



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2024/2025
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	INGEGNERIA CHIMICA
INSEGNAMENTO	CORROSION AND PROTECTION OF METALS
TIPO DI ATTIVITA'	C
AMBITO	20911-Attività formative affini o integrative
CODICE INSEGNAMENTO	17583
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	2
PERIODO DELLE LEZIONI	1° 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	Conoscenze di Chimica Generale e Chimica Applicata: pH, reazioni di ossido-riduzione, composizione e trattamenti termici degli acciai, struttura cristallina dei materiali metallici, cemento.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacita' di comprensione Conoscenza dei meccanismi di degradazione dei materiali metallici nei diversi ambienti aggressivi.. Conoscenza delle tecniche di protezione dai fenomeni corrosivi. La verifica di questo obiettivo viene effettuata durante la prova orale. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione Capacita' di scelta del tipo di materiale per le diverse applicazioni. Capacita' di intervenire nei processi di fabbricazione dei materiali metallici usati per le differenti applicazioni tecnologiche. La verifica di questo obiettivo viene effettuata durante la prova orale. Autonomia di giudizio Essere in grado di stabilire le procedure idonee alla scelta ed al tailoring di materiali metallici, per applicazioni tecnologiche, e di scegliere le condizioni di messa in sicurezza degli stessi. La verifica di questo obiettivo viene effettuata durante la prova orale. Abilita' comunicative Capacita' di comunicare con altre figure tecniche e con esperti in diversi campi dell'ingegneria. La verifica di questo obiettivo viene effettuata durante la prova orale. Capacita' d'apprendimento Capacita' di aggiornamento con la consultazione delle pubblicazioni scientifiche proprie dei settori della metallurgia e della chimica fisica dei materiali metallici. La verifica di questo obiettivo viene effettuata durante la prova orale.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	La prova finale di esame consiste in una prova orale. Le domande verteranno sui contenuti trattati durante il corso ed elencati nella parte finale della scheda. La valutazione finale, opportunamente graduata, sara' formulata sulla base delle seguenti condizioni: a) Conoscenza sufficiente degli argomenti affrontati nell'insegnamento; sufficiente grado di consapevolezza e di autonomia nell'applicazione delle teorie per la risoluzione di problemi (voto 18-21); b) Conoscenza discreta degli argomenti affrontati nell'insegnamento; discreto grado di consapevolezza e di autonomia nell'applicazione delle teorie per la risoluzione di problemi (voto 22-25); c) Buona conoscenza degli argomenti e delle teorie affrontati nell'insegnamento; buon grado di consapevolezza e di autonomia nell'applicazione delle teorie per la risoluzione di problemi (voto 26-28); d) Ottima conoscenza degli argomenti affrontati nell'insegnamento; eccellente grado di consapevolezza e di autonomia nell'applicazione delle teorie per la risoluzione di problemi (voto 29-30L).
OBIETTIVI FORMATIVI	Il corso si propone di descrivere i processi chimico-fisici che regolano l'interazione dei materiali metallici con l'ambiente. Saranno studiati gli aspetti teorici dei fenomeni di corrosione dal punto di vista cinetico e termodinamico, ed illustrati casi pratici di corrosione che riguardano acciai, leghe leggere e leghe d'interesse nel settore industriale, dei beni culturali e dei biomateriali. Saranno illustrate inoltre i metodi di prevenzione e protezione dalla corrosione.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Il corso si svolge il primo semestre del primo anno e consiste in lezioni frontali ed esercitazioni in laboratorio.
TESTI CONSIGLIATI	P. Pedferri, Corrosione e Protezione dei Materiali Metallici, Polipress, 2007, ISBN: 8873980619; D. A. Jones, Principles and Prevention of Corrosion, Prentice-Hall, 1996, ISBN: 9780133599930; L. Lazzari, P. Pedferri, Cathodic Protection, Polipress, 2007, ISBN: 8873980201.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	Presentazione del corso e delle modalita' di esame. Corrosione: definizione e scopi. Impatto sulla tecnologia. Corrosione a caldo e a freddo. Corrosione localizzata e generalizzata.
3	Corrosione a umido: meccanismo. Velocita' di attacco. Aspetti stechiometrici dei fenomeni corrosivi: legge di Faraday.
2	Termodinamica dei fenomeni corrosivi. Tensione di equilibrio e f.e.m. Serie delle tensioni standard. Equazione di Nerst. Diagrammi di Pourbaix.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Serie galvaniche. Cinetica dei fenomeni corrosivi. Tipi di dissipazione: cadute ohmiche, polarizzazione per attivazione. Equazione di Butler-Volmer, legge di Tafel. Classificazione dei metalli. Polarizzazione di concentrazione: corrente limite di diffusione, modello di Nerst
2	Passivazione e passività. Caratteristica anodica di un metallo a comportamento attivo-passivo. Film passivi. Determinazione della velocità di corrosione: diagramma di Evans. Tensione di corrosione.
2	Effetti di accoppiamento galvanico. Effetti di protezione anodica e catodica. Teoria delle tensioni miste. Misura della velocità di corrosione: metodi di polarizzazione e di Stern-Geary
2	Fattori che influenzano la corrosione. Fattori relativi al materiale metallico. Alligazione anodica e catodica. Acciai inox: classificazione e proprietà. Fattori relativi all'ambiente: pH, potere ossidante, aerazione differenziale, sali disciolti, temperatura, condizioni di contatto. Corrosione per correnti disperse.
4	Corrosione localizzata. Corrosione per contatto galvanico. Effetto dell'area e della geometria. Rimedi. Pitting: meccanismo del fenomeno e prevenzione. Corrosione in fessura. Corrosione intergranulare: meccanismo, comportamento degli acciai, sensibilizzazione, rimedi. Corrosione selettiva. Corrosione sotto sforzo: innescamento e propagazione. Parametri di progetto. Corrosione a fatica: legge di Paris. Calcolo della resistenza sotto carico in ambienti aggressivi. Danneggiamento da idrogeno: meccanismo e materiali soggetti.
2	Inibitori della corrosione: caratteristiche e classificazione. Utilizzo ed efficacia. Rivestimenti superficiali. Preparazione delle superfici. Rivestimenti metallici: caratteristiche e metodi di applicazione. Strati di conversione: fosfatazione, cromatazione, ossidazione anodica. Metalli-valvola. Pitture: caratteristiche. Pigmenti attivi. Condizioni di applicazione. Tossicità delle pitture.
3	Protezione elettrica. Protezione anodica per correnti impresse e per alligazione. Generalità sulla protezione catodica per correnti impresse ed anodi sacrificali. Efficacia della protezione. Confronto tra la protezione catodica e quella anodica. Materiali anodici: anodi sacrificali, inerti e semi-inerti. Disposizione degli anodi.
4	Corrosione negli ambienti naturali. Corrosione nel terreno: aggressività dei terreni e corrosione batterica. Protezione catodica di strutture interrate con anodi sacrificali e con correnti impresse. Corrosione atmosferica. Meccanismi di formazione delle condense. Materiali metallici per esposizione all'atmosfera. Metodi di protezione. Corrosione nel calcestruzzo: innescamento e propagazione. Meccanismi di degradazione del calcestruzzo. Corrosione nel corpo umano: materiali metallici biocompatibili, coatings biocompatibili e test accelerati di corrosione in fluido corporeo simulato.
2	Corrosione a secco: aspetti termodinamici. Struttura e conducibilità degli ossidi. Formazione e morfologia degli strati di ossido. Materiali per usi ad alte temperature.
ORE	Laboratori
3	Esercitazione in laboratorio: Metodi di rifinitura superficiale dei metalli
4	Esercitazione in laboratorio: determinazione delle rette di Tafel
3	Esercitazione in laboratorio: determinazione della caratteristica anodica di metalli attivi e di metalli a comportamento attivo passivo.
4	Esercitazione in laboratorio: accoppiamenti galvanici
4	Esercitazione in laboratorio: Pitting
3	Esercitazione in laboratorio: fosfatazione
4	Esercitazione in laboratorio: deposizione e caratterizzazione di coatings bioattivi per protesi ortopediche.
ORE	Altro
1	Seminario: norme comportamentali e di sicurezza in un laboratorio chimico