UNIVERSITÀ DI PISA

CHIMICA APPLICATA ALL'AMBIENTE E TECNOLOGIA DEI MATERIALI

SARA FILIPPI

Anno accademico	2017/18
CdS	INGEGNERIA CIVILE AMBIENTALE E EDILE
Codice	001IC
CFU	12

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
CHIMICA APPLICATA ALL'AMBIENTE	CHIM/07	LEZIONI	60	SARA FILIPPI
TECNOLOGIA DEI MATERIALI	ING-IND/22	LEZIONI	60	SARA FILIPPI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze
Conoscenza dei fondamenti di chimica generale necessari per la comprensione dei più importanti fenomeni e processi chimici nel settore dell'Ingegneria Civile-Edile. Conoscenza delle diverse classi di materiali utilizzati in questo settore (leghe metalliche, leganti, ceramici, vetri, materiali polimerici, leganti bituminosi), con particolare attenzione al processo di produzione ed al tipo di trattamenti e lavorazioni possibili.

Modalità di verifica delle conoscenze
Esercitazioni in aula con domande agli studenti e prove di esame finali.

Capacità
Capacità di individuare le relazioni fondamentali tra struttura e proprietà dei principali materiali da costruzione così da iniziare ad acquisire la capacità di scegliere e valutare quello più adatto per una determinata applicazione. Capacità di valutare quale sia il materiale più idoneo anche in funzione dei possibili processi di degrado, in relazione al tipo di ambiente.

Modalità di verifica delle capacità
Domande in aula e prova orale finale.

Comportamenti
Lo studente potrà acquisire e/o sviluppare sensibilità nella scelta dei materiali in relazione alle proprietà meccaniche richieste ed ai requisiti di durabilità. Lo studente potrà acquisire una certa conoscenza del rischio chimico connesso con l'impiego di determinati materiali, in relazione ai problemi legati all'inquinamento ambientale ed al corretto trattamento dei rifiuti.

Modalità di verifica dei comportamenti
Domande in aule durante le lezioni e prova orale finale.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Nozioni di base di chimica generale e di matematica secondo i programmi della scuola superiore.
La parte di chimica generale sarà comunque trattata partendo dalle nozioni base; le nozioni di base di matematica vengono, invece, considerate acquisite.

Corequisiti
nessuno

Prerequisiti per studi successivi
nessuno

Indicazioni metodologiche

Le lezioni e le esercitazioni si svolgono in aula alla lavagna. Gli studenti sono spesso coinvolti con domande ed invitati ad interrompere il docente se la spiegazione non risulta chiara e sono necessari approfondimenti. I contenuti delle lezioni sono forniti agli studenti come materiale didattico. Vengono inoltre forniti testi e soluzioni di molte delle prove di esame date in precendenza.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

CHIMICA APPLICATA ALL'AMBIENTE

Introduzione al corso. La teoria atomica. Il modello atomico di Dalton, di Thomson e di Rutherford. I limiti del modello atomico di Rutherford. Il modello atomico di Bohr: le orbite quantizzate.Spettro di emissione e di assorbimento dell'idrogeno. La materia come onda (De Broglie) ed il principio di indeterminazione di Heisenberg. Il modello atomico di Schroedinger: gli orbitali. I numeri quantici principali: n, l ed m. Gli orbitali s, p, d, f. Il numero quantico magnetico di spin ed il principio di esclusione di Pauli. La regola di Hund. La costruzione delle configurazioni elettroniche degli elementi e della Tavola Periodica. I gruppi ed i periodi. Numeri atomici e numeri di massa. Gli isotopi. La massa atomica relativa. Il peso molecolare o massa molecolare relativa. La mole ed il numero di Avogadro. Il difetto di massa. L'energia di legame media per nucleone (fusione e fissione). Calcolo del peso molecolare e del numero di moli. Le proprietà periodiche degli elementi. Il raggio atomico ed il raggio ionico. L'energia di ionizzazione. L'affinità elettronica. L'elettronegatività.

Il legame chimico: ionico, covalente e metallico. La teoria del legame di valenza (VB). I legami di tipo sigma e pi-greco. Il legame covalente: la teoria di Lewis e la regola dell'ottetto. I limiti della teoria di Lewis. La teoria dell'ibridazione. La geometria molecolare: la Teoria VSEPR. I legami intermolecolari: interazioni dipolo indotto- dipolo indotto, interazioni dipolo - dipolo, legame a idrogeno. Il numero di ossidazione. La nomenclatura dei composti inorganici: ossidi ionici ed ossidi covalenti, idrossidi ed acidi ossigenati, idruri ionici e covalenti, cationi, anioni, sali binari e ternari. Coefficienti stechiometrici e bilanciamento di una equazione chimica. Stechiometria di base. Concetto di reagente limite.

I gas ideali. La densità dei gas. La composizione dell'aria secca. Calcolo della densità dell'aria a T e P fissate. La conducibilità termica dei gas, la resistenza termica e la trasmittanza termica dei gas. I gas reali ed il fattore di comprimibilità. La liquefazione dei gas e l'effetto Joule-Thomson.Il funzionamento dei condizionatori.

I diversi tipi di reazioni. Le reazioni di equilibrio. Esempi di reazioni di equilibrio: evaporazione-condensazione (tensione di vapore), solubilizzazione-precipitazione (solubilità). La costante di equilibrio in funzione della concentrazione molare e delle pressioni parziali. La costante di equilibrio in funzione del numero di moli e della frazione molare. Equilibri omogenei ed eterogenei. I fattori che influenzano l'equilibrio chimico: variazione di concentrazione, variazione di volume e pressione. Influenza della temperatura. Reazioni esotermiche ed endotermiche. Fattori che non influenzano l'equilibrio chimico: aggiunta di un gas inerte, aggiunta di un catalizzatore.

L'umidità relativa percentuale e il diagramma psicrometrico. Temperatura di bulbo secco e di bulbo umido, temperatura di rugiada, umidità specifica, entalpia e volume specifico. Diagramma psicrometrico: determinazione dell'entalpia specifica ed esempi di miscele di correnti di aria.

Le soluzioni. Definizione di molarità, molalità e percentuale in peso di una soluzione. Elettroliti forti e deboli. Prodotto di solubilità (Kps), costante di dissociazione acida (Ka) e basica (Kb). Le proprietà colligative: abbassamento crioscopico ed innalzamento ebullioscopico. La relazione tra solubilità e prodotto di solubilità. Relazione tra la costante di equilibrio diretta ed inversa. La costante di idrolisi dell'acqua (Kw) ed il pH. Determinazione del pH di una soluzione di acido forte e di acido debole. Determinazione del pH di una soluzione di base forte e di base debole. Idrolisi salina. Determinazione del pH di sale di acido forte e base debole e sale di acido debole e base forte.

Il bilanciamento delle reazioni redox con il metodo delle semireazioni. Le pile galvaniche. Costruzione della pila. Schematizzazione della pila. Elettrodo standard a idrogeno e tabella dei potenziali standard di riduzione. L'equazione di Nernst. La corrosione del ferro in funzione del pH e della presenza o meno di ossigeno. Determinazione della costante di equilibrio di una reazione redox dal valore dei potenziali standard. La corrosione elettrochimica. Corrosione elettrochimica di un metallo (es. ferro) con sviluppo di idrogeno nelle zone catodiche (ambiente acido, neutro o alcalino in assenza di ossigeno) oppure con assorbimento di ossigeno nelle zone catodiche (ambiente acido, neutro o alcalino in presenza di ossigeno). Diagramma di Pourbaix nel caso del ferro. Corrosione galvanica ed importanza del rapporto tra superficie anodica e catodica. Corrosione dovuta a differenze locali di concentrazione. Corrosione generalizzata. Corrosione per pitting. Metodi di protezione dalla corrosione: protezione catodica e protezione anodica.

TECNOLOGIA DEI MATERIALI

Struttura dei materiali. Reticoli di Bravais. Struttura CCC, CFC ed EC nei metalli. Analisi della struttura cristallina. Soluzioni solide metalliche sostituzionali e interstiziali. Polimorfismo. Le forme allotropiche del ferro. Le leghe Fe-C (soluzioni solide interstiziali). La diversa solubilità del carbonio nelle tre forme allotropiche del ferro. Difetti di punto, di linea, di superficie e di volume. Dislocazioni e deformazione plastica.

Le proprietà meccaniche dei materiali. Il diagramma sforzo-deformazione. Modulo elastico. Carico di snervamento. Carico a rottura. Allungamento percentuale. Tenacità. Coefficiente di Poisson. Incrudimento per deformazione plastica. Comportamento a rottura: frattura duttile e fragile. Resistenza ad impatto: resilienza. Resistenza a compressione. Durezza.

Diagrammi di stato. Definizione di fase, soluzione, composto, microstruttura. Diagramma di stato di un sostanza pura (es. acqua e ferro). Il punto triplo. La varianza e la regola delle fasi di Gibbs. Curve di raffreddamento. Costruzione di un diagramma di stato di una lega binaria isomorfa. Lega binaria isomorfa (metalli completamente solubili sia in fase liquida che in fase solida): leghe Cu-Ni. La regola della leva. Microstruttura della lega in condizioni di raffreddamento di equilibrio e di non equilibrio (segregazione). Leghe binarie eutettiche (metalli completamente solubili allo stato liquido ed immiscibili allo stato solido): leghe Bi-Cd. Trasformazione eutettica. Leghe binarie eutettiche (metalli completamente solubili allo stato liquido e parzialmente miscibili allo stato solido).

Descrizione del processo di produzione delle ghise. Produzione dell'acciaio. Il diagramma Fe/C. Fasi e costituenti strutturali. Punti invarianti. Trasformazione peritettica, eutettica ed eutettoidica. La microstruttura di un acciaio eutettoidico (la perlite), ipoeutettoidico e ipereutettoidico. Applicazione della regola della leva per la determinazione della percentuale delle diverse fasi presenti in funzione della temperatura. La microstruttura di una ghisa eutettica (ledeburite), ipoeutettica e ipereutettica. Meccanismi di rafforzamento dei metalli. Incrudimento per deformazione plastica. Rafforzamento per aggiunta di elementi di lega. Controllo delle dimensioni del grano. Trattamenti termici: ricottura. Trattamenti termici: normalizzazione, tempra. La bonifica (tempra + rinvenimento). La martensite e la sorbite. La bainite. Le curve di trasformazione isotermica TTT (temperatura-tempo-trasformazione) e di trasformazione per raffreddamento continuo CCT. Le curve di trasformazione per raffreddamento continuo CCT. Elementi in lega austenitizzanti e ferritizzanti. Trattamenti superficiali: cementazione gassosa, nitrurazione, calorizzazione, berilliatura. Classificazione acciai: acciai al carbonio,acciai legati, acciai fortemente legati ed acciai da utensili. Nomenclatura degli acciai - UNI EN 10027. Nomenclatura AISI. Acciai da costruzione. Acciai per calcestruzzo armato. Produzione delle armature per calcestruzzo armato. Acciai ad alta resistenza per calcestruzzo armato precompresso. Acciai al manganese. Acciai al silicio. Acciai al cromo. Acciai inossidabili. Acciai CorTen. Le ghise. Ghisa bianca, grigia, sferoidale e malleabile. Laminati, profilati sottili, acciai armonici ad alta resistenza. Saldabilità e tenacità dei materiali metallici.

Le leghe non ferrose: ottoni, bronzi e leghe di alluminio.
Introduzione leganti. Definizione di pasta, malta e calcestruzzo. Definizione di presa ed indurimento. Classificazione dei leganti.
I leganti aerei: il gesso. Materie prime, produzione del legante. Meccanismo di presa ed indurimento. Impieghi.
I leganti aerei: la calce aerea. Materie prime, produzione del legante. Meccanismo di presa ed indurimento. Impieghi. Utilizzo della calce aerea come stabilizzante dei terreni. Sabbie ed acqua per l'impasto (normative).
I leganti idraulici: la calce idraulica ed il Portland. Materie prime, produzione dei due leganti. Processo di cottura. Similitudini e differenze. Altri esempi di calci idrauliche: la calce idrata pozzolanica e la calce idrata sidurergica. I componenti del clinker. Indici o moduli. I meccanismi di presa e di indurimento del Portland. Il ruolo del solfato di gesso biidrato e la formazione di ettringite. I prodotti dell'idratazione: gel di cemento C-S-H e portlandite. Idratazione e sviluppo della resistenza meccanica. Porosità del cemento, grado di idratazione, segmentazione dei pori, resistenza meccanica e permeabilità. Porosità capillare in funzione del rapporto a/c. Acqua nei pori. Tipi di cemento. Cemento Portland bianco. Cemento Ferrari. Cementi di miscela con aggiunte a base di: pozzolane, ceneri volanti, fumo di silice, loppa d'altoforno. Produzione e idratazione del cemento pozzolanico e del cemento d'altoforno. Resistenza meccanica, lavorabilità. La scelta degli inerti e la curva di Fuller. Degrado del calcestruzzo. Additivi (fluidificanti e superfluidificanti).
Ceramici tradizionali a pasta compatta (porcellane) ed a pasta porosa (laterizi). Materie prime, processo di produzione ed utilizzi dei ceramici tradizionali. Degrado dei laterizi.
Vetri: materie prime, processo di produzione e tipologie principali.
Materiali polimerici. Termoplastici, termoindurenti ed elastomeri. Polimeri amorfi e semicristallini, proprietà meccaniche, tipi principali di materiali polimerici e loro utilizzo con particolare riferimento ai materiali utilizzati in campo civile-edile. Compositi: utilizzo di fibre di carbonio, fibre di vetro e fibre di basalto.
Leganti bituminosi. Tipi di bitume; struttura e composizione del bitume; proprietà e funzioni dei componenti SARA. Struttura colloidale del bitume. Prove di caratterizzazione dei leganti bituminosi. Bitumi modificati ed emulsioni bituminose.

Bibliografia e materiale didattico
materiale didattico fornito dal docente sul sito elearn.ing.unipi.it
Testi consigliati
Per la parte di chimica applicata all'ambiente:
un testo di fondamenti di chimica di base (suggerimenti: "Fondamenti di Chimica" di A.M. Manotti Lanfredi e A. Tiripicchio – Casa Editrice Ambrosiana; "Chimica" di I. Bertini, C. Luchinat e F. Mani – Casa Editrice Ambrosiana, "La Chimica di Base" di F. Nobile e P. Mastrorilli – Casa Editrice Ambrosiana).
Per la parte di Tecnologia dei Materiali:
Materiali da Costruzione – Luca Bertolini – Vol. 1 e 2 – Città Studi Edizioni
"Scienza e Tecnologia dei materiali" – W.E. Smith - McGraw-Hill oppure "Scienza e Ingegneria dei Materiali" di W.D. Callister, EdiSES.

Per ulteriori approfondimenti:
Il calcestruzzo Vito Alunno Rossetti - McGraw-Hill
Corrosione e protezione dei materiali metallici - Pietro Pedeferri – Città Studi Edizioni

Indicazioni per non frequentanti
nessuna variazione nel caso di studenti non frequentanti

Modalità d'esame
Prova scritta con esercizi numerici e domande teoriche
Prova orale con esercizi numerici e domande teoriche

Stage e tirocini
nessuno

Pagina web del corso
http://elearn.ing.unipi.it/enrol/index.php?id=1045

Note
Gli studenti possono chiedere spiegazioni e chiarimenti fissando un appuntamento con il docente tramite e-mail

Ultimo aggiornamento 02/02/2018 10:03