UNIVERSITÀ DI PISA

ADVANCED MATERIALS FOR BIONICS

FRANCESCO GRECO

Anno accademico	2023/24
CdS	BIONICS ENGINEERING
Codice	1081I
CFU	6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
ADVANCED MATERIALS FOR BIONICS	ING-IND/34	LEZIONI	60	FRANCESCO GRECO

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

L'insegnamento ha l'obiettivo di far acquisire agli studenti conoscenze su:

- basi di Scienza ed Ingegneria dei Materiali, rilevanti per la Bionica;
- comprensione delle varie classi di materiali, la loro struttura multiscala, composizione, proprietà strutturali e funzionali;
- comprensione di alcune tra le principali tecniche di (micro)fabbricazione/manufacturing e di caratterizzaione dei materiali;
- concetti avanzati e sviluppi recenti della Scienza dei Materiali e delle Nanotecnologie, all'interfaccia tra Chimica, Fisica, Ingegneria e Biologia;
- impiego di materiali innovativi in Bionica.

Modalità di verifica delle conoscenze

- Per l'accertamento delle conoscenze, durante il corso normale delle lezioni il docente inviterà gli studenti a interagire proponendo soluzioni a piccoli quesiti.
- In alcune lezioni sono previste sessioni "hands on" durante le quali agli studenti verranno presentati alcuni materiali di interesse da osservare e toccare con mano. Agli studenti, dopo una prima ispezione, verrà chiesto di descriverne/predire sommariamente le proprietà e/o classificarli. Tali sessioni saranno utilizzate dal docente per valutare se i concetti teorici propedeutici sono stati appresi.
- Agli studenti, suddivisi in gruppi di 2-3 persone, verrà richiesto di elaborare una ricerca bibliografica volta alla preparazione di un seminario/presentazione su alcuni argomenti selezionati. Essa riguarderà gli sviluppi più recenti di alcune applicazioni dei materiali alla Bionica. La valutazione di queste presentazioni concorrerà alla verifica delle conoscenze, insieme con esame orale finale (vedi sotto).
- In sede d'esame, la verifica delle conoscenze riguarderà la valutazione orale delle conoscenze acquisite durante il corso.

Capacità

Al termine del corso lo studente:

- sarà in grado di riconoscere le principali classi di materiali per la bionica, la loro struttura, composizione, proprietà e le tecniche di fabbricazione/caratterizzazione ad essi collegati;
- sarà in grado di orientarsi nella letteratura scientifica riguardante i materiali tradizionali e innovativi e il loro impiego in bionica;
- sarà in grado di individuare le tipologie di materiali più adatti per specifiche applicazioni in bionica.

Modalità di verifica delle capacità

- Nel corso di alcune lezioni sono previste sessioni "hands on" durante le quali agli studenti verranno presentati alcuni materiali. Verrà chiesto agli studenti di ipotizzare possibili utilizzi tecnologici o indicare le tecniche di fabbricazione e/o di caratterizzazione più adatte in ciascun caso. Queste sessioni saranno utilizzate per valutare se e come gli studenti siano in grado di mettere in relazioni le nozioni teoriche acquisite con i reali utilizzi tecnologici.
- Nel corso dell'attività di ricerca bbliografica/seminario (in gruppi), parte del lavoro di preparazione riguarderà una ricerca dello stato dell'arte di un particolare argomento. Propedeuticamente, saranno svolte attività pratiche per la ricerca delle fonti attraverso l'utilizzo di noti database e di strumenti di gestione/condivisione bibliografica. Queste attività saranno utilizzate per valutare la capacità dello studente di orientarsi nella letteratura scientifica.

Comportamenti

Lo studente potrà acquisire sensibilità riguardo a:

- riconoscimento delle varie scale di strutturazione dei materiali (macro,meso, micro,nano) e come essi concorrano a definirne le proprietà macroscopiche;
- problematiche dello sviluppo di materiali e/o processi biocompatibili/ecosostenibili;
- complessità e applicabilità dei materiali nei vari contesti di interesse;
- cross-talk interdisiciplinare.

Modalità di verifica dei comportamenti

L'acquisizione dei comportamenti/sensibilità sarà valutata:

- durante le lezioni, attraverso le domande, le risposte ai quesiti o le considerazioni che gli studenti faranno;
- nel corso del seminario (lavoro di ricerca bibliografica in gruppo). Agli studenti verrà richiesto di illustrare specificatamente: struttura multiscala del materiale, impatto ambientale/biocompatibilità, applicabilità in scenari concreti.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Per seguire il corso in modo proficuo sono necessarie conoscenze di base di fisica, chimica, scienza dei materiali. Sono inoltre utili, sebbene non strettamente necessarie, conoscenze relative a meccanica, elettronica, ottica, biologia.

Indicazioni metodologiche

- Le lezioni si svolgono utilizzando slide in inglese, la lavagna per semplici schemi o passaggi matematici, video e animazioni, risorse online per approfondire o capire meglio alcuni concetti.
- Le sessioni hands-on consistono nel toccare con mano e osservare alcuni materiali (anche, se necessario, con l'ausilio di un microscopio ottico), per poi aprire una discussione/approfondimento partendo dalle osservazioni svolte.
- Le lezioni, insieme ad altro materiale di approfondimento (articoli, ecc.) saranno disponibili in formato elettronico (file pdf) su un apposito gruppo Microsoft Teams accessibile dagli studenti frequentanti il corso e sul sito http://www.bionicsengineering.it/Courses_PrivateArea.
- Si prevede lo sviluppo di un lavoro di ricerca bibliografica in gruppi su alcuni argomenti selezionati. La composizione dei gruppi, per quanto possibile, sarà eterogenea (studenti aventi differenti formazioni di base), allo scopo di aumentare l'approccio interdisciplinare e educare gli studenti al proficuo cross-talk tra discipline. Tale lavoro sarà propedeutico alla preparazione di una presentazione/seminario da svolgersi in aula (o da remoto) di fronte all'intera classe nelle ultime ore del corso a fine semestre. Al termine di ciascun seminario si aprirà una sessione di domande/risposte.
- L'interazione con gli studenti avverrà via e-mail e con incontri programmati.
- La lingua per tutte le attività sarà l'inglese.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Il corso è strutturato in due sezioni:

1. **Basic Materials Science & Engineering –** Nella prima sezione i tradizionali argomenti basilari della Scienza dei Materiali verranno ripresi per garantire una base comune agli studenti aventi basi diverse (provenienza da corsi di laurea di primo livello diversi). Gli argomenti trattati includono: nomenclatura e classificazione dei materiali, conoscenze di base di chimica e fisica della materia (stato solido), correlazione struttura/prorietà nei materiali, strutture gerarchiche, organizzazione multiscala, transizioni di fase, fondamenti del comportamento meccanico dei materiali, viscoelasticità, strumenti e tecniche di caratterizzazione di base. Varie classi di materiali rilevanti verranno illustrate e riviste: Metalli, Ceramici, Polimeri, Compositi.
2. **Advanced Materials Concepts –** Nella seconda sezione verranno introdotti concetti più avanzati, riguardanti: comportamento complesso della Soft Matter, introduzione a nanotecnologie e nanostrutture, materiali biologici, materiali bioinspirati, materiali intelligenti ("stimuli responsive"), polimeri elettro-attivi, tecniche di fabbricazione per micro e nanostrutture, additive manufacturing, techniche di indagine avanzate, biocompatibilità/ecosostenibilità dei materiali.

Per ciascun argomento trattato nelle sezioni 1 e 2, parte delle lezioni verrà dedicata a **Technology & Bionics Applications –**In essa verranno presentati esempi di applicazione dei materiali in Bionica, quali ad esempio: superfici e interface funzionali, materiali strutturali per la bionica, materiali per la bioelettronica, biomateriali, materiali per sensori e attuatori in biomedicina e robotica.

Bibliografia e materiale didattico

Non è previsto l'utilizzo di un un unico testo/manuale di riferimento.
Un testo di riferimento per buona parte degli argomenti introduttivi alla Scienza dei Materiali, trattati nella **prima sezione** del corso è:

- *Materials Science and Engineering: An Introduction, 10th Edition,* William D. Callister Jr., David G. Rethwisch, Wiley 2018, ISBN: 978-1-119-40549-8

(**NB!** edizioni precedenti/successive dello stesso testo sono ugualmente adatte)
Altri testi di riferimento, non essenziali, ma la cui consultazione può essere utile per specifici approfondimenti sono:

- *Biological Materials Science: Biological Materials, Bioinspired Materials, and Biomaterials,* E. Meyers, Cambridge University Press 2014, ISBN: 9780511862397.

- *Handbook of Nanotechnology,* B. Bushan, Springer 2017, ISBN 978-3-662-54357-3. Available online at: DOI: 10.1007/978-3-662-54357-3
- *Stimuli-Responsive Materials: From Molecules to Nature Mimicking Materials Design,* W. Urban, RCS 2016, ISBN: 978-1-84973-656-5.
- *Organic Bionics,* Gordon G. Wallace, Simon E. Moulton, Robert M.I. Kapsa, Michael Higgins, Wiley 2012, ISBN: 978-3-527-32882-6.

Le slides delle lezioni in formato digitale, alcuni paper di riferimento e altro materiale bibliografico di approfondimento saranno disponibili sul gruppo Microsoft Teams dedicato (cui gli studenti frequentanti il corso verranno invitati ad unirsi dopo la prima lezione) e sul sito http://www.bionicsengineering.it/Courses_PrivateArea.

Indicazioni per non frequentanti

Non ci sono variazioni per studenti non frequentanti.

Modalità d'esame

- La valutazione complessiva avviene sulla base di due distinte valutazioni:

1. lavoro bibliografico/seminario;
2. esame finale.

- La valutazione del lavoro bibliografico/seminario avviene con l'assegnazione di un voto in trentesimi.
- L'esame finale consiste in una prova strutturata in due parti: **a)** test/esercizi scritti, anche con l'uso di schemi e di figure dedicate, e **b)** colloquio tra il candidato e il docente. La valutazione dell'esame finale avviene con l'assegnazione di un voto espresso in trentesimi.
- Nella parte **a)** lo studente deve rispondere per iscritto ai test/esercizi proposti. Essi consistono in quesiti a risposta aperta o multipla, schemi o tabelle da completare, strumentazioni da riconoscere, piccoli problemi da risolvere.
- Nella parte **b)** l'elaborato viene discusso con il docente e gli aspetti poco chiari vengono rivisti e/o approfonditi con domande orali dedicate. La discussione e le domande proseguono toccando vari altri argomenti del corso.
- La durata media totale di un esame è di circa 40 minuti – 1 ora, divise tra domande scritte (ca. 20 minuti) e discussioni/approfondimenti orali (ca. 20-40 minuti).
- L'esame è superato se lo studente dimostra padronanza della maggioranza degli argomenti trattati, se mostra di essere in grado di esprimersi in modo chiaro e di usare la terminologia corretta, se riesce a collegare gli argomenti trattati con casi specifici presentati ad hoc dal docente, e se mostra rigore nelle risposte.
- Concorrono al voto finale:
    1. valutazione lavoro bibliografico/seminario; peso = 30%
    2. valutazione prova orale ; peso = 70%.

Il voto finale viene espresso in trentesimi.

- In caso di esito negativo dell'esame finale lo studente dovrà ripetere solo questa, e non anche il precedente seminario.

Altri riferimenti web

http://www.bionicsengineering.it/courses_and_staff

Ultimo aggiornamento 18/08/2023 15:52