

SYLLABUS DEL CORSO

Chimica per le Nanotecnologie

2021-2-F5401Q057

Obiettivi

Nel periodo di emergenza Covid-19 le lezioni si svolgeranno completamente da remoto asincrono con alcuni eventi in presenza fisica.

Lo studente dovrà acquisire i fondamenti teorici, concettuali e metodologici su preparazione, caratterizzazione e applicazioni della materia inorganica e organica in scala nanometrica. Il corso prevede una parte più orientata alle applicazioni in campo chimico e di scienza dei materiali, e una parte più orientata al campo biomedicale e biotecnologico.

Conoscenze e capacità di comprensione

Al termine del corso lo studente conoscerà:

- i principi fondamentali che determinano il comportamento della materia alla scala nanoscopica;
- i metodi per preparare nanoparticelle, nanostrutture, nanofilm, nanopolimeri, biopolimeri, ecc;
- i metodi per caratterizzare sistemi nanodimensionati, sia con metodi spettroscopici che con microscopie specifiche;
- le principali applicazioni dei nanomateriali nel campo dell'energia, dell'elettronica, dell'automotive, delle applicazioni all'industria dei tessuti, dei sensori, alla decontaminazione, ecc.
- le nanoparticelle per uso terapeutico e diagnostico. Problematiche biologiche da affrontare: i principi fondamentali del sistema immunitario, le barriere biologiche e le proteine corona, gli organi e tessuti di riferimento.
- le strategie per il rilascio controllato di farmaci, come indirizzare le nanoparticelle su specifici tessuti e cellule. Il

riconoscimento molecolare.

- i metodi di funzionalizzazione di nanomateriali con farmaci, diagnostici e molecole preposte al riconoscimento molecolare. I metodi chemoselettivi di coniugazione.
- le principali applicazioni di nanoparticelle per uso biomedicale.
- la natura, la realizzazione e le applicazioni di biomateriali nanostrutturati in grado di mimare tessuti e organi.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Al termine del corso lo studente è in grado di:

- riconoscere il valore aggiunto della nanostrutturazione di un materiale, l'importanza della chimica supramolecolare per la creazione di nuovi aggregati con funzioni specifiche, scegliere le tecniche di caratterizzazione più adatte, individuare campi applicativi delle sostanze preparate su scala nanometrica;
- Valutare l'applicabilità di polimeri di differente natura per finalità biomediche; scegliere le opportune metodologie sintetiche utili allo sviluppo di nanosistemi (nanoparticelle o biomateriali) per fini diagnostici e/o terapeutici, individuare le metodologie di formulazione più idonee sulla base del sistema biologico target.

Autonomia di giudizio

Al termine del corso lo studente è in grado di:

- Riconoscere le potenzialità di una data nanotecnologia per applicazioni pratiche immediate nell'industria chimica, microelettronica, manifatturiera;
- Il potenziale innovativo di ricerche in campo bio-nanotecnologico e in ambito biomedicale;
- Le potenziali ricadute a lungo termine di nanoscienza e nanotecnologia.

Abilità comunicative

- Al termine del corso lo studente ha appreso come descrivere in una relazione tecnica i principali avanzamenti in un dato settore e ad esporre in modo chiaro e sintetico con proprietà di linguaggio gli obiettivi, il procedimento ed i risultati delle elaborazioni effettuate.

Capacità di apprendere

Essere in grado di applicare le conoscenze acquisite a contesti differenti da quelli presentati durante il corso, e di comprendere gli argomenti trattati nella letteratura scientifica riguardante gli aspetti chimici delle nanotecnologie.

Contenuti sintetici

1° Modulo. Nanomateriali per catalisi e fotocatalisi. Introduzione storica: nascita e definizione di nanotecnologie. Catalisi: la prima nanotecnologia. Caratterizzazione di un catalizzatore (TEM, STM, AFM, XPS); proprietà chimico-fisiche; reattività chimica. Natura del supporto: difetti, siti superficiali, reattività superficiale. Supporti nanostrutturati. Materiali nanoporosi.

Nanotecnologie per energia e ambiente. Fotocatalisi, effetto auto-pulente, conversione di energia solare.

2° Modulo. Nanoparticelle per uso terapeutico e diagnostico, loro natura, funzionalizzazione e applicazioni. Biomateriali nanostrutturati per la medicina rigenerativa, natura, proprietà, funzioni e applicazioni.

Programma esteso

1st Modulo. Nanomateriali per catalisi e fotocatalisi. Introduzione storica: nascita e definizione di nanotecnologie. Dai cluster alle nanoparticelle ai colloidali: evoluzione delle proprietà della materia con le dimensioni; I clusters: aggregate le cui proprietà variano in modo non monotono (effetti quantistici della dimensione); nanoparticelle: aggregate le cui proprietà variano in modo regolare con le dimensioni, caratterizzate da alta area superficiale; colloidali: sintesi, stabilizzazione, proprietà ottiche; eccitazioni collettive (plasmoni). Catalisi: la prima nanotecnologia. Catalisi da particelle supportate: definizione di catalisi; catalisi ambientale e industriale; ruolo della nanostrutturazione (esempio, oro in catalisi, catalisi da atomi singoli); fattori che influenzano l'attività di un nanocatalizzatore; sistemi modello; preparazione di catalizzatori: controllo della dimensione (sintesi per via umida, nanolitografia, auto-assemblaggio, particelle selezionate in massa, ecc.); caratterizzazione di un catalizzatore (TEM, STM, AFM, XPS); proprietà chimico-fisiche; reattività chimica. Natura del supporto: controllo a livello atomico; superfici di ossidi e loro morfologia; composizione superficiale e difetti; identificazione di siti superficiali per ancoraggio di nanoparticelle; esempi di reattività superficiale (case study: CO su MgO). Supporti nanostrutturati: ridurre le dimensioni del supporto: film bi-dimensionali; nanoparticelle, nanotube, nanofilm (carbonio, zolfo, ossidi); controllo della carica e della struttura elettronica di un catalizzatore supportato. Materiali nanoporosi: materiali per stoccaggio di gas; zeolite e altre strutture nanoporose; reticoli metallo-organici (MOF).

Nanotecnologie per energia e ambiente. Fotocatalisi con nanoparticelle: ossidi semiconduttori; nanoparticelle di ossidi per effetto auto-pulente; nanoparticelle di ossidi in conversione di energia solare; problema di cattura di energia solare; drogaggio, nanostrutturazione, etero-giunzioni; processi di ricombinazione, efficienza; applicazioni di nanoparticelle di ossidi in vari ambienti.

Rischi associate all'uso di nanoparticelle. Rischi e benefici. Nanotossicologia, citotossicità.

2° Modulo. Recenti sviluppi delle nanoparticelle per uso terapeutico e diagnostico. Natura e dimensione delle nanoparticelle. Farmacocinetica, ostacoli da superare e soluzioni: il sistema immunitario e le barriere biologiche. Le proteine corona. Requisiti per rendere le nanoparticelle invisibili al sistema immunitario e per attraversare le barriere biologiche. Strategie per il rilascio controllato del farmaco. Strategie per il targeting, recettori e loro ligandi. Decorazione delle nanoparticelle con ligandi e metodi chemoselettivi di coniugazione. Nanoparticelle per usi diagnostici.

Biomateriali nanostrutturati per la medicina rigenerativa. Natura dei biomateriali: polimeri sintetici; polimeri naturali; materiali ibridi e compositi; materiali a base di peptidi autoassemblanti anfifilici (PA); nanotubi di carbonio. Strategie di funzionalizzazione dei biomateriali; biomolecole e recettori biomateriali intelligenti; funzionalizzazione di biomateriali con proteine della matrice extracellulare, con sequenze peptidiche con carboidrati. Applicazioni alla medicina personalizzata.

Prerequisiti

Conoscenze di base di chimica molecolare, di fisica dei solidi, e di spettroscopie.

Modalità didattica

Lezioni frontali con preparazione e discussione di un elaborato

Materiale didattico

Testi consigliati: <http://www.docbrown.info/page03/nanochem02.htm>

Slides di presentazione

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Nel periodo di emergenza Covid-19 gli esami orali saranno solo telematici. Verranno svolti utilizzando la piattaforma WebEx e nella pagina e-learning dell'insegnamento verrà riportato un link pubblico per l'accesso all'esame di possibili spettatori virtuali.

L'esame può essere sostenuto a scelta dello studente in lingua italiana o lingua inglese e consiste di due prove.

La prima prova consiste nella presentazione orale, di fronte a tutto il gruppo di studenti, di un argomento selezionato tra quelli proposti inerenti l'utilizzo delle nanotecnologie in ambito di produzione di energia sostenibile, di nuovi materiali innovativi, di sistemi per telecomunicazioni e quantum computing, di applicazioni in sensoristica e ambientale, ecc.

La seconda prova consiste in una presentazione orale con le caratteristiche identiche alla precedente, ma su argomenti relativi a nanoparticelle per uso diagnostico e terapeutico, biomateriali per applicazioni di ingegneria tissutale, biomateriali in campo protesico e biomateriali per lo sviluppo di modelli cellulari in vitro avanzati.

Le presentazioni orali individuali sono oggetto di discussione aperta, con domande e contraddittorio da parte dei presenti, e permettono di verificare il livello delle conoscenze acquisite, l'autonomia di analisi e giudizio, le capacità espositive dello studente, la capacità di individuare avanzamenti particolarmente promettenti in un dato settore nanotecnologico.

Il voto finale, espresso in trentesimi con eventuale lode, è dato dalla media delle due prove.

Orario di ricevimento

Qualsiasi giorno lavorativo previo appuntamento e disponibilità del docente.
