



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2019/2020
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2019/2020
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	INGEGNERIA ENERGETICA E NUCLEARE
INSEGNAMENTO	IDROGENO E SISTEMI DI ACCUMULO ELETTROCHIMICI
TIPO DI ATTIVITA'	C
AMBITO	20927-Attività formative affini o integrative
CODICE INSEGNAMENTO	19658
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-IND/23
DOCENTE RESPONSABILE	INGUANTA ROSALINDA Professore Associato Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	6
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	96
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	54
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	1
PERIODO DELLE LEZIONI	2° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	INGUANTA ROSALINDA Martedì 15:00 18:00 Studio Secondo Piano ed. 6 Giovedì 15:00 18:00 Studio Secondo Piano ed. 6

DOCENTE: Prof.ssa ROSALINDA INGUANTA

PREREQUISITI	Concetti base di Chimica Generale, Elettrotecnica, Termodinamica
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	1) Conoscenza e capacita' di comprensione Lo studente conoscerà i principi operativi e la struttura dei diversi tipi di celle a combustibile, batterie ed elettrolizzatori. Sarà in grado di comprendere i problemi tecnici ed energetici che raccomandano l'uso di una pila a combustibile, batteria o elettrolizzatore. 2) Capacita' di applicare conoscenza e comprensione Lo studente sarà in grado di capire e scegliere il tipo di cella a combustibile, batteria o elettrolizzatore adatto a diverse applicazioni. Sarà inoltre in grado di intervenire nei processi di produzione dei vari generatori e sistemi di stoccaggio e di progettare sistemi integrati per la generazione e lo stoccaggio dell'energia. 3) Autonomia di giudizio Lo studente sarà in grado di stabilire le procedure idonee per scegliere il dispositivo elettrochimico più adatto in base alla situazione energetica locale e alla posizione geografica. 4) Abilita' comunicative Lo studente sarà in grado di comunicare con altre figure tecniche ed esperti nel campo dei dispositivi di produzione per la generazione e lo stoccaggio di energia, sia per i sistemi tradizionali che per le energie rinnovabili. 5) Capacita' di apprendimento Capacita' di aggiornamento con la consultazione delle pubblicazioni scientifiche dei settori della generazione e stoccaggio di energia e materiali.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	La valutazione dello studente avverrà attraverso una prova orale volta ad accertare il possesso delle conoscenze e competenze previste dal corso. Ottima conoscenza e totale padronanza degli argomenti affrontati nel corso. Lo studente è in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti: 30-30+L Buona conoscenza degli argomenti, Lo studente mostra qualche incertezza ma è in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti: 27-28 Discreta conoscenza, lo studente ha bisogno di essere instradato per risolvere i quesiti proposti: 23-26 Conoscenza di base degli argomenti principali. Parzialmente non auto-sufficiente di applicare le conoscenze acquisite: 18-22
OBIETTIVI FORMATIVI	Il corso si propone di fornire una conoscenza di base sui principi di funzionamento, termodinamici e cinetici, delle celle a combustibile, batterie ed elettrolizzatori. Introdurre alle problematiche tecniche ed ingegneristiche che sottintendono al funzionamento dei diversi tipi di generatore. Informare sui miglioramenti richiesti per un'applicazione a scala più estesa.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Il corso è erogato al secondo semestre del primo anno. Consiste in: Lezioni frontali, Esercitazioni in laboratorio, Seminari
TESTI CONSIGLIATI	"The hydrogen economy", The National Academies Press (2004). J. Larminie, A. Dicks, "Fuel Cell Systems Explained", Wiley (2003). M. Broussely, G. Pistoia, Industrial Applications of Batteries

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
54	Presentazione del Corso e delle modalità di esame. Economia dell'idrogeno. Metodologie di produzione dell'idrogeno. Steam reforming. Ossidazione parziale. Gassificazione. Metodi di stoccaggio dell'idrogeno. Metodi chimici e metodi fisici. Hydrogen carriers. Catene galvaniche: descrizione e principi di funzionamento. Tipi di trasporto nei conduttori ionici. Termodinamica delle catene galvaniche. Efficienza di una cella a combustibile. Caratteristiche V-I e dissipazioni nelle celle a combustibile. Perdite per attivazione. Perdite per correnti interne e fuel crossover. Perdite ohmiche. Perdite per trasporto di materia. Descrizione di uno stack di celle a combustibile. Le sei classi di celle a combustibile. Campi di applicazione dei diversi tipi di fuel cell. Figure di paragone tra i diversi tipi di generatori. Studio dettagliato delle PEMFC. Impieghi. Seminario e esercitazione in laboratorio sulle Microbial Fuel Cell. Seminario e esercitazione di laboratorio sulle PEM. Celle Alcaline. Celle dirette a metanolo. Celle a combustibile per medie ed alte temperature. Bottoming cycles. Celle ad acido fosforico. Celle a carbonato fuso. Celle ad ossido solido. Elettrolizzatori: Caratteristica i-V, Alcalini, PEM, SOEC. Esercitazione in laboratorio sugli elettrolizzatori. Batterie per lo storage dell'energia: principi di funzionamento, chimica e componenti delle batterie, curve di carico e curve di livellamento, efficienza di storage, tempi di vita, cicli di carica e scarica. Cenni sui supercapacitori e confronto con le batterie. Sicurezza. Batterie piombo acido, batterie al Nichel, Batterie sodio-zolfo, Batterie flow-redox al vanadio, Batterie al litio-ione, batterie zinco-aria. Esercitazione in laboratorio sulle batterie al piombo acido con elettrodi nanostrutturati.