.

-Cinetica delle catene galvaniche. Densita' di corrente di scambio e diagrammi di Tafel. Stima della corrente limite. Elettrodo rotante ed equazione di Levich.

-Sistemi di conversione/accumulo dell'energia elettrochimica. Scelta dei materiali e costruzione di una batteria.

-Processi di corrosione. Curve di passivita' e anodizzazione di metalli valvola.

-Wearable devices: costruzione di un dispositivo indossabile con generatore elettrochimico.

TESTI DI RIFERIMENTO

Materiale fornito dal docente.

Electrochemical Methods - Fundamentals and Applications, A. J. Bard, L. R. Faulkner, Wiley (II edition), 2001

Modern Electrochemistry 2B, 2nd edition J. O'M. Bockris e A.K.N. Reddy Kluwer Academic/Plenum Publishers NY (2000)

Pietro Pedeferri, Corrosione e protezione dei materiali metallici. Vol. I e Vol. II, polipress, 2007, Milano Italia