



# UNIVERSITÀ DI PISA

## ADVANCED CERAMICS AND SMART GLASSES

**BEATRICE CIONI**

Academic year 2023/24  
Course MATERIALS AND NANOTECHNOLOGY  
Code 825II  
Credits 6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
ADVANCED CERAMICS AND SMART GLASSES	ING-IND/22	LEZIONI	48	FILIBERTO BITOSSI ERIKA IVETH CEDILLO GONZALEZ BEATRICE CIONI

### Obiettivi di apprendimento

#### Conoscenze

Gli studenti acquisiranno conoscenze sulla teoria fondamentale, le proprietà, la produzione e le applicazioni dei ceramici (tradizionali e avanzati), dei compositi a matrice ceramica, dei vetri tradizionali e intelligenti.

#### Modalità di verifica delle conoscenze

La conoscenze verranno valutate tramite:

esame finale

#### Capacità

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

Dimostrare una buona conoscenza dei tipi e delle proprietà dei ceramici  
Possedere conoscenze nella lavorazione e fabbricazione di ceramici e compositi a matrice ceramica  
Comprendere i comportamenti chimico-fisici-meccanici dei materiali ceramici  
Dimostrare capacità di comprendere articoli scientifici incentrati sui ceramici.

#### Modalità di verifica delle capacità

Le competenze verranno valutate tramite:

compiti in corso (esercizi o altre lezioni)

esame finale

#### Comportamenti

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

Spiegare la definizione delle proprietà fisiche dei materiali ceramici (densità, capacità termica, conducibilità termica, dilatazione termica), le caratteristiche microstrutturali e descrivere da quali parametri dipendono queste proprietà.  
Spiegare i concetti relativi alle proprietà meccaniche dei materiali ceramici (elasticità, modulo di Young, resistenza teorica, resistenza alla trazione, resistenza alla compressione, resistenza alla flessione e tenacità alla frattura) e comprendere la relazione tra resistenza alla frattura e difetti nel materiale. Fare i calcoli a riguardo.  
Spiegare come vengono misurate le proprietà meccaniche della ceramica, eseguire calcoli e spiegare come le proprietà dei materiali ceramici differiscono da altri tipi di materiali (ad esempio metalli).  
Spiegare i meccanismi di tenacizzazione disponibili e spiegare come questi possono essere utilizzati per aumentare la resistenza alla frattura dei materiali ceramici.  
Descrivere il processo di produzione dei materiali ceramici, dalla sintesi delle polveri alla cottura dei corpi verdi per ottenere un materiale denso  
Descrivere i processi per la preparazione di compositi a matrice ceramica  
Comprendere l'importanza di come il processo di preparazione influisce sulle proprietà del prodotto finito  
Descrivere le proprietà tipiche dei diversi materiali ceramici e confrontarle con altri tipi di materiali.  
Descrivere come vengono preparati i bicchieri e le vetroceramiche.  
Comprendere come le dimensioni finali influenzano le proprietà dei ceramici



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Modalità di verifica dei comportamenti

I comportamenti verranno valutati tramite:  
compiti in corso (esercizi)  
esame orale finale

### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Conoscenze di scienza e tecnologia dei materiali.

### Indicazioni metodologiche

L'insegnamento si basa su lezioni frontali, esercitazioni e analisi di casi studio.  
Lezioni frontali: 48 ore

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Teoria dei materiali ceramici

1. Proprietà generali, classificazione delle ceramiche (ceramiche tradizionali e avanzate), ossidi, non ossidi e compositi, amorfi e cristallini.
2. Microstrutture ceramiche: cristallografia, energia di legame e proprietà. Tipi di imperfezioni nella ceramica, difetti di Frenkel e Schottky, notazione di Kroger-Vink.
3. Diagrammi di stato ceramici.
4. Principali proprietà dei materiali ceramici: porosità, proprietà meccanico-termiche, chimiche e funzionali. Correlazioni struttura-proprietà. Durabilità nei materiali ceramici.

Principali tecniche di caratterizzazione dei materiali ceramici

1. Microscopia ottica ed elettronica
2. Spettroscopia EDS
3. Spettroscopia IR
4. Diffrazione a raggi X
5. Porosimetria dell'intrusione di mercurio
6. Analisi termogravimetriche (TGA)
7. Caratterizzazioni meccaniche.

Materie prime

Materie prime silicate (silice, argille, feldspati) e non silicate. Caratterizzazione delle materie prime per ceramica: composizione chimica, struttura mineralogica, granulometria, reologia, proprietà fisiche e termiche.

Processi produttivi della ceramica

1. Miscelazione, macinazione, omogeneizzazione, lavorazione a umido e a secco.
2. Processo di formatura/modellatura: pressatura delle polveri, stampaggio a umido, fusione ed estrusione.
3. Sinterizzazione: teoria e applicazioni.

Ceramiche avanzate e compositi a matrice ceramica

Esempi, applicazioni (strutturali, biomediche, aerospaziali...) e processi produttivi.

Ceramiche avanzate: allumina, zirconio, carburo di silicio, nitruro di silicio, idrossiapatite.

Compositi a Matrice Ceramica: SiC-SiC, C-C, C-SiC, Allumina-Allumina (alcuni esempi).

Meccanismo di base delle proprietà meccaniche.

Focus speciale sull'infiltrazione di vapori chimici assistita da microonde (MWCVI) di compositi in carburo di silicio.

Ceramica a base di zirconio

Introduzione cos'è la zirconia, processo di produzione delle polveri, invecchiamento e soluzioni, metodi di formatura (pressatura, pressatura isostatica a freddo, pressatura isostatica a caldo, colata a scorrimento, estrusione, stampaggio a iniezione, colata su nastro), riscaldamento (deceratura, pre-sinterizzazione, sinterizzazione, lavorazione), applicazioni (meccanica, elettrica, automobilistica, medica, produzione di energia, lusso).

Ceramiche per applicazioni biomediche:

- Ceramiche a base di fosfato di calcio come materiale sostitutivo dell'osso
- Zirconia per applicazioni dentali
- Compositi a base di vetro bioattivo e bioceramica per applicazioni cliniche

Occhiali intelligenti

Storia e definizioni dei materiali vetrosi, teorie sulla formazione del vetro, proprietà (proprietà ottiche e chimiche, viscosità), caratterizzazione, produzione (vetri tradizionali e smart). Tecnologie e applicazioni del vetro intelligente (vetro piano, vetro stratificato, vetro rinforzato termicamente, vetro rinforzato chimicamente, vetro autopulente, vetri fotocromatici e termocromici, vetro intelligente PDLC).

### Bibliografia e materiale didattico

1. Callister's Materials Science and Engineering, William D. Callister, Jr., David G. Rethwisch, John Wiley & Sons (2020)
2. Ceramic Processing and Sintering, M.N. Rahaman, Ed. Taylor & Francis (2003)
3. Notes, Digital compendium and slides will be provided by the teachers.

### Indicazioni per non frequentanti



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

Contattare il docente per il materiale didattico e informazioni sul corso

### Modalità d'esame

L'esame è composto da una prova scritta e da una prova orale.

La prova scritta consiste in una o più domande, esercizi e problemi da risolvere. Se la prova scritta viene superata con un voto superiore a 18, è possibile confermare il voto della prova scritta senza sostenere la prova orale.

La prova orale consiste in un colloquio tra il candidato e il docente e i co-docenti.

*Ultimo aggiornamento 02/11/2023 18:01*