



# UNIVERSITÀ DI PISA

## SMART MATERIALS AND SENSORS

---

### GIUSEPPE BARILLARO

Anno accademico  
CdS

2023/24  
BIOTECHNOLOGIES AND APPLIED  
ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR  
HEALTH

Codice  
CFU

1108I  
12

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
SENSORS	ING-INF/01	LEZIONI	48	GIUSEPPE BARILLARO
SMART MATERIALS	ING-INF/06	LEZIONI	48	AURORA DE ACUTIS GIOVANNI VOZZI

#### Obiettivi di apprendimento

##### *Conoscenze*

Il corso è diviso in due moduli: Smart materials e Biosensors

##### **Smart Materials**

Gli studenti acquisiranno le necessarie conoscenze dell'area interdisciplinare dei "materiali intelligenti", con un'enfasi sui nuovi materiali e sulle applicazioni emergenti (ad esempio per il settore della biotecnologia, dell'ingegneria dei tessuti e della biorobotica). Gli studenti apprenderanno le potenzialità dei dispositivi basati su materiali intelligenti, le sfide associate al loro utilizzo e gli approcci per affrontare queste sfide. Questo corso interdisciplinare fornirà un trattamento integrativo dei materiali intelligenti coprendo i fondamenti dei materiali, la fabbricazione, le applicazioni, la caratterizzazione e la progettazione.

##### **Biosensors**

Gli studenti acquisiranno le conoscenze necessarie per la comprensione del funzionamento e progettazione preliminare delle principali classi di biosensori elettrici, ottici, elettrochimici, con riferimento ai principali passi di fabbricazione, principi fisici/chimici di funzionamento, principali parametri di merito, applicazioni e realizzazioni commerciali.

##### *Modalità di verifica delle conoscenze*

##### **Smart Materials**

La verifica delle conoscenze acquisite dagli studenti avviene attraverso una prova orale al termine del corso

##### **Biosensors**

La verifica delle conoscenze acquisite dagli studenti avviene attraverso una prova orale al termine del corso

##### *Capacità*

##### **Smart Materials**

Entro la fine del modulo:

- gli studenti saranno in grado di condurre ricerche e analisi di fonti di attualità.
- gli studenti saranno in grado di progettare e caratterizzare strutture funzionali utilizzando materiali intelligenti sulla base dell'applicazione finale.
- gli studenti potranno presentare i risultati delle loro lezioni di laboratorio.
- gli studenti rafforzeranno le proprie capacità di presentazione e comunicazione.

##### **Biosensors**

Alla fine del modulo gli studenti saranno in grado di:

- effettuare un'analisi approfondita della letteratura dei biosensori
- comprendere il funzionamento delle principali classi di biosensori
- effettuare una progettazione preliminare di un biosensore per una specifica analita target
- valutarne le prestazioni sulla base dei principali parametri di merito di un biosensore
- di presentare in una relazione scritta i risultati dell'attività progettuale svolta



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### *Modalità di verifica delle capacità*

#### **Smart Materials**

Una prova orale valuterà la conoscenza e la padronanza della materia da parte degli studenti.

#### **Biosensors**

Una prova orale valuterà la conoscenza e la padronanza della materia da parte degli studenti.

### *Comportamenti*

#### **Smart Materials**

- Gli studenti acquisiranno e/o svilupperanno la consapevolezza di come i materiali intelligenti possano contribuire alle tecnologie consolidate ed emergenti.
- Gli studenti avranno l'opportunità di identificare nuove applicazioni intelligenti nella propria area di ricerca
- Gli studenti acquisiranno accuratezza e precisione nella raccolta e analisi dei dati sperimentali durante le lezioni di laboratorio.

#### **Biosensors**

- Lo studente potrà acquisire e/o sviluppare sensibilità di come i sensori possano contribuire a monitorare e migliorare principali problematiche ambientali e di salute.
- Lo studente potrà saper gestire responsabilità di conduzione di un progetto
- Lo studente acquisirà accuratezza e precisione nello svolgere attività di raccolta e analisi di dati circa la letteratura scientifica e attraverso le esperienze in laboratorio.

### *Modalità di verifica dei comportamenti*

#### **Smart Materials**

Il progresso accademico sarà monitorato e verificato tramite la prova orale in ogni sessione d'esame.

#### **Biosensors**

Il progresso accademico sarà monitorato attraverso:

- brevi relazioni concernenti gli argomenti trattati
- la prova orale in ogni sessione d'esame.

### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

#### **Smart Materials**

Conoscenza dei concetti fondamentali di ingegneria, chimica, biologia e biotecnologia.

Lo studente è invitato a verificare l'esistenza di eventuali propedeuticità consultando il Regolamento del Corso di studi relativo al proprio anno di immatricolazione. Un esame sostenuto in violazione delle regole di propedeuticità è nullo (Regolamento didattico d'Ateneo, art. 24, comma 3)"

#### **Biosensors**

Conoscenza dei concetti fondamentali di ingegneria, fisica, chimica, biologia, e biotecnologia.

Lo studente è invitato a verificare l'esistenza di eventuali propedeuticità consultando il Regolamento del Corso di studi relativo al proprio anno di immatricolazione. Un esame sostenuto in violazione delle regole di propedeuticità è nullo (Regolamento didattico d'Ateneo, art. 24, comma 3)"

### *Corequisiti*

#### **Smart Materials**

Nessuno

#### **Biosensors**

Nessuno

### *Prerequisiti per studi successivi*

#### **Smart Materials**

Nessuno

#### **Biosensors**

Nessuno

### *Indicazioni metodologiche*

#### **Smart Materials**



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- Utilizzando lezioni frontali, con supporti visivi come powerpoint/video
- Utilizzo dei personal computer degli studenti
- Utilizzando lezioni di laboratorio
- Condivisione e download di materiali didattici da repository dedicati
- Orario di ricevimento del docente per eventuali chiarimenti e lavori individuali con gli studenti.
- Altre comunicazioni tra docenti e studente (es. email)

### Biosensors

- Utilizzando lezioni frontali, con supporti visivi come powerpoint/video
- Utilizzo dei personal computer degli studenti
- Utilizzando lezioni di laboratorio
- Condivisione e download del materiale didattico da repository dedicati
- Orario di ricevimento del docente per eventuali chiarimenti e lavori individuali con gli studenti.
- Altre comunicazioni tra docenti e studente (es. email)

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

#### Smart Materials

- **Smart Materials: concetti chiave**

Questa parte si concentra sui concetti chiave dei materiali intelligenti. Inizialmente verranno introdotte le basi dei biomateriali, la loro classificazione e proprietà. Discuteremo la definizione di materiali intelligenti, eseguiremo una panoramica delle diverse classi di materiali con proprietà intelligenti e relativi metodi di fabbricazione.

- **Caratterizzazione di materiali intelligenti**

Questa parte introduce metodi di ricerca su macroscale che possono essere utili per la caratterizzazione di materiali intelligenti.

- **Dalle proprietà alle applicazioni**

Questa parte introduce le tendenze nelle applicazioni di diverse classi di materiali intelligenti. Verranno inoltre analizzati i principali approcci della stampa 2D e 3D e della biofabbricazione.

### Biosensors

- **Biosensori naturali e artificiali**

Verranno introdotti i concetti chiave dei biosensori facendo riferimento ai sensori naturali, p.e. del corpo umano, per passare poi a quelli artificiali, realizzati dall'uomo. Verranno quindi introdotti e discussi i principali parametri di merito di un sensore.

- **Architettura dei biosensori**

Verranno introdotte e discusse le principali classi di biosensori con riferimento al principio di funzionamento, all'architettura e alle metodologie di realizzazione.

- **Tipologie biosensori**

Verranno introdotte e discusse vari tipologie di biosensori, in termini di architettura, principio di funzionamento, parametri di merito, tecniche di lettura, applicazioni. In particolare verranno discusse le classi di biosensori enzimatiche e immunosensori, sia di tipo ottico che di tipo elettrochimico, e le classi dei sensori di gas e composti volatili.

### Bibliografia e materiale didattico

#### Smart Materials

Leo, Donald J. *Engineering analysis of smart material systems*. John Wiley & Sons, 2007.

### Biosensors

- Slides delle lezioni fornite dal docente

Marc J. Madou, S. Roy Morrison, *Chemical Sensing with Solid State Devices*. ACADEMIC PRESS, INC.

### Indicazioni per non frequentanti

#### Smart Materials

Non ci sono indicazioni per gli studenti non frequentanti

#### Biosensors

Non ci sono indicazioni per gli studenti non frequentanti



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Modalità d'esame

#### Smart Materials

L'esame consiste in una prova orale.

La prova orale consiste in un colloquio tra il candidato ed i docenti. All'inizio della prova orale potrà essere richiesto al candidato di presentare criticamente un elaborato di attualità concordato preventivamente con il docente. Inoltre, al candidato potrà essere richiesto di risolvere anche problemi/esercitazioni scritte davanti ai docenti. Il candidato non supererà la prova se mostra un'incapacità di esprimersi in modo chiaro utilizzando la terminologia corretta, o se il candidato non risponde sufficientemente ad un certo tipo di domande riguardanti le parti fondamentali del corso o l'argomento della sua presentazione. Inoltre, la prova non avrà esito positivo se il candidato dimostra ripetutamente un'incapacità di relazionare e collegare parti delle lezioni con nozioni di base per rispondere correttamente ad una domanda.

#### Biosensors

L'esame consiste in una prova orale.

La prova orale consiste in un colloquio tra il candidato ed i docenti. All'inizio della prova orale potrà essere richiesto al candidato di presentare criticamente un elaborato di attualità concordato preventivamente con il docente. Inoltre, al candidato potrà essere richiesto di risolvere alcuni problemi/esercizi scritti proposti dai docenti sugli argomenti del corso.

Il candidato non supererà la prova se mostra un'incapacità di esprimersi in modo chiaro utilizzando la terminologia corretta, o se il candidato non risponde in maniera ritenuta sufficiente alle domande/esercizi posti dai docenti e riguardanti le parti fondamentali del corso o l'argomento della sua presentazione. Inoltre, la prova non avrà esito positivo se il candidato dimostra ripetutamente un'incapacità di relazionare e collegare parti delle lezioni con nozioni di base per rispondere correttamente ad una domanda.

### Stage e tirocini

#### Smart Materials

Nessuno

#### Biosensors

Nessuno

### Altri riferimenti web

#### Smart Materials

Nessuno

#### Biosensors

Nessuno

### Note

#### Smart Materials & Biosensors

Commissione d'esame: Presidente: Giuseppe Barillaro

Membri effettivi: Giovanni Vozzi, Aurora De Acutis

Presidente supplente: Giovanni Vozzi

Membri supplenti: Carmelo De Maria, Salvatore Surdo

Ultimo aggiornamento 31/08/2023 11:00