

Testi del Syllabus

Resp. Did. **BARDELLA LORENZO** **Matricola: 020009**

Docente **BARDELLA LORENZO, 6 CFU**

Anno offerta: **2018/2019**

Insegnamento: **A004012 - MECHANICS OF SMART MATERIALS AND STRUCTURES**

Corso di studio: **05853 - CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING - INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE**

Anno regolamento: **2017**

CFU: **6**

Settore: **ICAR/08**

Tipo Attività: **D - A scelta dello studente**

Anno corso: **2**

Periodo: **Secondo Semestre**



Testi in italiano

Lingua insegnamento INGLESE

Contenuti

1. L'Energia Potenziale Totale per solidi e strutture.
2. Comportamento meccanico di pannelli sandwich in campo elastico e lineare per strutture leggere.
3. Introduzione alla teoria dell'omogeneizzazione per materiali compositi.
4. Introduzione alle teorie elettrochemomeccaniche per attuatori e sensori.

Libri di testo/Libri consigliati (vedere "?" al fine dell'acquisizione dei libri allo SBA)

Dan Zenkert: An Introduction to Sandwich Construction, Emas publishing, London.

George Dvorak: Micromechanics of Composite Materials, Springer.

Luis Dorfmann, Ray W. Ogden: Nonlinear Theory of Electroelastic and Magnetoelastic Interactions, Springer.

Lawrence E. Malvern: Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall Inc., New Jersey, USA.

Howard G. Allen: Analysis and design of structural sandwich panels, Pergamon Press Ltd., Oxford.

Obiettivi formativi

Il corso tratta di strutture e materiali avanzati progettati per ottenere specifiche prestazioni, fino ad accennare a quelle rese possibili dall'accoppiamento di piu' componenti della Fisica di base, tra cui la Meccanica, l'Elettrostatica e la Diffusione delle Speci. Tipicamente, e' possibile ottenere elevate prestazioni tramite strutture e materiali compositi. Ricorrendo a una descrizione continua dei fenomeni fisici di interesse, il corso fornisce le basi per sviluppare modelli predittivi del comportamento di sistemi complessi, con lo scopo di sviluppare nuovi sistemi, per esigenze specifiche, tramite opportuna scelta dei componenti di base.

Prerequisiti	Per la fruizione dell'insegnamento non sono necessarie specifiche competenze e/o conoscenze pregresse diverse da quelle richieste per l'iscrizione al Corso di Studio.
Metodi didattici	Lezioni ed esercitazioni in aula
Altre informazioni	In quest'anno accademico, 2018-19, 20 ore di lezione ed esercitazione sui polimeri elettroattivi saranno tenute all'interno del corso dal prof. Luis Dorfmann della Tufts University, Boston, USA. Cio' implica che alcune parti del programma ufficiale saranno trattate meno approfonditamente.
Modalità di verifica dell'apprendimento	L'esame e' volto ad accertare la conoscenza degli argomenti elencati nel Programma ufficiale del Corso e la capacita' di applicare la teoria e i suoi metodi alla soluzione di esercizi. L'esame si svolge con una singola prova orale.
Programma esteso	<p>Dopo aver introdotto il principio di minimo dell'Energia Potenziale Totale per Solidi e Strutture, la prima parte del corso tratta modelli strutturali per pannelli sandwich, utilizzati per ottenere strutture leggere che possano fornire elevate prestazioni meccaniche.</p> <p>La seconda parte riguarda le basi della teoria dell'omogeneizzazione per materiali compositi, utilizzata nella progettazione di nuovi materiali per stimarne le proprieta' macroscopiche. Le schiume sintattiche costituiscono un esempio di flessibilita' di progettazione per svariate applicazioni ingegneristiche avanzate, tra cui: boe di alta profondita', scudi ablativi per il rientro sulla Terra di navicelle spaziali, nuclei di pannelli sandwich con elevate prestazioni meccaniche.</p> <p>La terza parte consiste nell'introduzione al comportamento elettrochemomeccanico degli ionic polymer metal composites (IPMC), che sono microstrutture sandwich costituite da un nucleo in polimero elettroattivo (contenente ioni mobili) e pelli in metallo nobile che fungono da elettrodi. Gli IPMC sono utilizzati sia come sensori che come attuatori, dato che un carico meccanico genera una differenza di potenziale tra gli elettrodi e, viceversa, l'applicazione di una differenza di potenziale agli elettrodi produce l'inflessione degli IPMC. La descrizione tramite modello continuo di questi fenomeni richiede l'utilizzo della Meccanica in deformazioni finite. Le applicazioni includono la bioingegneria, la robotica, i sensori di flusso e la raccolta di energia pulita (energy harvesting).</p>



Testi in inglese

	English
	<ol style="list-style-type: none"> 1. The Total Potential Energy for solids and structures. 2. Mechanical behaviour of linear elastic sandwich panels for lightweight applications. 3. Introduction to the homogenisation theory for composite materials. 4. Introduction to electrochemomechanical theories for actuators and sensors.
	<p>Dan Zenkert: An Introduction to Sandwich Construction, Emas publishing, London.</p> <p>George Dvorak: Micromechanics of Composite Materials, Springer.</p> <p>Luis Dorfmann, Ray W. Ogden: Nonlinear Theory of Electroelastic and Magnetoelastic Interactions, Springer.</p> <p>Lawrence E. Malvern: Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall Inc., New Jersey, USA.</p>

Howard G. Allen: Analysis and design of structural sandwich panels, Pergamon Press Ltd., Oxford.

The course focuses on advanced materials and structures designed to achieve specific performances, up to introducing those behaviours allowed by the coupling of a few basic physical components, such as Mechanics, Electrostatics, Diffusion of Species. Typically, high performances can be achieved with composite materials and structures. By following a continuum description of the physical phenomena of interest, the course provides the basis to predict the behaviour of complex systems, aiming at generating novel capabilities by smartly choosing and assembling their constituents.

No particular knowledge and skills are needed to attend this course beside those required to be enrolled to this Master level of studies.

Frontal lectures and tutorials

In this academic year, 2018-19, 20 hours of lectures and tutorials on electroactive polymers will be taught by prof. Luis Dorfmann of Tufts University, Boston, USA. This implies that selected parts of the regular program will be dealt with in less detail.

The exam has the purpose of ascertaining the student knowledge of the topics dealt with in the course, as listed in the official course program. The examination also focuses on the student capability to apply the theory to solve specific problems. The exam consists of a single colloquium.

After introducing the Total Potential Energy minimum principle for Solids and Structures, the first part of the course deals with structural models for sandwich panels, where the emphasis is on light structures offering high mechanical performance.

The second part provides the fundamental tools of homogenisation theory, which is employed in the design to predict the effective (macroscopic) properties of composite materials. Three-phase composites called syntactic foams are analysed as a prototypical example of smart microstructure, usually consisting of a polymeric matrix filled with hollow glass microspheres. Syntactic foams find application in advanced engineering areas involving deep underwater buoyancy, ablative heat shields for re-entry aerospace vehicles, and structural parts of ships and submarines, where they can be employed as core material of sandwich panels.

The third part introduces students to the electrochemomechanical behaviour of ionic polymer metal composites (IPMCs), that are laminate small-scale structures constituted by an electroactive polymeric membrane, including mobile ions, sandwiched between two metal electrodes. IPMCs are transducers applied both in sensing and actuation, where an imposed mechanical loading generates a voltage across the electrodes, and, viceversa, an imposed electric field causes deformation. The continuum description of these phenomena requires the introduction of a finite deformation mechanical framework. Current research aims at integrating IPMCs in a wide range of engineering and medical domains, including biomedical devices, biomimetic actuators for underwater propulsion, actuating manipulators, flow sensors, tactile and vibration sensors, and energy harvesting.