UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Engineered Nanomaterials

2627-2-FSM02Q026

Obiettivi

Scopo del corso è sviluppare una comprensione fondamentale dei nanomateriali, dalle loro proprietà all'ingegnerizzazione. A partire dalla visione di Feynmann, risalente al 1959, e dalla sua famosa affermazione "C'è molto spazio là in fondo", il corso si concentrerà sulla rilevanza di indagare e utilizzare i nanomateriali nel 21° secolo. Combinando approfondimenti fondamentali sulla fisica e la chimica dei nanomateriali (“Conoscenza e comprensione”) il corso porterà a definire le regole per la progettazione di materiali funzionali avanzati con proprietà innovative, per sviluppare strategie e dispositivi innovativi (“Capacità di applicare conoscenza e comprensione”). Il corso si concentrerà su materiali artificiali su micro/nanoscala, nonché su materiali naturali (biomateriali) e ispirati alla natura (biomimetici), con particolare attenzione ai materiali intelligenti con speciale bagnabilità. Alla fine del corso, lo studente sarà in grado di comprendere la complessità dei nanomateriali, con una visione critica sia dei potenziali benefici che delle difficoltà legate all'implementazione ingegneristica (“Capacità di apprendimento e autonomia di giudizio”). Attraverso una serie di attività guidate e ispirate al principio di classe rovesciata, lo studente consoliderà le capacità di disseminazione, comunicazione e valorizzazione dell’attività di ricerca (“Abilità comunicative”).

Contenuti sintetici

Il corso tratta i principi di base associati alla nanoscienza e alla nanotecnologia, necessari per comprendere le proprietà dei nanomateriali e come i nanomateriali possono essere progettati e ingegnerizzati. Il corso spazierà dai nanotools (caratterizzazioni e metodi di fabbricazione), alla fisica (proprietà e fenomeni dipendenti dalla dimensione) e alla chimica (sintesi e modifica), nonché alle applicazioni di materiali su scale nanometriche, con particolare attenzione alle recenti scoperte tecnologiche nel campo .

Programma esteso

- Panoramica dei nanomateriali e delle nanotecnologie, con prospettiva storica: approccio top-down vs bottom-up
- Energia superficiale ed effetti capillari, fino alla micro e alla nanoscala
- Superfici non bagnabili
- Teoria della nucleazione: nucleazione omogenea ed eterogenea
- Presentazioni di classe da parte degli studenti (dopo l'introduzione da parte dell'insegnante) su argomenti di ricerca all'avanguardia sui nanomateriali, tra cui a titolo di esempio: (i) nanomateriali a base di carbonio (grafene - nanotubi di carbonio), (ii) aerogel, (iii) nanomateriali a base di biopolimeri, (iv) nanomateriali ad elevato assorbimento (ad es. ultra-nero), (v) nanomateriali in applicazioni biomediche.
- Implicazioni sociali: etica, sicurezza, ambiente e percezione pubblica

Prerequisiti

Nessun prerequisito

Modalità didattica

In presenza, in aula.
Le lezioni ed esercitazioni sono progettate secondo il principio di "classe rovesciata", in cui gli studenti hanno parte attiva nella realizzazione di una serie di attività (presentazioni, crowdfunding video e testo di research highlight) che costitutiscono parte integrante del corso e della valutazione.

Materiale didattico

Referenze primarie:

- Gabor L. Hornyak, Joydeep Dutta, H.F. Tibbals, Anil Rao, Introduction to Nanoscience, CRC Press. Published May 15, 2008. 856 Pages, ISBN: 9781420048056
- Gabor L. Hornyak, John J. Moore, H.F. Tibbals, Joydeep Dutta, Fundamentals of Nanotechnology, CRC Press. Published December 22, 2008. 786 Pages. ISBN 9781420048032
- Guozhong Cao and Ying Wang, Nanostructures & Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications, World Scientific (2011), ISBN 13: ISBN: 978-981-4322-50-8 (hardcover) 978-981-4324-55-7 (softcover).
- H.-J. Butt, M. Kappl. Surface and Interfacial Forces. Wiley, 2018, ISBN: 978-3-527-80436-8

Altri riferimenti:

- Sulabha K. Kulkarni. Nanotechnology: Principles and Practices. Springer International Publishing, 2015. DOI: 10.1007/978-3-319-09171-6.
- R. Kelsall, I. Hamley, M. Geoghegan. Nanoscale: Science and Technology. Wiley, 2005. ISBN: 978-0-470-85086-2.
- Michael Köhler and Wolfgang Fritzsche, Nanotechnology: An Introduction to Nanostructuring Techniques, Second Edition, Wiley, 3 December 2007, Print ISBN:9783527318711, Online ISBN:9783527621132 DOI:10.1002/9783527621132.
- Dieter Vollath, Nanomaterials: An Introduction to Synthesis, Properties and Applications, 2nd Edition, Wiley, 1 July 2013, 386 Pages, ISBN: 978-3-527-67186.
- Gerrard Eddy and Jai Poinern, A Laboratory Course in Nanoscience and Nanotechnology, 1st Edition, CRC

Press, December 6, 2014, 260 Pages. ISBN 9781482231038.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

- Secondo anno, primo semestre.

Modalità di verifica del profitto e valutazione

L'insegnante valuta se e fino a che punto lo studente ha raggiunto gli obiettivi del corso. La valutazione formale sarà basata sulla conoscenza degli argomenti generali forniti. L'esame si svolge attraverso una prova orale.

Durante il corso, gli studenti terranno anche una presentazione in classe, prepareranno un breve video e scriveranno un "highlight" di ricerca degli argomenti sopra elencati.

La valutazione sarà basata sui seguenti punti:

Conoscenza e comprensione. Lo studente dimostra la padronanza di concetti scientifici e tecnici complessi, articolando connessioni e fornendo spiegazioni esaustive, basate sulla letteratura scientifica.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione. Lo studente dimostra una capacità avanzata di analizzare un fenomeno, una sintesi o un metodo di caratterizzazione, comprendendone punti di forza e limiti. L'applicazione delle conoscenze è metodologicamente rigorosa e supportata da dati e argomentazioni.

Abilità comunicative. Nelle attività e nell'esame orale finale, lo studente presenta o risponde a domande in modo chiaro e strutturato. L'eloquio è fluido.

Capacità di apprendimento e autonomia di giudizio. Lo studente dimostra una capacità avanzata di autoriflessione, sviluppando un'analisi dettagliata e approfondita del proprio percorso di apprendimento e sviluppo professionale (ad esempio, riportando in modo trasparente e critico il processo di utilizzo dell'IA generativa durante le attività proposte).

La valutazione finale sarà una somma delle diverse parti:

- Presentazione: massimo 12 punti
- Simulazione di video per crowdfunding: massimo 6 punti
- Research highlight: massimo 4 punti
- Esame orale: massimo 8 punti
- TOTALE: massimo 30 punti

Orario di ricevimento

Su appuntamento, prenotabile tramite email.

Sustainable Development Goals

ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE