



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2015/2016
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2015/2016
<b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>	INGEGNERIA CHIMICA
<b>INSEGNAMENTO</b>	MATERIALS FOR ENERGY STORAGE AND CONVERSION
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	C
<b>AMBITO</b>	20911-Attività formative affini o integrative
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	17364
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-IND/23
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	SANTAMARIA MONICA Professore Ordinario Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	96
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	54
<b>PROPEDEUTICITA'</b>	
<b>MUTUAZIONI</b>	
<b>ANNO DI CORSO</b>	1
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	1° semestre
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>SANTAMARIA MONICA</b> Lunedì 13:00 14:00 Studio personale Edificio 6 secondo piano previa conferma per e-mail Mercoledì 12:30 14:00 Studio personale Edificio 6 secondo piano previa conferma per e-mail Venerdì 12:30 14:00 Studio personale Edificio 6 secondo piano previa conferma per e-mail

DOCENTE: Prof.ssa MONICA SANTAMARIA

<b>PREREQUISITI</b>	
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Conoscenza e capacità di comprensione Lo studente al termine del Corso avrà conoscenza generali delle problematiche inerenti l'accumulo e la conversione di energia per via elettrochimica. Lo studente sarà in grado di comprendere aspetti teorici e tecnologici che caratterizzano il funzionamento di dispositivi quali batterie primarie e secondarie, celle a combustibile e supercondensatori. Inoltre, lo studente avrà conoscenze dettagliate sui materiali utilizzati per la fabbricazione dei dispositivi e sulle caratteristiche chimico-fisiche, che li rendono adatti per certe applicazioni.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione • Lo studente sarà in grado di utilizzare strumenti di elettrochimica applicata (curve di polarizzazione, curve ciclovotammetriche, misure di impedenza, ecc.) per valutare le prestazioni di un dispositivo; lo studente sarà in grado di stabilire quale dispositivo sia più adatto per una specifica applicazione sulla base delle caratteristiche elettriche richieste (potenza, tensione, ecc.), che sarà in grado di interpretare.</p> <p>Autonomia di giudizio Lo studente sarà in grado di scegliere il dispositivo più adatto per una determinata applicazione in base alle sue caratteristiche tecniche ed in base a quelle richieste dall'utente. Sarà, inoltre, in grado di scegliere gli strumenti più adatti che servono per caratterizzare la performance di un dispositivo. Per raggiungere questo obiettivo saranno predisposte delle esercitazioni scritte in cui lo studente sarà direttamente chiamato a scegliere fra diversi materiali quelli più adatti per realizzare un dispositivo con certi requisiti (tensione, potenza, costante di tempo, densità di energia, ecc.), e di suggerisce le prove più opportune per testare dispositivi già preparati.</p> <p>Abilità comunicative Lo studente acquisirà la capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti l'oggetto del corso. Sarà in grado di sostenere conversazioni su tematiche inerenti la conversione dell'energia per via elettrochimica, e di evidenziare differenze ed analogie con gli altri metodi di conversione di energia. L'acquisizione della terminologia consona e della capacità di utilizzarla con altri addetti ai lavori sarà curata in esercitazioni di laboratorio interattive, in cui gli studenti saranno chiamati a descrivere il funzionamento di dispositivi commerciali o di dispositivi da laboratorio proponendo tecniche di indagine e soluzioni per il miglioramento delle prestazioni.</p> <p>Capacità d'apprendimento Lo studente avrà appreso alcuni concetti salienti dell'elettrochimica applicata, che non sono comuni con altri corsi erogati nell'ambito del suo corso di laurea e apprenderà come gestire problemi tecnici grazie ad esercitazioni che prevedono lunghe e mirate attività di laboratorio.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	Prova orale.
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	La prima parte del corso si prefigge di studiare gli aspetti teorici e tecnologici della conversione e dell'accumulo di energia per via elettrochimica. La seconda parte del corso si propone di descrivere i vari tipi di dispositivi attraverso cui è possibile realizzare questi processi.
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Sono previste lezioni frontali, esercitazioni numeriche ed esercitazioni in laboratorio.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	Modern Electrochemistry 2B, 2nd edition J. O'M. Bockris e A.K.N. Reddy Kluwer Academic/Plenum Publishers NY (2000). Electrochemical Methods 2nd edition, A.J. Bard and L.R. Faulkner; John Wiley and Sons, INC. (2001). Electrochemical Supercapacitors, B.E. Conway, Kluwer Academic/Plenum Publishers NY (1999). Verranno segnalate recenti articoli scientifici sugli argomenti trattati e fornite delle dispense.

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
6	Introduzione al corso. Energetica delle catene galvaniche. Struttura del doppio strato metallo/elettrolita.
8	Aspetti fondamentali della cinetica dei processi elettrochimici: studio del controllo cinetico per trasferimento di carica e per trasferimento di massa. Curve di scarica.
3	Accumulo di energia elettrochimica: introduzione ed aspetti fondamentali. Aspetti elettrochimici di base di sistemi di accumulo e/o conversione dell'energia. 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).

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
6	Batterie primarie (o pile): celle convenzionali (Pile Leclanché, pile alcaline al biossido di manganese e zinco, all'ossido di mercurio, zinco -ossido di argento, zinco aria), batterie al litio, batterie "Reserve", batterie termiche e ad acqua di mare.
6	Batterie secondarie (o accumulatori): accumulatori piombo - acido, nickel - cadmio, argento- zinco, zinco - aria, alluminio - aria, nickel - metallo idruro, al litio. ZEBRA.
2	Sviluppo di processi per la produzione di idrogeno, sia da fonti rinnovabili (cicli termochimici alimentati da energia solare, gassificazione delle biomasse, processi biologici), che da combustibili fossili (metano, GPL, per applicazioni di piccola taglia e con sistemi alimentati da energia solare);studi di materiali e processi per l'accumulo dell'idrogeno.
9	Fuel Cell: vantaggi e svantaggi dell'uso delle Fuel Cell rispetto ad altri metodi di conversione di energia. Classificazione delle Fuel Cell e loro funzionamento: aspetti termodinamici e cinetici delle reazioni di elettrodo, elettrocatalisi, elettrodi porosi a diffusione di gas, separatori, aspetti tecnologici, applicazioni e performance. Fuel cell alcalina. Fuel cell ad acido fosforico. Fuel cell ad elettrolita polimerico. Fuel cell a metanolo diretto. Fuel cell a carbonati fusi. Fuel cell ad ossidi solidi.
6	Condensatori electrochimici e supercapacitori. Supercapacitori ibridi. Condensatori elettrolitici.
ORE	Esercitazioni
2	Attività di laboratorio e svolgimento di esercizi numerici su aspetti termodinamici delle catene galvaniche. Discussione interattiva.
2	Attività di laboratorio e svolgimento di esercizi numerici su aspetti cinetici delle catene galvaniche. Discussione interattiva.
ORE	Laboratori
2	Misure di impedenza con circuiti RC costruiti su bread board e studio della loro risposta in frequenza. Misure di impedenza con dispositivi. Discussione interattiva.
2	Preparazione e test elettrochimici su assemblaggi per fuel cell a bassa temperatura con elettrolita polimerico. Discussione interattiva.