

Testi del Syllabus

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

Docente **BARDELLA LORENZO, 6 CFU**

Anno offerta: **2019/2020**

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

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

Anno regolamento: **2018**

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. Introduzione alla Meccanica in Continui per deformazioni finite.
2. Elasticita' non lineare per materiali elastomerici.
3. Modellazione costitutiva per elastomeri dielettrici, con applicazione ai comportamenti ad attuatore e a sensore.
4. Introduzione alla teoria dell'omogeneizzazione per materiali compositi. Applicazione all'attuazione nei compositi laminati.
5. Introduzione alla teoria elettrochemomeccanica degli ionic polymer metal composite per modellarne i comportamenti ad attuatore e a sensore.

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

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.

George Dvorak: Micromechanics of Composite Materials, Springer.

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

Obiettivi formativi

Il corso tratta di 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
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>Dato che la modellazione dei comportamenti ad attuatore e sensore degli elastomeri dielettrici deve considerare l'evoluzione della configurazione del materiale, nella prima parte del corso ci si occupa di introdurre gli elementi di Meccanica dei Continui in deformazioni finite utili a tale scopo.</p> <p>Nella seconda parte del corso si introducono i modelli costitutivi per descrivere il comportamento elastico (non lineare) degli elastomeri, tra cui il modello neo-Hookean.</p> <p>La terza parte del corso ne costituisce il nucleo e consiste dell'accoppiamento tra Meccanica ed Elettrostatica per la descrizione dei comportamenti ad attuatore e a sensore dei cosiddetti "soft smart materials" (tra cui gli elastomeri dielettrici).</p> <p>La quarta parte riguarda le basi della teoria dell'omogeneizzazione per materiali compositi, utilizzata nella progettazione di nuovi materiali per stimarne le proprieta' macroscopiche. Cio' consente di modellare il comportamento di compositi laminati costituiti da fasi realizzate con elastomeri dielettrici.</p> <p>La quinta parte verte sull'introduzione al comportamento elettrochemomeccanico degli ionic polymer metal composite (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

Teaching language	English
Content	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction to Continuum Mechanics within finite deformations. 2. Nonlinear elasticity of elastomeric materials. 3. Constitutive modelling of elastomeric dielectrics, with application to actuation and sensing. 4. Introduction to the homogenisation theory for composite materials. Application to laminate composite actuators. 5. Introduction to the electrochemomechanics of ionic polymer metal composites for actuation and sensing.
Recommended Bibliography	<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> <p>George Dvorak: Micromechanics of Composite Materials, Springer.</p>

Educational Goals

The course focuses on advanced materials 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.

Preliminary Requirements

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

Teaching Methods

Frontal lectures and tutorials

Assessment Methods

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.

Extended Syllabus

Since the modelling of actuation and sensing requires accounting for the actual configuration of the material, the first part of this class deals with the introduction of the relevant elements of Continuum Mechanics within the finite deformation framework.

The second part introduces the constitutive models for the (nonlinear) elasticity of elastomeric materials, such as the neo-Hookean model. The third part is the core of the class whereby it introduces the coupling between Mechanics and Electrostatics, which is essential in order to model actuation and sensing of the so-called "soft smart materials" (including elastomeric dielectrics).

The fourth part provides the fundamental tools of homogenisation theory, which is employed in the design to predict the effective (macroscopic) properties of composite materials. This allows the modelling of laminate composites whose phases consist of elastomeric dielectrics.

The fifth 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.