



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2021/2022
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2021/2022
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	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>5) Capacita' di apprendimento Capacita' di aggiornamento con la consultazione delle pubblicazioni scientifiche dei settori della generazione e stoccaggio di energia e materiali.</p>
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	<p>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</p>
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	<p>"The hydrogen economy", The National Academies Press (2004), ISBN: 978-0-309-09163-3. J. Larminie, A. Dicks, "Fuel Cell Systems Explained", Wiley (2003), SBN: 978-1-118-87833-0. M. Broussely, G. Pistoia, Industrial Applications of Batteries, ISBN: 978-0-444-52160-6</p>

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	Presentazione del Corso e delle modalita' di esame.
3	Economia dell'idrogeno.
7	Metodologie di produzione dell'idrogeno. Steam reforming. Ossidazione parziale. Gassificazione. Processi di purificazione del gas di sintesi per la produzione di idrogeno puro.
2	Metodi di stoccaggio dell'idrogeno. Metodi chimici e metodi fisici. Hydrogen carriers.
12	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.
14	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.
3	Elettrolizzatori: Caratteristica i-V, Alcalini, PEM, SOEC.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
4	Batterie per lo storage dell'energia: principi di funzionamento, chimica e componenti delle batterie, cicli di carica e scarica. Cenni sui supercapacitori e confronto con le batterie. Sicurezza. Batterie piombo acido, Batterie flow-redox al vanadio, Batterie al litio-ione.

ORE	Laboratori
2	Esercitazione in laboratorio sulle PEM FC
3	Esercitazione in laboratorio sugli elettrolizzatori.
3	Esercitazione in laboratorio sulle batterie al piombo acido