

<b>STRUTTURA</b>	SCUOLA POLITECNICA - DICAM
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2015/2016
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Scienza ed Ingegneria dei Materiali
<b>INSEGNAMENTO</b>	Materials for Energy Storage and Conversion
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Affine
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Attività formative affini o integrative
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	17364
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	No
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	ING-IND/23
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Monica Santamaria PO Università di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	94
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	56
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	II
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://politecnica.unipa.it">politecnica.unipa.it</a>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali Esercitazioni in aula Esercitazioni in laboratorio
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://politecnica.unipa.it">politecnica.unipa.it</a>
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Consultare il sito <a href="http://politecnica.unipa.it">politecnica.unipa.it</a>
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Da concordare

### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

#### **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.

#### **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.

### **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.

### **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.

### **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.

### **OBIETTIVI FORMATIVI**

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 con particolare riferimento ai materiali da utilizzare per la loro realizzazione e per l'ottimizzazione del loro funzionamento.

<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
6	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. Reazioni di sfera interna e reazioni di sfera esterna. Influenza dei materiali elettrodi sulle cinetica delle reazioni di ossido riduzione. 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).
4	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: Hydrogen storer materials e loro impiego in accumulatori nickel - metallo idruro. Materiali ad intercalazione di ioni litio e loro impiego nelle batterie al litio metallico ed agli ioni litio. Accumulatori 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. Materiali a conducibilità ionica a bassa ed alta temperatura. 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 elettrochimici e pseudo supercondensatori: principio di funzionamento e materiali impiegati (carbonio attivo, Y Carbon, Carbon nanotubes, ossidi di metalli transazionali, polimeri conduttori). Supercapacitori ibridi. Condensatori elettrolitici.
	<b>ESERCITAZIONI</b>
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.
2	Misure di impedenza con circuiti RC costruiti su <i>bread board</i> 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.
2	Preparazione e test elettrochimici su armature per condensatori elettrochimici a base di carbonio, polimeri conduttori ed ossidi di metalli transazionali. Discussione interattiva.
2	Preparazione e test elettrochimici su armature per condensatori elettroliti a a partire da metalli valvola e leghe di metalli valvola. Discussione interattiva.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispense del corso</li> <li>• Modern Electrochemistry 2B, 2<sup>nd</sup> edition J. O'M. Bockris e A.K.N. Reddy Kluwer Academic/Plenum Publishers NY (2000).</li> <li>• Electrochemical Methods 2<sup>nd</sup> edition, A.J. Bard and L.R. Faulkner; John Wiley and Sons, INC. (2001).</li> <li>• Fuel Cells. From fundamentals to Applications, S. Srinivasan, Springer (2006).</li> <li>• Advanced Batteries – Material Science Aspects, R.A. Huggins, Springer (2009).</li> <li>• Electrochemical Supercapacitors, B.E. Conway, Kluwer Academic/Plenum Publishers NY (1999).</li> <li>• Verranno segnalati articoli e review recenti sugli argomenti trattati.</li> </ul>