

SYLLABUS

BIOMATEMATICA

Prerequisiti

I corsi di matematica della laurea triennale + il corso di Sistemi dinamici: teoria e metodi numerici.

Obiettivi formativi

L'insegnamento si propone di introdurre lo studente alla modellazione matematica e alla simulazione di alcuni principali processi metabolici e bioelettrici sia nervosi che cardiaci. Lo studente acquisirà la capacità di procedere alla formulazione di modelli bio-fisiologici complessi. Obiettivo del corso è di fornire gli strumenti concettuali e metodologici di tipo sia analitico che numerico in modo che lo studente acquisisca le competenze necessarie per affrontare l'analisi qualitativa e quantitativa di modelli complessi e l'interpretazione dei risultati della loro simulazione numerica.

Programma e contenuti

Il corso si propone di introdurre lo studente ad alcune problematiche relative alla modellizzazione matematica e simulazione di fenomeni fisiologici (elettrofisiologia cellulare, fenomeni di reazione-diffusione, processi bioelettrici nervosi e cardiaci) fornendo gli strumenti concettuali e metodologici sia analitici che numerici.

- Modelli della fisiologia cellulare.
 - Reazioni biochimiche, cinetica enzimatica, legge di Michaelis-Menten, approssimazione quasi-stazionaria, fenomeni cooperativi, effetti di attivazione, inibizione e di autocatalisi.
 - Elettrofisiologia cellulare: membrana cellulare: diffusione e trasporto attivo.
 - Potenziale transmembranario, elettrodiffusione, potenziale di equilibrio di Nernst.
 - Dinamica delle correnti ioniche di membrana, modelli di canali ionici a subunità multiple, formalismo di Hodgkin-Huxley.
 - Modelli con due variabili, Modello di FitzHugh-Nagumo: analisi qualitativa: effetto soglia, eccitabilità e cicli limite.
 - Modello di Hodgkin-Huxley per la descrizione del potenziale d'azione, effetto threshold, effetto di refrattarietà, diagramma di biforcazione.
 - Introduzione ai sistemi di reazione-diffusione. Leggi di bilancio, equazione di diffusione. Termini reattivi, chemotattici e di trasporto. Condizioni iniziali ed al contorno.
 - Cenni sull'approssimazione numerica di problemi di evoluzione.
 - Introduzione alla propagazione in mezzi eccitabili.
 - Modello del cavo, equazioni bistabili e soluzioni di tipo traveling wave.
 - Modelli matematici in elettrocardiologia computazionale.
- Modello bidominio anisotropo per l'attività bioelettrica cardiaca, propagazione di fronti di eccitazione, fenomeni di rientro.

Metodi didattici

Lezioni in aula + laboratorio Matlab

Testi di riferimento

- F. Britton. Essential Mathematical Biology. Springer-Verlag, Heidelberg, 2003.
J.P. Keener, J. Sneyd. Mathematical Physiology I: Cellular Physiology. Springer-Verlag, New York, 2009.
J.P. Keener, J. Sneyd. Mathematical Physiology II: System Physiology. Springer-Verlag, New York, 2009.
P. Colli Franzone, L. F. Pavarino, S. Scacchi. Mathematical Cardiac Electrophysiology. Springer, 2014

Modalità verifica apprendimento

Prova scritta

Altre informazioni

CHEMISTRY OF MATERIALS

Prerequisiti

Basic notions of thermodynamic and general chemistry.

Obiettivi formativi

The aim of the course is to provide the students with a basic understanding of the properties and applications of a large class of materials, with particular emphasis on structure-property relations.

Programma e contenuti

First part:

Fabrication and processing of engineering materials, properties, and applications of ceramics and composite materials, structures of polymers, characteristics and applications of polymers.

Second part:

Properties and applications of metals, mechanical properties of metals, dislocations and strengthening mechanisms, failure, corrosion and degradation of materials

Metodi didattici

Frontal, interactive lessons, with on-screen slides and blackboard insights. The course includes also some lab activity focused on the synthesis and characterization of various types of materials.

Testi di riferimento

W.O. Callister, D.G. Rethwisch
Materials Science and Engineering
Wiley

Modalità verifica apprendimento

The examination is oral and focuses on the topics discussed in both parts of the course.

Altre informazioni

CHIMICA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI

Prerequisiti

E' richiesta una conoscenza degli aspetti di base della termodinamica classica, in particolare dell'equilibrio chimico.

Obiettivi formativi

Scopo del corso è duplice: da un lato completare le informazioni fornite nei corsi fondamentali relative agli strumenti metodologici richiesti per la comprensione delle principali tecniche di sintesi dei materiali solidi e dall'altra di presentare le principali tecniche utilizzate per la realizzazione di materiali tecnologicamente rilevanti sia in forma di polveri, che di materiali massivi e di film.

Programma e contenuti

Primo modulo

- Diagrammi di fase solido-solido e solido liquido: esame delle principali tipologie dei diagrammi binari: a eutettico semplice, soluzioni solide continue, formazioni di composti intermedi, smiscelamento. Rappresentazione dei sistemi ternari. Alcuni esempi di importanza tecnologica.
- Richiami sulla termodinamica dei difetti di punto e gli equilibri quasi chimici, con particolare attenzione ai sistemi di ossidi.
- Energia libera superficiale, interfacce tra grani di una stessa fase solida o di differenti fasi solide.
- Diffusione: leggi di Fick, meccanismi di diffusione per vacanze o per interstizi. Cinetica di movimento delle interfacce
- Cinetica dei processi di trasformazione di fase: nucleazione di un solido da un fuso puro, crescita controllata dal trasporto di energia, deposizione primaria, deposizione eutettica. Cenni sulla cinetica delle reazioni allo stato solido.
- Tecniche di preparazione di polveri e monocristalli.

Secondo modulo:

- richiamo sui materiali e loro proprietà funzionali
- polimeri e plastiche: caratteristiche chimico fisiche, proprietà meccaniche, metodi di produzione
- metalli e intermetallici: sintesi e produzione da fuso, raffinazione e metallurgia delle polveri su scala industriale e di laboratorio.
- additive manufacturing (stampa 3D): principi di funzionamento, descrizione delle tecniche, esempi e sviluppi
- sintesi di ceramici allo stato solido, in soluzione e in fase gas.
- Sintesi di film spessi e sottili, tecniche di deposizione fisica e chimica.
- fotolitografia, applicazione alla tecnologia del silicio.

Metodi didattici

Lezioni frontali svolte mediante presentazioni PowerPoint proiettate su schermo e approfondimenti usando la lavagna.

Testi di riferimento

Non è indicato un libro di riferimento. I docenti forniranno il materiale necessario sotto forma di presentazioni e riferimenti bibliografici ad articoli di letteratura.

Modalità verifica apprendimento

Esame orale in cui lo studente dovrà dimostrare familiarità con gli equilibri di fase, anche in sistemi complessi, con la cinetica delle trasformazioni di fase e con il ruolo svolto dagli equilibri dei difetti, nonché con le principali tecniche per la realizzazione di materiali in forma massiva e di film spessi e sottili.

Altre informazioni

Esame orale con votazione espressa in trentesimi. La prova riguarderà i diversi argomenti affrontati durante il corso (una domanda per ognuna delle tematiche viste) e sarà volta ad accertare le conoscenze acquisite e la capacità di valutare criticamente un processo chimico secondo i principi della Chimica Verde.

CHIMICA E TECNOLOGIE DEI POLIMERI

Prerequisiti

Nessuno a livello di Laurea magistrale.

Obiettivi formativi

Il corso si propone di introdurre lo studente alla chimica delle macromolecole, e di trattare aspetti avanzati, sia sintetici che applicativi, di macromolecole funzionali come materiali nanostrutturati per applicazioni in campo energetico, biomedico ed ambientale.

Programma e contenuti

Il corso focalizzerà inizialmente sulla classificazione e sulla presentazione delle diverse classi di macromolecole, e sulle differenze tra i principali metodi di polimerizzazione (policondensazione, poliaddizione). Verranno illustrati i principali metodi di analisi e caratterizzazione dei polimeri. Verranno introdotte le principali tecniche di polimerizzazione controllata, in particolare per quanto riguarda la polimerizzazioni radicaliche. Verranno illustrate alcune moderne tecniche per la preparazione di bioconiugati per applicazioni in campo biomedico. Verranno inoltre analizzati alcuni approcci avanzati per la preparazione di polimeri coniugati per applicazioni in campo energetico.

Metodi didattici

Lezioni.

Testi di riferimento

Saranno rese disponibili agli studenti dispense e altro materiale didattico, a cura del docente. Gli studenti possono affiancare al materiale didattico distribuito il seguente testo consigliato:

George Odian, "Principles of Polymerization", Wiley 2004.

Modalità verifica apprendimento

La prova di esame sarà in modalità orale, con il candidato chiamato a rispondere a domande del docente, con l'ausilio di lavagna.

Altre informazioni

CHIMICA FISICA DEI METALLI E DEI CERAMICI

Prerequisiti

Nozioni elementari di termodinamica classica, cristallografia e chimica dello stato solido, come vengono forniti dai corsi di base della laurea triennale.

Obiettivi formativi

Obiettivo del corso è quello di fornire agli studenti le basi per la comprensione della chimica fisica dei materiali ceramici e metallici, in termini di relazioni struttura-proprietà. In particolare, al termine del corso, lo studente sarà in grado di discutere i diagrammi di stato (fino a tre componenti), le strutture cristalline, e le proprietà meccaniche dei materiali metallici e ceramici.

Programma e contenuti

Nel primo modulo verranno trattati gli aspetti microscopici che stanno alla base di alcune proprietà dei metalli. Verrà illustrato il ruolo che giocano la struttura cristallina, la microstruttura e la difettistica nel definirne le proprietà meccaniche di questi materiali. Verranno analizzati anche i meccanismi microscopici associati a processi utilizzati nel trattamento dei metalli, quali la lavorazione a freddo, la ricottura e la precipitazione di fasi secondarie. Verranno infine presentati esempi di applicazione nell'ambito di sistemi metallici di rilevante interesse tecnologico.

Nel secondo modulo del corso si affrontano i materiali ceramici, discutendone prima le condizioni di stabilità a partire dalle curve energia libera-composizione a diverse temperature. Successivamente, si passeranno in rassegna le strutture di maggior interesse per i materiali ceramici (spinello, perovskite, rutilo, granato, pirocloro, fluorite, zircono e strutture correlate), con particolare enfasi sulla distinzione tra ordine a corto e lungo raggio. I composti disordinati vengono poi trattati principalmente per quanto riguarda le tecniche avanzate di indagine strutturale, fino a discutere la struttura locale dei ceramici amorfi.

Metodi didattici

Lezioni Frontali, interattive, svolte attraverso presentazioni proiettate su schermo e approfondimenti alla lavagna. Il secondo modulo ha una parte seminariale i cui contenuti sono discussi e concordati di volta in volta con gli studenti.

Testi di riferimento

Materiale didattico fornito dai docenti.

Modalità verifica apprendimento

La prova di esame è orale e verte sugli argomenti trattati in entrambi i moduli. In particolare, lo studente dovrà dimostrare di sapere discutere i diagrammi di fase, le strutture cristalline e le relazioni struttura-proprietà dei materiali trattati nel corso.

Altre informazioni

Il corso fornisce strumenti atti a perseguire gli obiettivi 7 e 12 dell'agenda 2030 dell'Onu.

CHIMICA VERDE

Prerequisiti

Allo studente di questo corso viene richiesta una buona conoscenza della chimica organica, con particolare riferimento alla reattività dei principali gruppi funzionali e alle tecniche di base che riguardano la preparazione e purificazione delle molecole organiche.

Obiettivi formativi

Il corso si prefigge l'obiettivo di sviluppare nello studente una maggiore consapevolezza circa l'impatto sulla società e sull'ambiente dei processi chimici, siano essi di nuova concezione, oppure l'evoluzione di altri pre-esistenti. Nell'ambito della sfida moderna di una chimica ad impatto ambientale zero, al termine del corso lo studente sarà in grado di studiare in maniera autonoma ed approfondita il sistema "reazione chimica" in ognuno dei fattori che lo caratterizzano (reagenti, solvente, condizioni di lavoro, ecc.).

Programma e contenuti

Il corso tratterà i seguenti argomenti:

Introduzione: Sviluppo sostenibile e nascita della Chimica Verde; i principi di Green Chemistry e obiettivi per lo sviluppo sostenibile (Agenda 2030).

Il sistema "Reazione Chimica" e gli strumenti per analizzarla (cenni di Green Metrics).

La scelta di un approccio sintetico ecosostenibile:

- Il ruolo della catalisi (catalisi omogenea ed eterogenea; catalizzatori supportati).
- Organocatalisi e biocatalisi (cenni).
- Fotochimica e fotocatalisi; sintesi elettrochimica; riscaldamento tramite micro-onde; reazioni via ultrasuoni; mecano-chimica.

Il ruolo del solvente nel costo ambientale (ed economico) di un processo; uso di solventi alternativi (liquidi ionici, fluidi supercritici, acqua); reazioni solvent-free.

La richiesta energetica di un processo e il suo costo ambientale. Il ruolo della biomassa per la produzione di composti chimici.

Energie rinnovabili: processi di produzione di biodiesel, bioetanolo, biogas e idrogeno.

Il riscaldamento globale: il ruolo dell'anidride carbonica, fissazione di CO₂.

Tecnologie innovative per la chimica verde: reazioni multi-componente; reazioni in condizioni di flusso.

Lo scopo finale del corso è quello di dotare lo studente degli strumenti necessari all'analisi e al miglioramento di un processo chimico secondo gli obiettivi dello sviluppo sostenibile e della Chimica Verde.

Metodi didattici

Lezioni frontali svolte mediante presentazioni PowerPoint e approfondimenti usando la lavagna.

Testi di riferimento

Appunti delle lezioni e materiale fornito dal docente.

Modalità verifica apprendimento

Esame orale con votazione espressa in trentesimi. La prova riguarderà i diversi argomenti affrontati durante il corso (una domanda per ognuna delle tematiche viste) e sarà volta ad accertare le conoscenze acquisite e la capacità di valutare criticamente un processo chimico secondo i principi della Chimica Verde.

Altre informazioni

Esame orale con votazione espressa in trentesimi. La prova riguarderà i diversi argomenti affrontati durante il corso (una domanda per ognuna delle tematiche viste) e sarà volta ad accertare le conoscenze acquisite e la capacità di valutare criticamente un processo chimico secondo i principi della Chimica Verde.

COMPLEMENTI DI ANALISI MATEMATICA

Prerequisiti

I contenuti dei corsi di Analisi Matematica, Geometria e Algebra.

Obiettivi formativi

Il corso, naturale completamento dell'insegnamento di Analisi Matematica precedentemente svolto nel Corso di Laurea Triennale, si propone di fornire agli Studenti ulteriori nozioni e strumenti dell'Analisi Matematica, utili per gli studi della Laurea Magistrale, come ad esempio: problemi di massimi e minimi vincolati, equazioni e sistemi di equazioni differenziali ordinarie, primi elementi di calcolo delle variazioni, serie di Fourier. Si insisterà sulla comprensione e sull'assimilazione delle definizioni e dei risultati principali, pur presentando alcune significative e importanti dimostrazioni. Ampio spazio sarà dato ad esempi ed esercizi.

Programma e contenuti

Calcolo differenziale ed applicazioni

Richiami sulle funzioni di più variabili: continuità, differenziabilità, gradiente, derivate direzionali, piano tangente, matrice Hessiana; massimi e minimi liberi. Funzioni implicite e teorema di Dini. Problemi di massimi e minimi vincolati; il metodo dei moltiplicatori di Lagrange.

Equazioni e sistemi differenziali

Introduzione alle equazioni differenziali ordinarie. Il problema di Cauchy e i problemi ai limiti. Equazioni non lineari del primo ordine in forma normale; teoremi di esistenza e/o unicità, in piccolo e in grande.

Estensione al caso dei sistemi. Equazioni differenziali lineari di ordine n . Alcuni casi particolari di equazioni differenziali del primo e del secondo ordine. Problemi ai limiti.

Calcolo delle Variazioni

Funzionali; massimi e minimi di funzionali. L'equazione di Eulero-Lagrange. Estremali ed estremanti. Esempi vari e applicazioni. Problemi isoperimetrici.

Analisi di Fourier

Funzioni periodiche. Polinomi trigonometrici e serie trigonometriche. Serie di Fourier; forma esponenziale della serie di Fourier. Proprietà ed esempi. Teoremi di convergenza per la serie di Fourier: convergenza puntuale, uniforme, in media quadratica. Alcune applicazioni alle equazioni differenziali. Cenni alla Trasformata di Fourier

Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni

Testi di riferimento

Si consigliano i testi elencati nel seguito:

- M. Bramanti, C.D. Pagani, S. Salsa, Analisi Matematica 2, ZANICHELLI
- S. Salsa, A. Squellati, Modelli dinamici e controllo ottimo, EGEA
- P. Marcellini, C. Sbordone, Esercitazioni di Matematica, 2 volume, parte prima e parte seconda, LIGUORI EDITORE.

Modalità verifica apprendimento

L'esame è costituito da una prova scritta, che consiste nella risoluzione di 4 o 5 esercizi e da una prova orale facoltativa. La prova orale deve essere sostenuta nel medesimo appello della prova scritta.

Altre informazioni

CONVERSIONE DELL'ENERGIA E FONTI RINNOVABILI

Prerequisiti

Conoscenze di base di idraulica, fisica tecnica, scienza delle costruzioni, macchine, elettrotecnica.

Obiettivi formativi

Conoscenza delle caratteristiche costruttive, funzionali e operative delle varie tipologie di centrali elettriche. Capacità di determinazione dei parametri principali d'impianto (con bilanci energetici e valutazioni tecnico-economiche) con particolare riferimento alle soluzioni più moderne ed efficienti. Cognizione specifica delle fonti rinnovabili.

Programma e contenuti

Energia: principi generali, fonti energetiche, bilanci energetici, produzione di energia elettrica.

Rete elettrica, regolazione di frequenza e tensione, bilanciamento di potenza e stabilità.

Centrali idroelettriche: classificazione degli impianti, piani di utilizzo dei corsi d'acqua, dimensionamento degli impianti, opere di sbarramento, opere di presa, opere di derivazione, opere di restituzione, macchinario idraulico, macchinario elettrico, problemi di regolazione e di telecontrollo, impianti di pompaggio.

Energia da fonti rinnovabili: energia dal sole, energia dal vento, energia dalle biomasse e dai rifiuti.

Microreti e sistemi di accumulo di energia. Interfaccia dei generatori con la rete mediante convertitori statici di potenza.

Centrali termoelettriche tradizionali: cicli termodinamici, caratteristiche impiantistiche, combustibili impiegati, generatori di vapore, turbine, impianti di condensazione, montante di macchina, cicli principali, servizi ausiliari, regolazioni, esercizio e manutenzione degli impianti, problemi chimici e di corrosione, interventi impiantistici e gestionali per la salvaguardia ambientale.

Turbogas e cicli combinati: generalità e caratteristiche costruttive delle turbine a gas, centrali termoelettriche ripotenziare con turbine a gas, nuove centrali a ciclo combinato, trasformazione di centrali termoelettriche tradizionali in cicli combinati.

Centrali nucleotermoelettriche: reazioni nucleari, fisica del reattore, tecnologia dei reattori di potenza, classificazione dei reattori, opzioni nucleari a breve e lungo termine.

Altri sistemi di generazione: celle a combustibile, cogenerazione, onde e correnti, fusione nucleare, centrali geotermiche.

Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni

Testi di riferimento

C. Belli, P. Chizzolini. Conversione dell'energia. Università di Pavia, Facoltà di Ingegneria, Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione, anno accademico 2014-15.

C. Belli. Esercitazioni di centrali idroelettriche, termoelettriche, turbogas e cicli combinati. Università di Pavia, Facoltà di Ingegneria, Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione, anno accademico 2014-15.

Modalità verifica apprendimento

L'esame consiste di una prova scritta con esercizi numerici sui temi trattati durante il corso.

La consegna degli esercizi svolti a casa costituisce requisito di ammissione all'esame.

Gli esercizi in aula e quelli da svolgere a casa sono caricati su piattaforma KIRO.

Lo studente dovrà inviare al docente per posta elettronica almeno una settimana prima dell'esame la risoluzione scritta degli esercizi a casa.

Altre informazioni

DINAMICA DELLE STRUTTURE

Prerequisiti

Conoscenze di Meccanica Razionale e Scienza delle Costruzioni.

Obiettivi formativi

Lo scopo del corso consiste nell'introduzione dei concetti fondamentali della dinamica strutturale lineare. Il corso è diviso in due parti, una relativa ai sistemi a un solo grado di libertà e una relativa a quelli a molti gradi di libertà. In entrambi i casi, l'obiettivo è fornire concetti e metodi per affrontare lo studio della dinamica strutturale, considerando in particolare equazioni del moto, vibrazioni libere, risposta a vari tipi di carico, analisi modale, spettri di risposta e valutazione numerica della risposta dinamica.

Programma e contenuti

1. Sistemi a un grado di libertà:

- Equazioni del moto;
- Vibrazioni libere;
- Eccitazione armonica e periodica;
- Eccitazione generica, a gradino e a impulso;
- Valutazione numerica della risposta dinamica;
- Spettri di risposta per sistemi lineari;
- Sistemi a un grado di libertà generalizzati.

2. Sistemi a molti gradi di libertà:

- Equazioni del moto;
- Vibrazioni libere;
- Smorzamento;
- Analisi dinamica e risposta dei sistemi lineari;
- Analisi modale con spettro di risposta;
- Valutazione numerica della risposta dinamica;
- Sistemi con massa ed elasticità distribuita.

Metodi didattici

Lezioni alla lavagna ed esercitazioni basate su Matlab.

Testi di riferimento

- Appunti del corso;
- A.K. Chopra, Dynamics of Structures. Pearson;
- R.W. Clough and J. Penzien, Dynamics of Structures. CBS;
- I. Iervolino, Dinamica delle Strutture e Ingegneria Sismica. Hoepli;
- T.J.R. Hughes, The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis. Dover.

Modalità verifica apprendimento

Prova scritta ed eventuale discussione orale (o, su proposta del docente, solo prova orale in caso di particolari necessità).

Altre informazioni

ELEMENTI DI MECCANICA COMPUTAZIONALE

Prerequisiti

Conoscenze di base di algebra, di meccanica dei solidi (concetti introduttivi di deformazione e tensione), di calcolo numerico.

Obiettivi formativi

Il corso si propone di fornire allo studente le conoscenze di base nell'ambito di alcuni metodi classici di meccanica computazionale.

In particolare, partendo dal classico metodo agli spostamenti per telai piani, si svilupperà il metodo degli elementi finiti per travi non deformabili a taglio e deformabili a taglio. Si passerà quindi allo sviluppo di elementi finiti per problemi al continuo bidimensionali (elementi triangolari e quadrangolari isoparametrici).

Programma e contenuti

Richiami sul metodo agli spostamenti per travi piane

Elementi finiti trave all'Eulero-Bernoulli partendo dall'equazione differenziale della linea elastica

Elementi finiti trave Timoshenko (deformabile a taglio) partendo dall'energia potenziale totale.

Problematiche di "locking" e possibili tecniche di soluzione: interpolazione "linked", sotto-integrazione, approccio misto alla Hellinger-Reissner

Problemi bidimensionali. Sviluppo di elementi finiti triangolari e quadrangolari isoparametrici. Integrazione numerica. Problematiche di "locking" e possibili tecniche di soluzione: sotto-integrazione, metodi "enhanced", approcci misti.

Metodi didattici

Lezioni frontali alla lavagna, proiezione di slide, esercitazioni al calcolatore.

Videolezioni e lezioni virtuali nel caso di impossibilità a offrire un servizio di didattica frontale.

Testi di riferimento

- Zienkiewicz, O. and R. Taylor (1991). The finite element method (fourth ed.), Volume I. New York: McGraw Hill.

- Taylor, R. (2000). A finite-element analysis program. Technical report, University of California at Berkeley. <http://www.ce.berkeley.edu/rlt>.

Modalità verifica apprendimento

Esame scritto (al calcolatore) di programmazione e esame orale a partire da una relazione con esercizi redatta dallo studente secondo le indicazioni fornite in aula.

I docenti si riservano la facoltà di convertire l'esame con un'unica seduta orale (sempre a partire da una relazione con esercizi redatta dallo studente secondo le indicazioni fornite in aula) qualora ci fossero durante il periodo di emergenza sanitaria.

Altre informazioni

FONDAMENTI DI MECCANICA SPERIMENTALE

Prerequisiti

Nozioni di base di analisi matematica, meccanica dei solidi, equilibrio e cinematica dei corpi, e dei modelli costitutivi dei materiali.

Obiettivi formativi

Il corso si propone di fornire agli studenti una conoscenza di base delle metodologie sperimentali di caratterizzazione meccanica dei materiali. Verranno inoltre illustrate le conoscenze di base sulla teoria della misura e sulla stima dell'incertezza.

Programma e contenuti

- Fondamenti di teoria della misura
 - o Significato della misura
 - o Sistemi di misura
 - o Incertezza di misura
- Richiami di analisi, vettori e trasformate
 - o Richiami sulle funzioni reali di variabili reali
 - o Analisi nel dominio della frequenza e trasformate di Fourier
 - o Analisi nel dominio di Laplace dei sistemi dinamici lineari
- Prove meccaniche
 - o Prova di trazione
 - o Prova di torsione
 - o Prova di flessione
 - o Prove in frequenza
 - o Cenno ai principali standard di prova ASTM e UNI-ISO
- Misure meccaniche
 - o misure meccaniche (lunghezze, massa, forza, coppia)
 - o misure fluidodinamiche (pressione, velocità, portata)
 - o misure termiche
 - o misure di deformazione tramite estensimetri elettrici a resistenza
- Calibrazione di modelli costitutivi
 - o Stima dei parametri di modello per materiali elasto-plastici
 - o Stima dei parametri di modello per materiali iperelastici
 - o Stima dei parametri di modello per materiali viscoelastici
 - o Stima dei parametri di modello per materiali elastici anisotropi

Metodi didattici

Lezioni alla lavagna, lezioni su diapositive, elaborazione analitica su Mathematica. Prove sperimentali di trazione, torsione e flessione condotte in laboratorio.

Testi di riferimento

-Doebelin, Ernest O. - "Strumenti e metodi di misura" " Il edizione – McGrawHill, 2008, Dispense distribuite dal docente.

Modalità verifica apprendimento

L'esame consiste in una discussione orale e lo svolgimento di esercizi svolti a casa.

Altre informazioni

IMPIANTI DI ENERGIA SOLARE E DI ENERGIA DA BIOMASSE

Prerequisiti

--

Obiettivi formativi

Il corso vuole fornire una visione la più completa possibile sulla produzione di energia da fonti rinnovabili. Si articola in due moduli dedicati rispettivamente a impianti a biomasse e impianti fotovoltaici. Ognuno dei moduli introdurrà i principi di funzionamento dei vari tipi di impianto e fornirà gli strumenti, sia teorici che tecnico pratici, necessari al dimensionamento delle parti che compongono l'impianto. Ove rilevante, saranno anche trattati gli aspetti normativi e sarà valutata la convenienza economica della costruzione ed esercizio dell'impianto.

Programma e contenuti

Impianti di energia solare

- Cos'è l'energia solare e come sfruttarla: sorgente e potenza disponibile, air mass, strumenti per la misura dell'irraggiamento, effetto fotoelettrico, struttura fisica della cella, tipi di celle fotovoltaiche.
- Celle e moduli fotovoltaici
- Produzione di energia elettrica
- Progettazione dell'impianto fotovoltaico.
- Valutazioni economiche: remunerabilità di un impianto solare.
- Impianti a concentrazione.
- Nuove tecnologie per lo sfruttamento dell'energia solare.
- Tecnologie ibride per lo sfruttamento dell'energia solare.

Impianti a biomasse

Biomasse: definizione e classificazione. Norme italiane in materia di riduzione delle emissioni di gas serra. Disponibilità biomasse a livello mondiale, europeo ed italiano. Disponibilità regionale delle biomasse. Filiera della biomassa legnosa, erbacea e da semi e frutti. Filiere possibili in Italia. Proprietà delle biomasse. Tipologie. Lignocellulosiche. Amidacee. Saccarifere. Oleaginose. Rifiuti solidi urbani (RSU). Reflui zootecnici. Biocombustibili liquidi. Biocombustibili gassosi. Processi di conversione delle biomasse. Tipologie e analisi globali dei sistemi di conversione. Reattori parametri e analisi di processo. Tipologie di reattori. Parametri di processo. Analisi di processo. Conversione biochimica. Digestione anaerobica. Fermentazione. Estrazione di oli, raffinazione ed esterificazione. Sistemi di immissione. Sistemi di miscelazione. Sostanze nocive. Condizionamento a freddo. Condizionamento a caldo. Sistemi di monitoraggio. Generazione di calore. Termocamini. Caldaie. Centrali termiche. Generazione di elettricità. Turbomacchine motrici. Celle a combustibile. Descrizione e analisi dei sistemi di generazione da biomasse. Impianti di digestione anaerobica. Impianti di gassificazione. La cogenerazione. Analisi dei costi e dei ricavi. Esercizio in parallelo alla rete elettrica di sistemi a biomasse. Sistemi incentivanti e ritiro commerciale dell'energia elettrica iniettata in rete. Descrizione e simbolismo di uno schema P&ID (Process and Instrument Diagram). Progetti di impianto a biomasse.

Metodi didattici

Lezioni

Testi di riferimento

Verranno forniti lucidi e/o dispense relativi agli argomenti trattati durante il corso.

Testi consigliati:

"Guida Blu n. 15" - Vito Carrescia - Edizioni TNE

"Wastewater engineering - Treatment and Reuse" Metcalf & Eddy - Mc Graw Hill

"Depurazione Biologica" - Vismara - Hoepli

"Biofuels Engineering Process Technology" - Caye M. Drapcho, Nghiem Phu Nhuan, Terry H. Walker - Mc Graw Hill

Modalità verifica apprendimento

Per ognuno dei moduli è previsto un orale durante il quale sarà presentato e discusso un progetto sviluppato dal candidato.

Altre informazioni

INNOVABILITY AND CIRCULAR ENTREPRENEURSHIP

Prerequisiti

Foundations in business management. strategy and marketing.

Obiettivi formativi

1. Knowing and understanding the issues of innovation and entrepreneurship when pursuing sustainability
2. Working autonomously and in teams in order to identify and solve real problems
3. Communicating effectively the results of own work
4. Learn and practice design thinking approach

Programma e contenuti

- Introduction to sustainability and the UN SDGs
- The business case for sustainability. Stakeholder theory. From CSR to CSV
- Innovability. Innovation types and processes for sustainability
- The circular economy and circular entrepreneurship. Designing opportunities, value proposition and business model.
- The sustainable enterprise. Strategy, supply chain, marketing, finance and reporting
- Focus on marketing and use of behavioral economy for sustainability
- Social enterprise

Metodi didattici

The course uses:

- presentation and critical discussion of theories and concepts
- real case studies to be discussed in teams and presented
- design thinking simulations

The course -depending on the rules applied in the second semester_ will be either totally provided in class or in FLIPPED mode (slides and readings on conceptual issues available on line on Kiro platform and lectures in class for case discussions and exercises)

Testi di riferimento

A.Zucchella, S.Urban, Circular entrepreneurship, Palgrave, 2019

Other readings. slides and materials available on KIRO platform

Modalità verifica apprendimento

1. Case studies discussion and presentation
2. Design thinking exercises and simulations
3. Final exam with open questions

Altre informazioni

INTELLIGENZA ARTIFICIALE IN MEDICINA

Prerequisiti

--

Obiettivi formativi

Questo corso si propone di fornire le competenze necessarie allo sviluppo di un sistema di supporto alle decisioni in medicina. In particolare, vengono introdotti gli strumenti per la concettualizzazione, la formalizzazione e la gestione della conoscenza, e viene discussa la loro applicazione nella modellizzazione di processi sanitari. La prima parte del corso è dedicata alla modellizzazione della conoscenza attraverso le Ontologie. La seconda parte del corso tratta il tema della Evidence-Based Medicine, con particolare attenzione alla stesura di Linee Guida per la pratica clinica e alla loro infomatizzazione sotto forma di Computer Interpretable Guidelines (CIG). Infine, viene introdotta la modellizzazione dei processi di lavoro, partendo dal mondo aziendale e poi focalizzandosi sui processi sanitari.

Durante il corso vengono introdotti due strumenti software, che consentiranno di realizzare un prototipo di sistema di supporto alle decisioni basato sulle linee guida per la pratica clinica corrente.

L'obiettivo principale di questo corso è trasmettere l'importanza, soprattutto in ambito sanitario, della concettualizzazione e della formalizzazione della conoscenza. Attraverso l'applicazione pratica è possibile comprendere la complessità delle fasi di costruzione di un sistema di supporto alle decisioni e del suo effettivo impiego all'interno della pratica clinica.

Programma e contenuti

Ingegneria della conoscenza

I modelli di sistemi basati sulla conoscenza

La creazione e la gestione della conoscenza

Introduzione all'intelligenza artificiale in medicina

La storia dell'intelligenza artificiale in medicina

Sistemi di supporto alle decisioni in medicina

Costruzione di basi di Conoscenza

Ontologie

Come si modella un'ontologia

Creazione di ontologie in Protegé

Formalizzazione della Conoscenza Medica

Le linee guida per rappresentare i comportamenti consigliati in medicina: la loro costruzione e disseminazione in ambito sanitario

Le linee guida informatizzate

Process Modeling

Rappresentazione di processi tramite workflow

Reti di Petri e relative estensioni

Modellazione di workflow con le reti di Petri

YAWL per la modellizzazione dei processi di cura

Metodi didattici

Lezioni, esercitazioni, laboratori

Testi di riferimento

Dispense e materiale di approfondimento disponibili sul sito del corso.

Altri testi:

R. Greenes: Clinical decision support- The road for broad adoption, 2nd Edition, Academic Press

R. Arp, B. Smith, A.D. Spear: Basic Formal Ontologies, The MIT Press

Modalità verifica apprendimento

Durante il corso gli studenti impareranno ad utilizzare 2 software tool che permettono loro di applicare tutte le nozioni apprese durante le lezioni frontali. Nella seconda metà del corso, gli studenti si dividono in gruppi di 3 persone, a cui viene assegnato un progetto. Il progetto è incentrato sulla costruzione di un prototipo di un sistema di supporto alle decisioni basato su una linea guida a scelta, utilizzando i tool presentati a lezione.

L'esame finale si compone di due parti: (1) presentazione orale e valutazione dei progetti, che vengono giudicati per ciascun gruppo, e (2) valutazione individuale, tramite un test sulla parte di teoria.

Altre informazioni

LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA - 1

Prerequisiti

Allo studente viene richiesta una buona conoscenza:

- dei concetti fondamentali acquisiti nel corso di Chimica Generale ed Inorganica 1
- dei concetti collegati alle caratteristiche chimico-fisiche delle molecole appresi nel corso di Chimica Organica.
- delle principali metodiche di laboratorio fornite nel corso di Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica 1

Obiettivi formativi

Identificazione di composti incogniti tramite l'interpretazione di spettri IR e NMR. Apprendimento delle principali tecniche laboratorio.

Programma e contenuti

Spettroscopia IR e NMR.

Laboratorio: principali tecniche di purificazione, estrazione di composti naturali, sintesi organica.

Metodi didattici

Lezioni Frontali

Esercitazioni di laboratorio

Testi di riferimento

"Chimica Organica" Marc Ludon

"Organic Structures from Spectra" di L.D. Field, S. Sternhell e J.R. Kalman.

Modalità verifica apprendimento

L'esame comprende la presentazione delle relazioni di laboratorio ed una prova scritta che accerta l'acquisizione delle conoscenze relative alle tecniche spettroscopiche utilizzate in laboratorio (IR ed NMR).

Altre informazioni

LABORATORIO DI LINGUA INGLESE

Prerequisiti

Livello di competenza B1 in lingua inglese (QCER)

Obiettivi formativi

A completamento del corso, gli studenti avranno sviluppato le abilità di comunicazione e l'inglese specialistico delle professioni dell'ingegneria. Più in dettaglio saranno in grado di:

- utilizzare il gergo tecnico appropriato ai settori dell'ingegneria industriale e delle costruzioni;
- collaborare in maniera efficace in gruppi alla creazione e revisione di documenti tecnici;
- presentare i propri progetti davanti a una varietà di pubblici di esperti e non-esperti.

Programma e contenuti

Gli ingegneri necessitano di supportare le proprie conoscenze tecniche con ottime capacità di comunicazione. Con questa premessa, il corso intende sviluppare le abilità comunicative in lingua inglese applicate ai diversi contesti professionali degli ingegneri, industriale, della ricerca applicata e della pubblica amministrazione.

Il corso prevede varie attività di scrittura e presentazione orale, quali, la relazione tecnica, l'analisi di dati, la relazione sul progetto e insegna come comunicare concetti tecnici a un pubblico di specialisti e non-specialisti.

Metodi didattici

Seminari, lavoro in piccoli gruppi, attività di laboratorio, lezioni di docenti esterni, partecipazione attiva da parte degli studenti con task guidati e presentazioni orali.

Testi di riferimento

Ibbotson, Mark (2009) Professional English in Use: Engineering. With Answers. Series: Technical English for Professionals, B1-B2, Cambridge, Cambridge University Press.

Ulteriori materiali saranno resi disponibili tramite la pagina del corso in Kiro (e-learning.unipv.it)

Modalità verifica apprendimento

L'esame per ottenere i 3 CFU di Laboratorio di Lingua inglese consiste in una presentazione orale di 10 minuti di uno dei progetti delle materie specialistiche studiate, a scelta di ciascun candidato.

Altre informazioni

Maggiori informazioni sulle attività di progetto disponibili saranno pubblicate regolarmente sulla pagina web del corso di laurea.

LABORATORIO PROGETTUALE

Prerequisiti

E' preferibile una conoscenza dei concetti fondamentali dei seguenti insegnamenti: Analisi Matematica, Fisica, Biomeccanica e Simulazione di Dispositivi Biomedici, Elementi di Meccanica Computazionale. Specifici prerequisiti verranno richiesti in relazione agli specifici progetti da svolgere.

Obiettivi formativi

Il corso si pone l'obiettivo di mettere lo studente in condizione di misurarsi con un'attività progettuale su richiesta aziendale. Il corso non prevede, infatti, alcuna lezione frontale o esercitazione, ma è dedicato unicamente alla messa in pratica da parte dello studente delle conoscenze acquisite per la risoluzione di un problema applicato. Le tematiche progettuali saranno orientate alla risoluzione di problemi applicati proposti dai docenti e/o definite sulla base delle proposte delle aziende partner del corso, che saranno regolarmente coinvolte nella definizione di nuovi problemi di loro interesse. Questo elemento vuole rappresentare uno stimolo in più per lo studente, che potrà confrontarsi con il mondo aziendale.

Programma e contenuti

I progetti oggetto dell'attività di laboratorio riguarderanno le tematiche del corso di studi. A titolo di esempio:

- metodologie di sviluppo, produzione e trasformazione di diversi materiali, con particolare riferimento alle tecnologie additive;
- comportamento meccanico e proprietà strutturali/funzionali dei materiali;
- progettazione di materiali e componenti per applicazioni strutturali e funzionali;
- impiego, anche in condizioni estreme, dei materiali, del loro degrado, protezione e ripristino, e degli aspetti riguardanti il loro riciclo e riutilizzo a fine vita;
- modellizzazione matematica del comportamento dei materiali e dei processi di trasformazione finalizzata alla loro investigazione e trattazione teorica;

Metodi didattici

Il corso si articolerà interamente in attività progettuali sotto la guida di un docente di riferimento che svolga docenza nel corso di laurea. Per i progetti che prevederanno lo svolgimento di attività presso l'azienda committente, sarà identificato anche un referente aziendale che seguirà lo studente. Non saranno previste lezioni frontali, ma il docente di riferimento provvederà ad indirizzare lo studente verso un approfondimento autonomo delle tematiche oggetto del laboratorio progettuale.

Testi di riferimento

Materiale di approfondimento a cura del docente di riferimento.

Modalità verifica apprendimento

La verifica dell'apprendimento comprenderà lo svolgimento di una relazione sull'attività di progetto che verrà presentata ad una commissione appositamente identificata dal docente di riferimento.

Altre informazioni

Maggiori informazioni sulle attività di progetto disponibili saranno pubblicate regolarmente sulla pagina web del corso di laurea.

MANIFATTURA ADDITIVA

Prerequisiti

E' preferibile una conoscenza dei concetti fondamentali dei seguenti insegnamenti: Analisi Matematica, Fisica, Biomeccanica e Simulazione di Dispositivi Biomedici, Elementi di Meccanica Computazionale.

Obiettivi formativi

Durante il corso lo studente acquisirà competenze sul funzionamento delle principali tecnologie di Additive Manufacturing e sull'intero processo di prototipazione, dalla creazione di modelli virtuali tramite disegno CAD, alla loro preparazione per la produzione, fino alla generazione del codice macchina.

Lo studente acquisirà, inoltre, competenze sul comportamento meccanico dei materiali realizzati tramite Additive Manufacturing e sulla caratterizzazione meccanica degli stessi, con particolare riferimento alla tecnologia FDM. Durante il corso si approfondiranno le problematiche e i vantaggi delle tecnologie di Additive Manufacturing e si introdurranno i fondamenti della progettazione assistita al calcolatore per la produzione di componenti avanzati.

Programma e contenuti

- Introduzione alle tecnologie di Additive Manufacturing.
- Focus su tecnologia FDM e materiali termoplastici.
- Introduzione al CAD: disegno di parti, realizzazione di assiemi, accoppiamenti, tolleranze e quotatura.
- Introduzione ai software di post-elaborazione di modelli virtuali.
- Introduzione ai software di slicing FDM e SLA e ai relativi parametri.
- Generazione di codici macchina per la produzione.
- Cenni di modelli costitutivi per materiali FDM, caratterizzazione meccanica e normative di riferimento, progettazione assistita di componenti avanzati.
- Cenni di applicazione delle tecnologie di Additive Manufacturing per la generazione di componenti specializzate (a titolo di esempio: modelli anatomici per utilizzo clinico, componenti meccaniche ad alto contenuto tecnologico) .
- Laboratorio con attività pratiche su tecnologie FDM e SLA.

Metodi didattici

Il corso comprenderà lezioni di didattica frontale, esercitazioni sull'utilizzo dei software visti a lezione, e attività pratiche di laboratorio con l'utilizzo di tecnologie di Additive Manufacturing.

Testi di riferimento

Slide e materiale di approfondimento a cura dei docenti, disponibili su piattaforma Kiro.

Alcuni testi di riferimento:

"Materiali per la stampa 3D: possibilità attuali e prospettive future", di F. Auricchio, S. Marconi, G. Alaimo, in Stampa 3D di C. Galli e A. Zama, FiLOdiritto Editore

"Additive Manufacturing Technologies" di I. Gibson, D. Rosen, B. Stucker, Springer Editore Materiale di approfondimento a cura del docente di riferimento.

Modalità verifica apprendimento

La verifica dell'apprendimento avverrà mediante prova orale e comprenderà la discussione delle esercitazioni assegnate durante il corso.

Altre informazioni

--

MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY

Prerequisiti

Basic notions of thermodynamic and general chemistry

Obiettivi formativi

The aim of the course is to introduce the students to the basic understanding of the thermodynamics, structure, and reactivity of solid materials.

Programma e contenuti

First part:

Atomic Structure and interatomic Bonding, fundamentals of crystallography, the structure of crystalline solids, imperfections in solids, diffusion.

Second part:

Phase diagrams, Phase transformations, Electrical, Thermal, and Magnetic properties of solids.

Metodi didattici

Frontal, interactive lessons, with on-screen slides and blackboard insights. The course includes also some lab activity focused on the synthesis and characterization of various types of materials.

Testi di riferimento

W.O. Callister, D.G. Rethwisch
Materials Science and Engineering
Wiley

Modalità verifica apprendimento

The examination is oral and focuses on the topics discussed in both parts of the course.

Altre informazioni

MECCANICA DEI SOLIDI E DELLE STRUTTURE

Prerequisiti

Conoscenze dei concetti dati nei corsi di Meccanica Razionale o introduttivi di Meccanica delle Strutture

Obiettivi formativi

Il corso si propone di approfondire la conoscenza e la comprensione dei fondamenti matematici e fisici della meccanica dei continui dei solidi e di migliorare la capacità di applicarne i principi alla risoluzione di problemi di ingegneria strutturale.

Programma e contenuti

- introduzione
 - o Meccanica dei solidi deformabili: definizione
 - o Costruzione del modello vs realtà fisica
 - o Principi di base della modellazione meccanica: cinematica, equilibrio, equazioni costitutive

- Revisione su vettori e tensori
 - o Vettori e tensori: un'introduzione
 - o Notazioni compatte, indicative, ingegneristiche/Voigt
 - o Operazioni tra vettori e tensori
 - o Calcolo vettoriale e tensoriale

- Ripasso di meccanica dei solidi (e notazione) dai corsi base (I)
 - o Cinematica
 - cambio di configurazione, riferimento e configurazione attuale; configurazione di riferimento come configurazione naturale per la cinematica
 - campo di spostamento, gradiente di cambiamento di configurazione, tensore di deformazione di Cauchy-Green, tensore di deformazione di Green-Lagrange
 - Ipotesi fondamentali: piccolo gradiente di spostamenti; interpretazione dei campi di spostamento in termini di corpo rigido e quote di deformazione
 - o Equilibrio
 - configurazione attuale come configurazione naturale per studiare l'equilibrio
 - azioni esterne e interne, equilibrio per un corpo deformabile in forma integrale
 - Principio di azione/reazione, tensore di Cauchy
 - o Principio del lavoro virtuale

- Ripasso di meccanica solida (e notazione) dai corsi di base (II)
 - o Risposta materiale e relazioni costitutive
 - o Elasticità verde
 - o Isotropia

- Formulazioni variazionali e formulazioni basate sull'energia per problemi 3D
 - o Minimo di energia libera
 - o Minimo di energia libera complementare
 - o Principi di Hellinger-Reissner e Hu-Washizu

- Modello di trave piana (modello strutturale 1D)
 - o Ipotesi cinematiche e deformazioni
 - o Equilibrio dal principio del lavoro virtuale e costruzione delle azioni risultanti
 - o Equazioni costitutive della trave
 - o Modello di trave di Eulero-Bernoulli
 - o Modello di trave di Timoshenko

- Modello di piastra (modello strutturale 2D)
 - o Ipotesi cinematiche e deformazioni
 - o Equilibrio dal principio del lavoro virtuale e risultanti della piastra
 - o Equazioni costitutive della piastra
 - o Modello di piastra Kirchhoff-Love
 - o Modello di piastra Reissner-Mindlin
- Principio del lavoro virtuale per trave (piana)
 - o PVW dei problemi di trave piana
 - o Uso di PVW per risolvere semplici problemi di trave
 - o Uso di PVW per risolvere problemi di trave iper-vincolata
- Formulazioni energetiche per la risoluzione di problemi 1D e 2D
 - o Derivazione del modello di trave piana di Timoshenko
 - o Derivazione del modello di piastra Reissner-Mindlin
 - o Elasticità vs anelasticità in termini di energia e dissipazione
- Analisi limite: concetti fondamentali e semplici casi studio
 - o Strutture a traliccio: analisi limite
 - o Teoremi cinematici
 - o Teoremi di equilibrio
 - o Strutture a trave semplice: analisi dei limiti
- Meccanica dei solidi: estensione al caso di deformazioni finite
 - o Cinematica
 - Misura della deformazione nella configurazione attuale
 - Concetto push-forward e pull-back
 - o Equilibrio
 - Primo e secondo tensore delle sollecitazioni di Piola-Kirchhoff
- Teorie strutturali 1D semplici: estensione a deformazione finita
- Concetti base di instabilità delle strutture

Metodi didattici

Lezioni alla lavagna, lezioni su diapositive, tutorial pratici basati su Mathematica. Il corso si svolgerà in lingua inglese se la percentuale di studenti non madrelingua italiani è superiore al 25%.

Testi di riferimento

- Dispense distribuite dal docente;
- K.D. Hjelmstad, Fundamentals of Structural Mechanics, Second Edition, Springer;
- L. Corradi dell'Acqua, La meccanica delle strutture, vol. 3, McGraw Hill (in particular, chap. 13 for limit analysis);
- O. Zienkiewicz, R.L. Taylor, J.Z. Zhu, The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals, Butterworth-Heinemann, 2013.

Modalità verifica apprendimento

L'esame consiste in una valutazione scritta, una discussione orale e lo svolgimento di esercizi svolti a casa

Altre informazioni

MECHANOBIOLOGY AND PHARMACEUTICAL RESEARCH

Prerequisiti

Comprensione della lingua inglese.

Sebbene questi argomenti saranno brevemente coperti all'inizio del corso, gli studenti dovrebbero avere una buona conoscenza dei seguenti argomenti:

1. Meccanica dei solidi
 - Meccanica dei corpi rigidi e diagrammi di corpo libero
 - Meccanica dei corpi deformabili
 - Meccanica delle grandi deformazioni
2. Dinamica dei fluidi
 - Statica
 - Fluidi Newtoniani
 - Equazioni di Navier-Stokes
 - Reologia
 - Analisi dimensionale
3. Meccanica statistica
 - Energia interna
 - Entropia
 - Energia libera
 - Insieme (micro-)canonico
 - Processi random walk

Obiettivi formativi

Uno degli obiettivi della ricerca in farmacologia è creare modelli di culture cellulari che possano aiutare a sviluppare terapie personalizzate. Piattaforme di cultura cellulare ingegnerizzate, come gli organoidi e gli organs-on-chips, rispondono a questa esigenza e creano una prospettiva lavorativa per laureati in ingegneria biomedica in aziende farmaceutiche. In questo corso avanzato, gli studenti impareranno le tecniche di ingegneria tissutale necessarie a fabbricare Hearts-on-chips e le strategie di biomeccanica sperimentale e computazione che servono a caratterizzarli.

Questo corso, tenuto da docente appena rientrato dall'Harvard University Wyss Institute dove gli organs-on-chips sono stati inventati, ha i seguenti obiettivi:

Conoscere le principali applicazioni nel settore farmaceutico di:

Mechanobiologia

Organs-on-chips

Essere in grado di replicare esperimenti e/o analisi come descritti nelle pubblicazioni scientifiche di settore.

Sapere valutare criticamente le pubblicazioni scientifiche di settore

Saper comunicare in forma analitica e sintetica gli sviluppi di questo settore

Essere in grado di interfacciarsi con gli esperti del settore coinvolti nel corso.

Programma e contenuti

Ricerca e sviluppo nelle aziende farmaceutiche

Nozioni avanzate di biologia cellulare

Nozioni avanzate di meccanica dei solidi e statistica

La mechanobiologia cardiaca

Misure di contrattilità di cellule muscolari cardiache

Misure di meccanotrasduzione

Metodi didattici

Didattica capovolta:

Studio di casi (pubblicazioni)

Approfondimento in classe

Attività di laboratorio

Testi di riferimento

Il materiale principale verrà distribuito dal docente.

Approfondimenti consigliati:

Jacobs, C. R. Introduction to Cell Mechanics and Mechanobiology. (ISBN-13: 978-0815344254)

Nelson P. Biological Physics. Energy, Information, Life. (ISBN: 978-0578695471)

Hang, J; Bocard, D; Peitsch M. C.. Organ-on-a-chip: Engineered Microenvironments for Safety and Efficacy Testing. (ISBN: 978-0128172025)

Modalità verifica apprendimento

Prova scritta + orale facoltativo

Altre informazioni

METODI COMPUTAZIONALI E DESIGN MOLECOLARE IN CHIMICA BIOORGANICA

Prerequisiti

Allo studente di questo corso viene richiesta una buona conoscenza della chimica organica (con particolare riferimento alla struttura e reattività dei principali gruppi funzionali), della chimica fisica (con particolare riferimento ai principi base della termodinamica e cinetica) e la conoscenza degli aspetti basilari delle strutture e delle classi delle molecole biologiche, in particolare proteine, enzimi e acidi nucleici.

Obiettivi formativi

Il corso si prefigge l'obiettivo di preparare lo studente ad utilizzare e sviluppare tecniche computazionali e simulate per lo studio sistemi chimici e biologici finalizzate alla progettazione di nuove molecole. Tali molecole potranno avere applicazioni come chemical tools, nuovi farmaci, materiali.

In generale il fine del corso è quello di preparare lo studente ad affrontare problemi all'interfaccia tra la chimica e la biologia fornendo i fondamenti necessari per comprendere processi chimico-biologici complessi a livello atomico e ad utilizzare questa conoscenza per il design e la progettazione di nuove molecole attive.

Le principali domande in questo contesto riguardano lo studio della struttura e processi di folding di proteine, la visualizzazione di biomolecole e sistemi, la predizione e analisi delle interazioni tra molecole biologiche e piccole molecole (farmaci, chemical tools) o tra proteine ed altre macromolecole biologiche, lo studio e la predizione della reattività e funzione di enzimi. Attenzione particolare verrà posta all'utilizzo di nuovi metodi di machine learning e artificial intelligence.

Programma e contenuti

Il corso tratterà i seguenti argomenti:

- Introduzione allo studio computazionale di sistemi chimici e biochimici complessi.
- Cenni di termodinamica statistica per lo studio di sistemi complessi
- Struttura di proteine e aspetti fondamentali dei processi di riconoscimento molecolare in sistemi chimico-biologici.
- Dinamica Molecolare: studio delle correlazioni tra struttura, movimento e attività in molecole su varie scale.
- Studio dell'interazione tra piccola molecole e proteina: calcolo dell'energia di interazione.
- Reattività enzimatica e modellizzazione di reazioni in contesti biologici complessi: metodi teorici e computazionali
- Studio, analisi e predizione delle interazioni proteina-proteina.
- Metodi di machine learning in chimica e chimica biologica.
- Il design e la progettazione di piccole molecole attive in contesti biologici, chemical tools e nuovi farmaci.
- Design e progettazione di nuove macromolecole biologiche ed enzimi con reattività non esistenti in natura.
- Nanomolecular design: ingegnerizzazione di biomolecules e strutture su nanoscala come proteine, liposomi e architetture biomimetiche per lo sviluppo di nanomateriali funzionali.
- Cenni di structural vaccinology e progettazione di nuove molecole attive nell'ambito dell'immunologia.

Metodi didattici

Lezioni frontali svolte mediante presentazioni PowerPoint e approfondimenti usando la lavagna. Esercitazioni su problemi di design computazionale al computer.

Testi di riferimento

Appunti delle lezioni e materiale fornito dal docente.

Testo consigliato: Andrew R. Leach. *Molecular Modelling, principles and applications*.

Ed. Pearson

Modalità verifica apprendimento

Esame orale. La prova riguarderà i diversi argomenti affrontati durante il corso e sarà volta ad accertare le conoscenze acquisite e la capacità di valutare/sviluppare criticamente un processo computazionale e di design in chimica bioorganica.

Altre informazioni

METODI NUMERICI AVANZATI PER LE EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI

Prerequisiti

Conoscenze di base di analisi numerica, analisi matematica, equazioni differenziali alle derivate parziali e del linguaggio Matlab.

E' preferibile aver seguito, o seguire nello stesso semestre, il corso di Elementi Finiti.

Obiettivi formativi

Il corso si propone di studiare in dettaglio alcuni metodi moderni per l'approssimazione numerica di equazioni alle derivate parziali di interesse per le applicazioni.

I metodi considerati verranno analizzati da un punto di vista teorico ed implementati numericamente.

Programma e contenuti

Si presenteranno alcune tecniche avanzate per la soluzione di equazioni differenziali alle derivate parziali che complementano ed estendono quanto presente nel programma del corso di Elementi Finiti.

Ad esempio: metodo degli elementi al bordo (BEM), metodo isogeometrico, metodo degli elementi virtuali (VEM), metodo di Galerkin discontinuo (DG), metodo immersed boundary (IBM), metodo di decomposizione dei domini (DD), problemi agli autovalori, metodo di Galerkin space-time, tecniche di preconditionamento.

Metodi didattici

Lezioni frontali, esercitazioni in laboratorio informatico, studio di articoli di ricerca, seminari.

Testi di riferimento

Appunti e note del docente.

Articoli scientifici forniti dal docente.

Modalità verifica apprendimento

Esame orale con discussione di elaborati.

Altre informazioni

MODELLI COSTITUTIVI DEI MATERIALI

Prerequisiti

Conoscenze di base di algebra, di meccanica dei solidi (concetti introduttivi di deformazione e tensione), di calcolo numerico.

Obiettivi formativi

Il modulo si propone di introdurre lo studente allo studio ed all'utilizzo di modelli matematici analitici e numerici per la descrizione del comportamento costitutivo di materiali.

Partendo da un inquadramento generale della teoria dei corpi deformabili, si affronterà lo sviluppo di legami elastici ed inelastici (discutendo modelli di visco-elasticità, visco-plasticità, plasticità, con possibili estensioni al caso di danno e fatica), per materiali isotropi e non isotropi, dando anche cenni alle problematiche per la loro soluzione in ambito numerico.

Si discuterà anche delle prove meccaniche da svolgere per la calibrazione dei modelli.

Programma e contenuti

Il modulo si propone di introdurre lo studente allo studio ed all'utilizzo di modelli matematici analitici e numerici per la descrizione del comportamento costitutivo di materiali. Partendo da un inquadramento generale della teoria dei corpi deformabili, si affronterà lo sviluppo di legami elastici ed inelastici (discutendo modelli di visco-elasticità, visco-plasticità, plasticità, con possibili estensioni al caso di danno e fatica), per materiali isotropi e non isotropi, dando anche cenni alle problematiche per la loro soluzione in ambito numerico.

Prove meccaniche verranno discusse.

- Richiami di algebra tensoriale

- Fondamenti di meccanica dei corpi deformabili nell'ipotesi di piccole deformazioni.

- Analisi della deformazione. Equilibrio. Particolarizzazione al caso di piccoli gradienti di spostamento.

Principi fondamentali per lo sviluppo di legami costitutivi: invarianza dell'osservatore e simmetria materiale

Modelli elastici in piccole deformazioni: elasticità alla Cauchy ed elasticità alla Green. Sviluppo di modelli per diverse simmetrie materiale: materiali isotropi, materiali con una fibra, materiali con due fibre.

Estensione al caso di grandi deformazioni.

Sviluppo di un programma di calcolo (per esempio in Matlab) per la simulazione di storie a controllo di deformazione e/o di tensione.

Applicazione al caso di particolari classi di materiali (ad esempio, polimeri, materiali compositi, tessuti biologici molli, etc.). Confronto con dati sperimentali e sviluppo di un programma per la determinazione automatica dei parametri costitutivi.

Modelli inelastici in piccole deformazioni: visco-elasticità, viscoplasticità, plasticità classica, plasticità con incrudimento isotropo e cinematico.

Schemi di integrazione soluzione numerica e sviluppo di un programma di calcolo (in matlab o in sage) per la simulazione di storie a controllo di deformazione e/o di tensione.

Applicazione al caso di particolari classi di materiali inelastici (ad esempio, materiali metallici, calcestruzzo, etc.). Confronto con dati sperimentali.

Possibili cenni su fenomeni di danno e fatica per materiali.

Metodi didattici

Lezioni frontali con implementazione dei modelli al calcolatore ove necessario.

Testi di riferimento

Appunti a cura del docente.

Materiale didattico per ulteriori approfondimenti: .

Besson, J. et al.. Non-linear mechanics of materials. Springer (2010).

Bonet, J. and R. Wood (1997). Nonlinear Continuum Mechanics for finite element analysis. Cambridge

University Press.

Hjelmstad, K. (1997). Fundamentals of Structural Mechanics. Prentice Hall.

Holzapfel, G. (2000). Nonlinear solid mechanics: a continuum approach for engineering. John Wiley & Sons.

Lemaitre, J. and J. Chaboche (1990). Mechanics of solid materials. Cambridge University Press.

Lubliner, J. (1990). Plasticity theory. Macmillan.

Simo, J. and T. Hughes (1998). Computational inelasticity. Springer-Verlag.

Zienkiewicz, O. and R. Taylor (1991). The finite element method (fourth ed.), Volume II. New York: McGraw Hill.

Modalità verifica apprendimento

E' prevista di norma una prova scritta ed una prova orale con discussione degli elaborati assegnati durante il corso e possibilmente di un progetto finale di tipo teorico e/o numerico. Le modalità possono variare in base al numero degli studenti interessati al corso.

Altre informazioni

link utili:

http://www-2.unipv.it/compmech/teaching_av.html

<http://www-2.unipv.it/compmech/mate-lab.html>

MODELLISTICA NUMERICA

Prerequisiti

Le competenze acquisite nei corsi dei primi due anni di analisi, algebra lineare e analisi numerica. Conoscenze di base di Matlab o di un linguaggio simile.

Obiettivi formativi

Il corso completa ed estende le conoscenze degli argomenti trattati nei precedenti corsi di analisi numerica. Obiettivo fondamentale è quello di apprendere varie tecniche della modellistica numerica per la risoluzione di problemi ai limiti, principalmente di diffusione-reazione-trasporto.

Ci limiteremo al caso di un'unica dimensione spaziale, ma le idee e le tecniche apprese potranno essere applicate in contesti ben più generali.

Al termine del corso lo studente sarà in grado di: studiare le proprietà teoriche di un problema al bordo, selezionare le tecniche numeriche più adatte per approssimarlo, analizzare le proprietà di stabilità e convergenza del metodo e implementarlo in modo efficiente.

Programma e contenuti

Si introdurranno gli algoritmi numerici per la risoluzione di problemi differenziali ai limiti.

Faranno parte del corso elementi di programmazione MATLAB.

- Metodo di shooting per problemi al bordo lineari e non lineari.

- Modelli di diffusione, trasporto e reazione.

- Esistenza ed unicità della soluzione del problema di Dirichlet in una dimensione, principio del massimo, funzione di Green, altre condizioni al bordo.

- Differenziazione numerica: le differenze finite; errore di troncamento ed errore di arrotondamento.

- Metodo delle differenze finite.

Esistenza, unicità ed accuratezza della soluzione del problema discreto di diffusione-reazione.

Il problema di Neumann.

Implementazione efficiente.

Problema di diffusione-trasporto, metodo upwind.

Il problema agli autovalori.

Problemi non lineari.

Quantificazione dell'incertezza.

- Il metodo di collocazione spettrale polinomiale e quello trigonometrico; la trasformata di Fourier discreta, la FFT.

- La formulazione debole di un problema al contorno, problemi variazionali astratti.

- Il metodo di Galerkin.

- Il metodo degli elementi finiti lineari e quadratici; analisi dell'errore.

- Problemi evolutivi: equazione del calore, metodo di Fourier, theta-metodo.

Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni in laboratorio informatico.

Le lezioni frontali si tengono alla lavagna (fisica o virtuale) e richiedono la partecipazione attiva degli studenti, soprattutto per le parti di problem solving.

Durante le esercitazioni nel laboratorio informatico gli studenti implementano e studiano numericamente i metodi visti nelle lezioni, da soli o a piccoli gruppi, con il supporto del docente. Gli esercizi sono assegnati in anticipo e spaziano da semplici applicazioni della teoria a piccoli progetti di una certa complessità.

Testi di riferimento

Il riferimento principale sono le dispense preparate dal docente e rese disponibili sulla pagina del corso.

Per approfondimenti:

V. Comincioli, *Analisi Numerica. Metodi, Modelli, Applicazioni*, McGraw-Hill, 1995.
A. Iserles, *A First Course in the Numerical Analysis of Differential Equations*, Cambridge University Press, 2009.
R.J. LeVeque, *Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations. Steady-state and Time-dependent Problems*, SIAM 2007.
A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, P. Gervasio, *Matematica Numerica*, Springer, 2014.
G. Strang, G. Fix, *An Analysis of the Finite Element Method*, Wellesey–Cambridge press, 2008 (prima ed. 1973).
E. Suli, D. Mayers, *An introduction to Numerical Analysis*, Cambridge University Press, 2003.
A. Tveito, R. Winther, *Introduction to Partial Differential Equations. A Computational Approach*, Springer 2005.

Modalità verifica apprendimento

Esame scritto ed orale con discussione di elaborati Matlab.

Gli studenti dovranno dimostrare di conoscere i concetti teorici, saperli applicare a problemi concreti, essere in grado di confrontare strategie diverse, saper descrivere, implementare ed analizzare i metodi numerici che costituiscono il programma del corso.

In caso fosse impossibile svolgere l'esame in presenza per motivi sanitari, l'esame potrebbe essere trasformato in forma orale.

Altre informazioni

NANOCHIMICA E NANOMATERIALI

Prerequisiti

Nozioni elementari di termodinamica e cinetica chimica.

Obiettivi formativi

Primo modulo: fornire una panoramica generale sugli effetti che la nanostruttura produce sulle proprietà fisiche dei solidi cristallini

Secondo modulo: illustrare le tecniche di sintesi più diffuse per la realizzazione di varie classi di nanomateriali.

Programma e contenuti

Il corso affronterà innanzitutto il ruolo svolto dalla diminuzione della dimensione delle particelle sulle proprietà strutturali, termodinamiche, elettroniche, ottiche, dei solidi. Verranno poi presentati i principali metodi di sintesi dei nanomateriali e verranno brevemente discusse le tecniche di caratterizzazione specifiche per studiarli. Infine, si prenderanno in considerazione in maniera dettagliata alcuni materiali specifici (anche di rilevanza tecnologica-applicativa) quali: materiali bulk nanostrutturati, ossidi metallici nanometrici e nanostrutturati per applicazioni in sensoristica, nanotubi di carbonio e grafene.

Metodi didattici

Lezioni frontali svolte mediante presentazioni PowerPoint proiettate su schermo e approfondimenti usando la lavagna.

Testi di riferimento

Materiale didattico fornito dai docenti.

Modalità verifica apprendimento

Esame orale in cui verrà valutata la familiarità con i vari argomenti presentati nel corso.

Altre informazioni

NANOCHIMICA INORGANICA

Prerequisiti

Conoscenze avanzate di chimica inorganica e di chimica fisica, ottenute per esempio con il titolo di laurea triennale in chimica, tra cui: attività redox, legami coordinativi, forze di van der Waals, reticoli e indici di Miller, fluorescenza e fosforescenza, teoria del doppio strato elettrico. Sono utili anche un'esperienza base nella sintesi inorganica (ottenuta attraverso la frequenza di corsi di laboratorio di area inorganica, come per esempio quelli di una laurea triennale in chimica) e concetti base di biologia come la struttura delle cellule eucariote e procariote.

Obiettivi formativi

Il corso si propone di fornire allo studente una conoscenza approfondita sulla sintesi e proprietà di nanoparticelle inorganiche e sulla modificazione su scala nanometrica di superfici macroscopiche. Il corso intende anche metter lo studente in grado di avere un'ampia visione panoramica delle applicazioni tecnologiche, biomediche e nel campo dei materiali della nanochimica inorganica, aggiornata alla più recenti evoluzioni della ricerca in questo campo. Alla fine del corso, lo studente dovrebbe essere in grado di progettare sintesi sia di nanoparticelle con determinate forme, dimensioni, proprietà, sia di comprendere la funzione e progettare materiali ibridi funzionali basati su nanoparticelle inorganiche.

Programma e contenuti

Generalità: le proprietà della materia su scala nano, percentuale atomi in superficie contro atomi bulk, dangling bonds, energia superficiale, variazioni di proprietà in funzione delle dimensioni delle nanoparticelle (solubilità, pressione superficiale, punto di fusione, potenziali redox). Il fenomeno dell'Ostwald ripening. Agglomerazione, aggregazione e stabilizzazione di nanoparticelle per effetto elettrostatico e sterico. Coating polimerici e stabilità delle nanoparticelle in funzione dell'affinità con il solvente.

Sintesi e proprietà: metodologie di sintesi, proprietà chimico fisiche, tecniche di caratterizzazione, scelta e uso dei coating per nanoparticelle dei seguenti materiali: oro, argento, rame, con approfondimento sul coating di nanoparticelle di metalli nobili (la natura e la stabilità del legame Au-S); silice e silice mesoporosa; ossidi di ferro (SPION nanoparticelle superparamagnetiche); calcogenuri semiconduttori e in particolare CdSe (quantum dots); ossido di Zinco; ossido di Titanio; carbonio (nanotubi, carbon nanodots); blu di prussia; materiali plasmonici non metallici (solfuri e seleniuri di rame; ossidi di molibdeno).

Approfondimento su smart materials formati da nanoparticelle di silice mesoporosa e macchine molecolari, per il rilascio a comando di farmaci.

Formazione di SAM (self-assembled monolayers) molecolari su superfici macroscopiche di oro e argento (con tioli) e di silice (con alcossi e cloro silani): metodi sintetici, tecniche di studio, proprietà delle superfici modificate. Applicazioni antibatteriche delle superfici SAM-modificate, sia per effetto intrinseco che per effetto fototermico.

Approfondimento su nanoparticelle di materiali fototermici e loro impieghi biomedici e tecnologici: terapie antitumorali fototermiche, materiali e dispositivi antibatterici fototermici, nanoparticelle fototermiche nella stampa di nanoinchiostrici, nanofluidi per la conversione diretta dell'irraggiamento solare in calore e per la purificazione dell'acqua.

Nanoparticelle inorganiche e medicina: i principali usi in ambito medico delle nanoparticelle, approccio e tecniche per il loro studio in vitro e in vivo, relazioni tra struttura, dimensioni, carica superficiale, coating e traffico delle nanoparticelle attraverso le membrane cellulari, con riferimento particolare al loro uso antitumorale.

Metodi didattici

Lezioni frontali con proiezioni di file power point e uso della lavagna. I file power point saranno integralmente forniti agli studenti dopo ogni lezione.

Testi di riferimento

- 1) Cademartiri, Ozin - Concept of Nanochemistry (Wiley-VCH)
- 2) Cao – Nanostructures & Nanomaterials (Imperial College Press)
- 3) Sergeev, Klabunde – Nanochemistry (Elsevier)

I libri (molto costosi) sono disponibili nella biblioteca delle scienze dell'Università di Pavia, e dunque se ne sconsiglia l'acquisto.

Inoltre, il corso fa ampio uso di articoli di ricerca presi dalla letteratura più aggiornata: agli studenti saranno forniti i riferimenti bibliografici di tutti gli articoli utilizzati. Tutti gli articoli appartengono a riviste e archivi accessibili online agli studenti attraverso la rete di ateneo Unipv, o consultabili da online remoto con accesso con le proprie credenziali di ateneo.

Modalità verifica apprendimento

L'esame finale sarà individuale, e consisterà nella scrittura di un elaborato-progetto che riguarderà la sintesi e applicazione di nanoparticelle inorganiche (su un tema specifico assegnato dal docente) e discussione orale dell'elaborato, con richiamo anche a tutti gli argomenti base insegnati nel corso.

Altre informazioni

NONLINEAR COMPUTATIONAL MECHANICS

Prerequisiti

Buona conoscenza di Meccanica Razionale, Scienza delle Costruzioni, Meccanica Computazionale.

Obiettivi formativi

Il corso si propone di aumentare la conoscenza sulla meccanica dei solidi non lineare e di fornire gli strumenti necessari per risolvere numericamente problemi non lineari tramite simulazione agli elementi finiti.

Programma e contenuti

- Concetti di meccanica non lineare:

Cinematica

Equilibrio

Legame costitutivo

- Elementi di analisi numerica

Soluzione di equazioni e sistemi non lineari: metodi numerici e implementazione di algoritmi in Matlab

Elementi finiti non lineari

- Applicazione a problemi 1D in grandi deformazioni (e implementazione in Matlab)
- Applicazione a problemi 2D in grandi deformazioni (e implementazione in Matlab)
- Uso di software commerciali agli elementi finiti

Metodi didattici

Lezioni alla lavagna, proiezione di slide, esercitazioni basate su Matlab, Mathematica, AceGen/AceFEM e software commerciale agli elementi finiti.

Testi di riferimento

Testi di riferimenti suggeriti:

J. Bonet, R.D. Wood. Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis. Cambridge University Press.

O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor, J.Z. Zhu. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals. Elsevier.

O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor, J.Z. Zhu. The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics. Elsevier.

P. Wriggers. Nonlinear Finite Element Methods. Springer.

T.J.R. Hughes. The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis. Dover Publications.

Modalità verifica apprendimento

L'esame consiste nell'assegnazione di homework e in una discussione orale.

Altre informazioni

NUMERICAL OPTIMIZATION AND DATA SCIENCE

Prerequisiti

Conoscenza di base di Analisi Matematica, Algebra Lineare, Calcolo delle Probabilità e Programmazione.

Obiettivi formativi

Il corso intende offrire agli studenti una panoramica degli aspetti teorici e applicativi dell'analisi dei dati, mostrando i principali risultati e offrendo la possibilità di applicare la teoria a problemi concreti.

Programma e contenuti

- Elementi di geometria, algebra lineare, e probabilità in spazi di dimensione alta; Il problema del Nearest Neighbor e riduzione delle dimensioni dei dati; Proiezione casuale e lemma di Johnson-Lindenstrauss; Gaussiane in dimensione alta; Fitting di dati su una Gaussiana sferica.

-Decomposizione in Valori Singolari (SVD); Miglior approssimazione di rango k ; Applicazioni di SVD: Analisi delle Componenti Principali (PCA), Clustering a mistura di Gaussiane sferiche, Max-Cut Problem.

- Classificazione: separatori lineari e metodo kernel; Overfitting, Garanzia di PAC-Learning e Convergenza Uniforme; Il rasoio di Occam e regolarizzazione; Macchine a vettori di supporto (SVM); Dimensione VC; k -fold cross validation.

- Clustering: k -means, k -center, k -median; Outlier e strategie di inizializzazione.

Metodi didattici

Lezioni e laboratorio Matlab

Testi di riferimento

Avrim Blum, John Hopcroft, Ravindran Kannan. "Foundations of Data Science". Cambridge University Press, Jan 23, 2020

Modalità verifica apprendimento

Progetto finale, presentazione ed esame orale

Altre informazioni

NUOVI MATERIALI E PROCESSI PER IL FOTOVOLTAICO

Prerequisiti

Conoscenze di base di fisica e chimica a livello di corso di laurea triennale in discipline scientifiche. Nozioni di fisica dello stato solido costituiscono un plus.

Obiettivi formativi

Il corso si propone di affrontare da un punto di vista globale che include la scienza dei materiali, la chimica, la fisica e l'ingegneria l'attuale problema energetico, focalizzandosi sulle tecnologie fotovoltaiche innovative, quale soluzione attuale alla sostenibilità energetica (con particolare riferimento a SDG7, SDG 13). Gli obiettivi del corso sono molteplici:

1. Comprensione del problema energetico attuale, la sfida per le rinnovabili e l'importanza dell'energia solare al fine di raggiungere gli obiettivi di sostenibilità energetica;
2. Comprensione del principio di funzionamento di un dispositivo fotovoltaico classico (fisica di base del dispositivo, assorbimento di luce, giunzione pn, diodo ideale, circuito equivalente, struttura del dispositivo, descrizione di rendimento e dei parametri di funzionamento)
3. Comprensione della classificazione dei materiali semiconduttori (molecolari, polimerici, bulk) utilizzati quali film attivi per il fotovoltaico (definizione di band gap, struttura molecolare)
4. Consapevolezza del legame inscindibile esistente tra caratteristiche del materiale, e parametri fisici quali lunghezza di diffusione, difetti, meccanismi di ricombinazione.
5. Comprensione del principio che sta alla base dello sviluppo di celle di nuova generazione a base di materiali organici polimerici e coloranti (acquisire familiarità con nuovi materiali, tecniche di deposizione, parametri chimici-fisici)
6. Comprensione delle maggiori tecniche di indagine ottica e spettroscopica per l'analisi dei materiali e dei dispositivi fotovoltaici (UV-VIS, Spettroscopia Raman, Fotoluminescenza, Spettroscopia risolta in tempo di Pump-Probe)
7. Comprensione dei principi di funzionamento di celle solari innovative – che costituiscono lo stato dell'arte per il fotovoltaico moderno: le celle a perovskite ibrida (caratterizzazione dei materiali, proprietà ottiche, elettroniche, caratterizzazione del dispositivo).
8. Comprensione dell'attuale mercato del fotovoltaico, analisi comparativa dei costi, andamenti, incentivi.

Programma e contenuti

Il corso affronterà le tematiche legate allo sviluppo scientifico e tecnologico di soluzioni innovative nell'ambito del fotovoltaico, quale fonte energetica rinnovabile fondamentale per permettere uno sviluppo sostenibile. Il corso è indirizzato a studenti di chimica, fisica e ingegneria, con l'obiettivo di presentare da punti di vista complementari le tecnologie legate al mondo moderno del fotovoltaico. Il corso tratta quindi aspetti di base legati ai problemi energetici, al ruolo delle rinnovabili, per poi entrare nel dettaglio della caratterizzazione dei dispositivi fotovoltaici. Descrizione che comprende la fisica di base dei processi di conversione luce-elettricità (assorbimento di luce, diffusione di carica, ricombinazione, difetti), il funzionamento del dispositivo fotovoltaico (descrizione di rendimento fotovoltaico, parametri di bontà, descrizione moduli, descrizione giunzione pn); i materiali semiconduttori utilizzati (molecole coloranti, polimeri organici, semiconduttori inorganici). Si tratta la descrizione del dispositivo e delle varie tecniche utilizzate per la realizzazione dei moduli confrontando le diverse tecnologie (dalla prima alla seconda alla terza generazione). Descrizione delle celle solari di nuova generazione e stato dell'arte delle tecnologie solari i) organiche; ii) a colorante e iii) a perovskite, descrivendone i materiali, il principio di funzionamento, discutendo esempi attuali, stato dell'arte nella ricerca attuale di queste tecnologie, limiti e sviluppi futuri. Il corso include anche una dettagliata descrizione delle tecniche di caratterizzazione principale delle proprietà ottiche e dei processi optoelettronici, fondamentali per la conoscenza e la caratterizzazione del dispositivo fotovoltaico (ad es. spettroscopia UVVIS, Raman, fotoluminescenza risolta in tempo, elettroluminescenza, spettroscopia ottica ultraveloce di pump probe). Il corso si conclude con una panoramica del mercato attuale (analisi costi, LCOE, LCA).

Metodi didattici

Lezioni interattive supportate da proiezioni PowerPoint (precedentemente consegnate agli studenti). Se possibile, tour in laboratorio.

L'interazione stimolata e mediata dal docente crea interessanti spunti di discussione e consente di verificare e livellare le conoscenze utili alla comprensione di alcuni degli argomenti specialistici trattati nel corso (in modo da pareggiare le nozioni in possesso da studenti provenienti da corsi di Laurea magistrale diversi quali Chimica, fisica e ingegneria)

E' previsto anche un seminario/lezione (in inglese) da professori provenienti da università straniere.

Testi di riferimento

Materiale didattico (articoli, approfondimenti) fornito dal docente. Per la prima parte: J. Nelson, The Physics of Solar Cells (Imperial College Press, London, 2003).

Modalità verifica apprendimento

La verifica finale dell'apprendimento prevede un esame orale e una breve relazione scritta.

L'esame orale prevede una presentazione powerpoint su un argomento a scelta, oggetto della tesina scritta. Le modalità e la verifica dell'approfondimento, nonché la loro valutazione sono dettagliate nella prima lezione.

Altre informazioni

Nella valutazione viene attribuito peso predominante alla comprensione della visione generale delle problematiche legate al fotovoltaico, alla capacità dello studente di acquisire un linguaggio multidisciplinare nell'affrontare un tema specifico visto da diverse sfaccettature, alla capacità di individuare e discutere gli aspetti tecnico/scientifici nonché i problemi e le prospettive prevedibili delle diverse tecnologie fotovoltaiche.

OPTIMIZATION MODELS AND ALGORITHMS FOR DATA SCIENCE

Prerequisiti

Il corso fa parte della formazione in matematica applicata per gli studenti di matematica e ingegneria. Per seguire meglio il corso lo studente deve aver frequentato i corsi e acquisito le conoscenze nelle materie di base in programmazione, analisi e algebra lineare.

Obiettivi formativi

Il corso offre un'introduzione alla teoria, ai modelli e agli algoritmi di ottimizzazione matematica. Gli obiettivi del corso sono:

1. Presentare agli studenti lo stato dell'arte della teoria e nella pratica per la soluzione di problemi di ottimizzazione vincolata.
2. Far maturare agli studenti l'esperienza e la capacità di formulare e risolvere problemi di ottimizzazione di grandi dimensioni usando dei software di ottimizzazione.

Programma e contenuti

- Prima Parte: Modelli di Ottimizzazione

Il saper formulare dei modelli di ottimizzazione richiede la capacità di ridurre un problema di calcolo o ingegneristico complesso in un modello matematico che può essere risolto con un software di ottimizzazione. Imparando a riconoscere degli schemi ricorrenti nei modelli di ottimizzazione risolti in problemi reali, lo studente svilupperà le competenze per riuscire a capire quali problemi possono formulati e risolti utilizzando i software di ottimizzazione esistenti (come ad esempio, CPLEX e GUROBI).

- Seconda Parte: Problemi di Flusso

I problemi di flusso sono un caso particolare di problemi di programmazione lineare, che appaiono in moltissimi casi come sottoproblemi di applicazioni complesse. In questa parte del corso vedremo come formulare e risolvere i problemi di flusso fondamentali: il problema del cammino minimo, di flusso massimo, e di flusso di costo minimo.

- Terza Parte: Ottimizzazione Lineare

L'ottimizzazione lineare include i problemi in cui sia la funzione obiettivo che i vincoli sono lineari, e le variabili sono reali. Gli argomenti fondamentali trattati sono: l'algoritmo del simplesso, la teoria della dualità, l'analisi di sensitività, i metodi di punto interno, e alcuni aspetti implementativi.

- Quarta Parte: Ottimizzazione Lineare Intera

L'ottimizzazione lineare intera include i problemi in cui sia la funzione obiettivo che i vincoli sono lineari, ma alcune variabili sono vincolate ad assumere valori interi. Gli argomenti trattati sono: algoritmi di branch-and-bound, algoritmi di generazione di tagli e algoritmi euristici.

Metodi didattici

Il corso prevede lezioni frontali e esercitazioni in laboratorio informatico.

Testi di riferimento

Dispense distribuite dal docente e reperibili dal sito web del corso.

Capitoli selezionati dei seguenti libri:

- H.P. Williams. Model building in mathematical programming. John Wiley & Sons, 2013.
- R. K. Ahuja, T. L. Magnanti, and J. B. Orlin. Network flows, 1988.
- D. Bertsimas and J. N. Tsitsiklis. Introduction to Linear Optimization, Athena Scientific, 1997.
- D. Bertsimas and R. Weismantel. Optimization over Integers. Belmont, MA: Dynamic Ideas, 2005.

Modalità verifica apprendimento

L'esame è orale e ha l'obiettivo di verificare il livello di apprendimento degli studenti sul programma del corso. Parte dell'esame orale sarà dedicato alla presentazione di un progetto elaborato durante lo svolgimento del corso.

Altre informazioni

Il corso è articolato in quattro parti. Durante ciascuna parte, verranno usati come esempi problemi di Biologia Computazionale (ad esempio, i problemi di Alignment of Genomic Sequencing, Metabolic Networks, Haplotype Analysis), di Pianificazione e Scheduling (ad esempio, problemi di gestione di servizi medici a domicilio, turnistica di personale ospedaliero), e di Machine Learning (ad esempio, problemi di regressione, clustering, e classificazione).

PHYSICS OF MATERIALS

Prerequisiti

Although some useful concepts will be resumed in the first part of the course, a knowledge of the basics of general physics is required; in particular the notions of Force and fields of force, energy and potential, the concepts of electric charge and magnetic dipole and those of Temperature and current.

Obiettivi formativi

The course aims to provide the key elements for understanding the basic physical interactions that govern the behavior of materials under different mechanical, electrical and optical stresses.

At the end of the course the student must know the main interaction mechanisms in materials and must be able to evaluate the characteristics of a material on the basis of the type of response obtained with specific experiments for measuring physical parameters.

Programma e contenuti

(2nd semester; the first part of the course (1 CFU) should be devoted to recover and reinforce some preliminary competences required: basis of forces (mechanical and electro-magnetical), field and potential, electromagnetism, charges and currents, Ohm laws, capacitance, Maxwell equations, dielectric function.

Then, starting from the crystallographic structure and bonds in solids, the following topics will be developed. Mechanical properties: cohesion energy, elastic properties, propagation of mechanical waves, expansion and compression, vibrational properties.

Electronic properties: electronic bands and statistics, metals, semiconductors and insulators, charge carriers and electronic transport, doping and diffusion.

Optical properties: refractive index and extinction coefficient, complex formalism of wave propagation, electromagnetic waves in a material medium, thin film and multilayer optics, interferometry.

Metodi didattici

The teaching uses lectures and guided problem solving in the classroom, supplemented by two practical exercises carried out by students in laboratory groups.

Presentations made available to students in the section dedicated to teaching on the KIRO platform are used for the conduct of lectures.

Testi di riferimento

For the lessons, chapters or paragraphs from the following texts will be taken as references from time to time:

Introduction to Solid State Physics, author: Charles Kittel, 8th Edition, edited by Wiley

ISBN: 978-0-471-41526-8

Solid State Physics, authors: Neil Ashcroft and N. Mermin, edited by Cengage Learning, Inc.

Modalità verifica apprendimento

The learning test will take place in written form and will generally include 2 questions that require a short answer concerning the relationship between structure and properties of the materials, aimed at verifying the acquisition of the concepts and terminology developed in class, and the solution of 1 numerical question.

Altre informazioni

PROGETTAZIONE IBRIDA ADDITIVA/SOTTRATTIVA

Prerequisiti

E' preferibile una conoscenza dei concetti fondamentali dei seguenti insegnamenti: Analisi Matematica, Fisica, Biomeccanica e Simulazione di Dispositivi Biomedici, Elementi di Meccanica Computazionale. E' necessario aver frequentato il corso "Manifattura Additiva".

Obiettivi formativi

Durante il corso lo studente acquisirà competenze sulla progettazione di componenti ad elevato contenuto tecnologico, sfruttando le principali tecnologie di Additive Manufacturing combinate alle tecnologie per la lavorazione sottrattiva basate su Macchine a Controllo Numerico (CNC).

Lo studente partirà dalle basi acquisite durante il corso di "Manifattura Additiva" ed integrerà le sue conoscenze apprendendo le basi teoriche e pratiche del funzionamento delle macchine a controllo numerico. Tali nozioni verranno messe in pratica tramite lo svolgimento di esercitazioni che coinvolgono l'uso combinato di tecnologie additive e sottrattive, disponibili presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura.

Programma e contenuti

Le lezioni frontali e le esercitazioni saranno tenute in collaborazione con docenti provenienti dalle aziende produttrici delle tecnologie utilizzate durante il corso. Il corso prevede i seguenti contenuti:

- Introduzione alle tecnologie sottrattive.
- Lavorazioni a 3 e 5 assi.
- Focus su tolleranze e quotatura con riferimento alle lavorazioni sottrattive.
- Preparazione del codice macchina per lavorazioni a 3 e 5 assi.
- Progettazione di componenti per produzione additiva e post-lavorazione con 3 e 5 assi.
- Esercitazioni pratiche di produzione additiva-sottrattiva.

Metodi didattici

Il corso si articolerà in lezioni frontali ed esercitazioni pratiche.

Testi di riferimento

Slide e materiale di approfondimento a cura dei docenti.

Modalità verifica apprendimento

La verifica dell'apprendimento comprenderà lo svolgimento di esercitazioni da discutere durante la prova orale.

Altre informazioni

--

SIMULAZIONI NUMERICHE PER APPLICAZIONI INDUSTRIALI AVANZATE

Prerequisiti

Conoscenza dei principi della Meccanica Classica dei corpi rigidi e dei continui deformabili, della Scienza delle Costruzioni e dell'analisi strutturale col metodo degli elementi finiti (FEM).

Obiettivi formativi

Al termine del corso lo studente avrà acquisito:

- una conoscenza avanzata dell'analisi strutturale col metodo degli elementi finiti (FEM);
- le tecniche di simulazione delle applicazioni multi-field;
- la capacità di operare in autonomia con l'impiego di un software FEM commerciale.

Programma e contenuti

Caratterizzazione dei materiali metallici: velocità di deformazione, dipendenza dalla temperatura, generazione di calore, frattura duttile

Caratterizzazione dei materiali ipereleastici: potenziali di energia di deformazione, dipendenza dalla temperatura, viscoelasticità nel dominio del tempo e della frequenza

Elementi finiti dei metodi Smoothed Particle Hydrodynamic (SPH) e Coupled Eulerian-Lagrangian (CEL)

Analisi accoppiate (multi-field): termiche e meccaniche, [acustico-strutturali], [geotecniche], trasferimento dei risultati e co-simulazione tra diversi solutori

Sviluppo e svolgimento di un progetto assegnato allo studente

Metodi didattici

Lezioni frontali anche con l'ausilio di dispositivi multimediali; esercitazioni numeriche in aula attrezzata con computer.

Testi di riferimento

Metalli

Asaro, R. J., "Micro and Macromechanisms of Crystalline Plasticity," *Plasticity of Metals at Finite Strain*, Eds. E. H. Lee and R. L. Mallett, 1982.

Hill, R., *The Mathematical Theory of Plasticity*, Oxford University Press, 1950.

Lemaitre, J. and J.-L. Chaboche, *Mechanics of Solid Materials*, Cambridge University Press, 1990.

Lubliner, J., *Plasticity Theory*, Macmillan, 1990.

Rice, J. R., "Continuum Mechanics and Thermodynamics of Plasticity in Relation to Microscale Deformation Mechanisms," *Constitutive Equations in Plasticity*, Ed. A. S. Argon, MIT Press, 1975.

Richmond, O., "Plastic Dilatancy in Metals," *Plasticity of Metals at Finite Strain*, Eds. E. H. Lee and R. L. Mallett, Stanford, 1982.

Tvergaard, V., "Influence of Voids on Shear Band Instabilities under Plane Strain Conditions," *Int. J. Fracture*, August 1981.

White, C. S., C. Bronkhorst, and L. Anand, "An Improved Isotropic-Kinematic Hardening Model for Moderate Deformation Metal Plasticity," *Department of Mechanical Engineering, MIT*, 1989.

Materiali Iperelastici

Aklonis, J. J., et al., *Introduction to Polymer Viscoelasticity*, 2nd ed., Wiley, New York, 1982.

Flügge, W., *Viscoelasticity*, 2nd ed., Springer-Verlag, New York, 1980.

Pipkin, A. C., *Lectures on Viscoelasticity Theory*, 2nd ed., Springer-Verlag, New York, 1986.

Ferry, J. D., *Viscoelastic Properties of Polymers*, 3rd ed., Wiley, New York, 1980.

Lee, E.H. 1969. Elastic-plastic deformation at finite strain. *Journal of Applied Mechanics* 36:1-6.

Weber, G. & Anand, L. 1990. Finite deformation constitutive equations and a time integration procedure for isotropic hyperelastic-viscoplastic solids. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 79: 173-202.

Simo, J.C. 1992. Algorithms for static and dynamic multiplicative plasticity that preserve the classical return mapping schemes of the infinitesimal theory. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 99: 61-112.

Govindarajan, S.M. Hurtado, J.A. & Mars, W.V. 2007. Simulation of Mullins effect and permanent set in filled elastomers using multiplicative decomposition. *Proceedings of the 5th European Conference of Constitutive Models of Rubber, Paris, France* 5:249-254.

Mercier, J. P., et al., "Viscoelastic Behavior of the Polycarbonate of Bisphenol A," *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 9, pp. 447-459, 1965.

SPH

Hoover, W. G., *Smooth Particle Applied Mechanics: The State of the Art*, World Scientific, 2006.

Liu, G. R., and M. B. Liu, *Smoothed Particle Hydrodynamics: A Meshfree Particle Method*, World Scientific, Singapore, 2003.

CEL

Benson, D. J., "Computational Methods in Lagrangian and Eulerian Hydrocodes," *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, vol. 99, pp. 235-394, 1992.

Benson, D. J., "Contact in a Multi-Material Eulerian Finite Element Formulation," *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, vol. 193, pp. 4277-4298, 2004.

Peery, J. S., and D. E. Carroll, "Multi-Material ALE methods in Unstructured Grids," *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, vol. 187, pp. 591-619, 2000.

Modalità verifica apprendimento

Discussione del progetto assegnato allo studente e di argomenti del corso

Altre informazioni

SIMULAZIONI NUMERICHE PER APPLICAZIONI INDUSTRIALI

Prerequisiti

Conoscenza dei principi della Meccanica Classica dei corpi rigidi e dei continui deformabili e della Scienza delle Costruzioni.

Obiettivi formativi

Al termine del corso lo studente avrà acquisito:

- una conoscenza di base dell'analisi strutturale col metodo degli elementi finiti (FEM);
- le tecniche di simulazione finalizzate alla verifica di funzionalità delle strutture analizzate;
- la capacità di operare in autonomia con l'impiego di un software FEM commerciale.

Programma e contenuti

Introduzione all'analisi strutturale

Introduzione al metodo degli elementi finiti

Creazione e gestione della geometria della struttura: dal CAD al FEM

Discretizzazione del singolo componente: scelta del tipo di elemento finito e suo impiego

Definizione delle proprietà degli elementi finiti: le leggi costitutive dei materiali

Assemblaggio dei componenti della struttura e loro interazioni: definizione delle caratteristiche di contatto

Definizione della storia di analisi: tipologia delle analisi, applicazioni dei carichi e dei vincoli

Esecuzione dell'analisi: impiego ottimale delle risorse hardware

Valutazione critica dei risultati

Svolgimento di esempi nell'ambito dell'ingegneria civile, meccanica e biomedica

Sviluppo e svolgimento di un progetto proposto dallo studente o assegnato allo studente

Metodi didattici

Lezioni frontali anche con l'ausilio di dispositivi multimediali; esercitazioni numeriche in aula attrezzata con computer.

Testi di riferimento

Zienkiewicz, O. C., Taylor, R. L., Zhu, J. Z. (2013) 'The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals', Butterworth-Heinemann, United Kingdom.

Cesari, F. (2019) 'Introduzione al metodo degli elementi finiti', Pitagora, Italy.

Modalità verifica apprendimento

Discussione del progetto proposto dallo studente (o assegnato allo studente) e di argomenti del corso.

Altre informazioni

SUSTAINABILITY AND CLIMATE CHANGE

Prerequisiti

--

Obiettivi formativi

Il corso si pone l'obiettivo di offrire agli studenti una conoscenza delle basi relative alle nozioni di sviluppo sostenibile e di teoria degli stakeholder al fine di comprendere le applicazioni nel tessuto economico e nelle organizzazioni aziendali. Al termine del corso gli studenti potranno avere maturato una capacità di comprensione rispetto ai seguenti aspetti:

- la triple bottom line e le dimensioni di sostenibilità
- le applicazioni dei sistemi ESG (environmental, social, governance) nelle strategie di creazione del valore delle aziende.
- gli effetti dei cambiamenti climatici nel modello di business, nei processi produttivi e lungo la catena di approvvigionamento
- gli obiettivi del Green Deal della Commissione Europea
- il ruolo della finanza per supportare la transizione energetica e l'innovazione verso un'economia "low carbon"
- i sistemi di rendicontazione ESG e il report integrato

Sarà inoltre prevista, al fine di favorire la capacità di applicazione dei principi, delle teorie e delle metodologie proposte, la continua discussione in aula di casi concreti e testimonianze da parte di primarie società e gruppi bancari sulle strategie di sostenibilità adottate.

Al termine del corso gli studenti dovrebbero aver rafforzato la propria consapevolezza e il grado di giudizio sulla rilevanza dei temi ESG nelle strategie aziendali e nell'evoluzione dei sistemi economici.

Potranno inoltre essere previsti workshop e presentazioni realizzate direttamente da gruppi di studenti su casi aziendali per rafforzare le abilità comunicative e il team building.

Programma e contenuti

- Sviluppo sostenibile e teoria degli stakeholder
- Triple Bottom Line
- Strategie ESG lungo la catena del valore
- Rischi e opportunità del cambiamento climatico
- Innovazione sostenibile ed economia circolare
- Il Green Deal Europeo al 2050
- Presentazione di casi concreti e testimonianze aziendali
- Sistemi di rendicontazione ESG e report integrato
- La comunicazione della Corporate Social Responsibility (CSR)

Metodi didattici

Lezioni frontali da parte del docente e workshop interattivi con gli studenti per analizzare e discutere casi aziendali. Le lezioni saranno integrate da seminari tenuti da esperti di CSR.

Il corso viene svolto attraverso moduli e presentazioni pubblicati sulla web-page del corso.

Testi di riferimento

Il Corso si baserà su un set di presentazioni; che sarà oggetto di aggiornamento durante le lezioni e verrà utilizzato durante l'esame.

Modalità verifica apprendimento

Prova orale. Durante la prova orale potrà essere presentato in maniera volontaria con presentazione in power point (max 5 pagine e 10 min. di tempo) un caso di successo aziendale scelto liberamente dallo studente sui temi di sviluppo sostenibile. Il docente si riserva di rendere obbligatoria una prova scritta di ammissione all'orale.

Altre informazioni

TECNICHE DI CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI

Prerequisiti

Per la frequenza al corso sono richieste conoscenze di chimica fisica e chimica inorganica e di fisica di base.

Obiettivi formativi

Lo studente alla fine del corso dovrà conoscere le principali tecniche di caratterizzazione microscopiche, spettroscopiche e termiche e i loro campi di applicazione.

Programma e contenuti

Modulo 1 - Fenomeno di adsorbimento, classificazione e principali tipi di isoterme; tecniche termiche (termogravimetria TGA, analisi termica differenziale DTA, calorimetria differenziale a scansione DSC, DMA e TMA con applicazioni in ambito alimentare); microscopia elettronica a scansione (SEM e applicazioni all'analisi forense); microanalisi elettronica (EDS e WDX)

Modulo 2 - Tecniche termiche in pressione di gas (HP TGA e HP DSC) e tecniche manometriche per lo studio delle interazioni gas-solido; microscopia elettronica a trasmissione, spettroscopia infrarossa a trasformata di Fourier tradizionale e in in riflettanza totale attenuata; Tecniche di microscopia di punta (STM, AFM). Applicazioni delle tecniche in campo farmaceutico, alimentare ed energetico.

Metodi didattici

Il corso prevede lezioni frontali. Non ci sono attività di tutorato e non è richiesto un minimo di frequenza.

Testi di riferimento

Non è previsto un testo di riferimento. Il materiale didattico è fornito dai docenti.

Modalità verifica apprendimento

La modalità di verifica prevede un esame orale in cui si verificherà la capacità di saper discriminare le potenzialità delle varie tecniche presentate a lezione.

Altre informazioni