



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ENNA "KORE"

## Facoltà di Ingegneria e Architettura Anno Accademico 2022/2023 Corso di studi in Ingegneria Aerospaziale

Insegnamento	Scienza e Tecnologia dei Materiali
CFU	6
Settore Scientifico Disciplinare	ING-IND/22
Metodologia didattica	Lezioni
Nr. ore di aula	48
Nr. ore di studio autonomo	102
Nr. ore di laboratorio	-
Mutuazione	-
Annualità	III anno
Periodo di svolgimento	I semestre

Docente	E-mail	Ruolo <sup>i</sup>	SSD docente
Marco Morreale	marco.morreale@unikore.it	PA	ING-IND/22

Propedeuticità	Nessuna.
Prerequisiti	Risultano fondamentali gli strumenti fisico-matematici di base forniti durante i primi due anni del Corso di Studi, e utili delle conoscenze di base di chimica generale.
Sede delle lezioni	UNIKORE-Facoltà di Ingegneria e Architettura

### Moduli

N.	Nome del modulo	Docente	Durata in ore
-	-	-	-

### Orario delle lezioni

L'orario delle lezioni sarà pubblicato sul sito web di Ateneo.

[https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb\\_unikore/index.php?view=easycourse&lang=it](https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb_unikore/index.php?view=easycourse&lang=it)

### Obiettivi formativi

Obiettivo dell'insegnamento è fornire anzitutto le conoscenze fondamentali relative alla chimica di base e alla struttura della materia, necessarie alla comprensione e all'approfondimento degli aspetti scientifici e tecnologici legati ai materiali e al loro utilizzo nell'ingegneria aerospaziale, fornendo gli strumenti di base per potere correlare le caratteristiche chimiche e microstrutturali dei vari materiali in gioco con le loro proprietà macroscopiche e applicative, con particolare focus sul settore aerospaziale. Lo studente alla fine dell'insegnamento sarà quindi in grado di comprendere il legame tra struttura e proprietà e affrontare delle problematiche di natura applicativa, correlando fra di loro vari fattori in gioco ed analizzando il tutto in modo critico.

### Contenuti del Programma

#### *Elementi di chimica generale*

Sistemi atomici: peso atomico e molecolare; concetto di mole; equazioni chimiche e calcoli

stechiometrici di base. Cenni di termodinamica ed equilibri: sistemi termodinamici; funzioni ed equazioni di stato; passaggi di stato; equilibri fisici e chimici; diagrammi di stato ad uno e due componenti indipendenti. Diagramma di stato delle sostanze pure, regola delle fasi di Gibbs, leghe binarie, regola della leva, solidificazione delle leghe in condizioni di non-equilibrio, trasformazioni invariati, diagrammi di stato con fasi e composti intermedi, diagrammi di stato ternari.

Struttura elettronica degli atomi: modelli atomici e principi fondamentali, orbitali, configurazione elettronica degli elementi e proprietà periodiche. Legame chimico: Legame ionico e covalente; orbitali molecolari; legame delocalizzato, dativo, a idrogeno, metallico; legami secondari. Stato solido: solidi amorfi e cristallini, transizioni nei solidi. Le soluzioni (elementi): generalità, solubilità, proprietà colligative, equilibri in soluzione acquosa; acidi e basi. Elementi di elettrochimica: numero di ossidazione, reazioni di ossido-riduzione, pile (cenni). Cenni di cinetica: ordine cinetico, equazioni cinetiche ed energia di attivazione; processi attivati termicamente e velocità nei solidi. Cenni di chimica descrittiva e chimica organica: la tavola periodica (descrizione, gruppi e periodi, classificazioni); idruri e ossidi; idrocarburi, reazioni di combustione, prodotti e composti di sostituzione, derivati funzionali. (Durata: 16 ore)

#### *Struttura della materia*

Reticolo spaziale e celle elementari. Sistemi cristallini e reticoli di Bravais. Principali strutture cristalline nei metalli. Celle elementari cubiche ed esagonali. Piani cristallografici e direzioni. Allotropia. Analisi della struttura cristallina. Materiali amorfi. Solidificazione dei metalli e dei monocristalli. Soluzioni solide e diffusione nei solidi. Difetti cristallini. Tecniche sperimentali per l'identificazione di microstrutture e difetti. (Durata: 3 ore)

#### *Proprietà fisiche e tecnologiche*

Caratteristiche fisiche e chimiche. Proprietà meccaniche. Sforzi e deformazioni nei materiali. Materiali fragili e duttili. Deformazione plastica, rafforzamento, recupero e ricristallizzazione. Prova di trazione e diagramma sforzo-deformazione. Durezza e prove di durezza. Deformazione plastica. Rafforzamento dei metalli per soluzione solida. Frattura duttile e fragile. Tenacità e prova di resilienza. Fatica dei metalli. Velocità di propagazione delle cricche di fatica. Creep e creep-rottura, viscoelasticità. Parametro di Larsen-Miller. Miglioramento delle prestazioni meccaniche dei metalli. Esempi di failure analysis. Proprietà termiche dei materiali. (Durata: 6 ore)

#### *Materiali metallici*

Generalità e richiami sui diagrammi di stato dei sistemi binari e ternari Produzione della ghisa e dell'acciaio. Diagramma di stato ferro-carburo di ferro. Trattamenti termici degli acciai al carbonio, richiami sui processi attivati termicamente e velocità nei solidi, principali lavorazioni dei metalli. Acciai basso legati. Acciai inossidabili. Ghise. Leghe di alluminio, rame, magnesio, titanio e nichel, leghe per applicazioni speciali. Corrosione elettrochimica dei metalli. Celle galvaniche. Cinetica di corrosione. Forme di corrosione. Ossidazione dei metalli. Protezione dalla corrosione. (Durata: 7 ore)

#### *Materiali polimerici*

Generalità e polimerizzazione. Polimeri termoplastici e termoindurenti. Cristallinità. Lavorazione. Classificazione e comportamento viscoelastico. Creep e frattura. Materiali termoplastici per uso generale. Tecnopolimeri. Termoindurenti. Elastomeri. Adesivi. (Durata: 6 ore)

#### *Materiali ceramici e vetri*

Generalità. Struttura dei silicati. Lavorazione dei materiali ceramici (cenni). Materiali ceramici tradizionali e avanzati. Proprietà meccaniche e termiche. Vetri: struttura, composizione, lavorazione, vetri speciali. Rivestimenti ceramici e ingegneria di superficie, nanotecnologie (cenni). (Durata: 3 ore)

#### *Materiali compositi*

Fibre per materiali compositi a matrice polimerica. Materiali compositi polimerici rinforzati con fibre. Processi di fabbricazione. Strutture a sandwich. Compositi a matrice metallica e a matrice ceramica. (Durata: 5 ore)

#### *Legno*

Generalità. Macrostruttura e microstruttura. Legni dolci e duri. Struttura delle pareti cellulari. Difetti. Proprietà e applicazioni con particolare riferimento al settore aeronautico. (Durata: 2 ore)

I risultati di apprendimento attesi sono definiti secondo i parametri europei descritti dai cinque descrittori di Dublino.

1. Conoscenza e capacità di comprensione:  
Gli obiettivi che lo studente dovrà avere raggiunto, in termini di conoscenza (sapere) e capacità (saper fare), saranno: la conoscenza dei più importanti materiali e relative applicazioni e problematiche nel campo ingegneristico (con particolare riferimento al settore aeronautico), unitamente alla capacità di correlare le principali caratteristiche microscopiche con le relative proprietà macroscopiche, in modo tale da effettuare le scelte più adeguate per una specifica applicazione.
2. Conoscenza e capacità di comprensione applicate:  
Lo studente sarà in grado di utilizzare le conoscenze acquisite riguardo la struttura della materia per correlare qualitativamente le proprietà con la struttura e le possibili applicazioni tecnologiche; acquisirà inoltre strumenti necessari per potere scegliere i materiali più idonei in relazione all'applicazione richiesta, tenendo anche in considerazione i possibili fenomeni di degrado.
3. Autonomia di giudizio:  
Lo studente, alla fine dell'insegnamento, sarà in grado di riconoscere autonomamente le caratteristiche, le proprietà e i più importanti metodi di lavorazione dei principali materiali di uso ingegneristico; valutare le proprietà chimico/fisiche ed il comportamento dei materiali nelle varie situazioni di impiego; gli effetti di agenti atmosferici, termici ed azioni esterne in generale sui materiali prescelti, al fine di verificarne le implicazioni progettuali e manutentive.
4. Abilità comunicative:  
Lo studente acquisirà la capacità di comunicare ed esprimere le problematiche inerenti l'oggetto dell'insegnamento. In particolare, sarà in grado di sostenere conversazioni su tematiche relative a vari aspetti fondamentali (struttura atomica della materia, correlazioni struttura-proprietà, varie tipologie di materiali e relative proprietà tecnologiche, vantaggi/svantaggi legati all'impiego di un determinato materiale) facendo ricorso ad un'adeguata conoscenza del linguaggio tecnico.
5. Capacità di apprendere:  
Lo studente sarà orientato all'acquisizione delle conoscenze non solo da libri di testo consigliati ma anche da fonti differenti in modo da sviluppare capacità di apprendimento che gli consentano di continuare a studiare per lo più in modo autonomo, sviluppando quindi un'effettiva capacità di affrontare in autonomia lo studio di problematiche inerenti gli aspetti trattati durante l'insegnamento.  
Al raggiungimento delle capacità di apprendimento contribuiranno, in varia misura, tutte le attività didattiche. Le capacità di apprendimento saranno conseguite in particolare attraverso lo studio individuale previsto, e l'attività svolta per la preparazione degli esami, attraverso la cui valutazione sarà verificato il raggiungimento delle suddette capacità.

---

#### Testi per lo studio della disciplina

---

##### Testi principali

*W.F. Smith, J. Hashemi, Scienza e tecnologia dei materiali (McGraw-Hill)*

*G. Valitutti, A. Tifi e A. Gentile, Lineamenti di Chimica (Zanichelli)*

##### Testi di riferimento per certificazione EASA PART 66

*Total Training Support Integrated Training System Module 2. Physics*

*Total Training Support Integrated Training System Module 6. Materials and Hardware*

*Aviation maintenance technician certification series Module 02*

*Aviation maintenance technician certification series Module 06*

##### Testi di approfondimento

*D.R. Askeland, P.P. Fulay, W.J. Wright, Scienza e tecnologie dei materiali (Città Studi Edizioni)*

*P. Silvestroni, Fondamenti di chimica (CEA)*

### Metodi e strumenti per la didattica

Saranno svolte essenzialmente lezioni frontali, ma anche alcune analisi di casi studio ed esercizi al fine di applicare e consolidare le nozioni apprese durante le lezioni frontali. Per alcuni aspetti specifici dell'insegnamento, verrà fornito agli studenti frequentanti del materiale integrativo in formato pdf e/o le slide delle lezioni e/o esercizi/casi studio (sempre in formato pdf).

La frequenza è fortemente consigliata.

### Modalità di accertamento delle competenze

L'accertamento delle competenze tecniche acquisite dagli allievi si svolgerà attraverso un colloquio orale individuale (di durata variabile ed orientativamente intorno ai 30 minuti) che tratterà gli argomenti affrontati durante il insegnamento e sinteticamente descritti nel presente documento. Gli esaminandi, in caso di necessità legate alla loro numerosità, saranno ripartiti in più giornate secondo un calendario determinato nel giorno dell'appello ovvero, se possibile, anticipatamente sulla base delle prenotazioni pervenute. La calendarizzazione sarà in tal caso opportunamente pubblicizzata. Durante il colloquio individuale sarà accertato il raggiungimento di una conoscenza almeno sufficiente relativamente agli argomenti descritti nel presente documento. La valutazione dell'apprendimento sarà focalizzata sulla valutazione dei risultati attesi, in accordo con i descrittori di Dublino. Il voto sarà dato in trentesimi e varierà da 18/30 a 30/30 con lode. L'obiettivo della prova d'esame consiste nel verificare il livello di raggiungimento delle conoscenze, competenze e abilità indicate. Il voto sarà espresso secondo il seguente schema di valutazione:

- Ottimo (30-30 e lode): Ottima conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Ottima capacità di applicare le conoscenze acquisite per rispondere ai quesiti proposti e nell'affrontare nuove problematiche. Eccellenti capacità espositive.
- Molto buono (26-29): Buona conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Buona capacità di applicare le conoscenze acquisite per rispondere ai quesiti proposti e nell'affrontare nuove problematiche. Ottime capacità espositive.
- Buono (24-25): Buona conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Discreta capacità di applicare le conoscenze acquisite per rispondere ai quesiti proposti e nell'affrontare nuove problematiche. Buone capacità espositive.
- Discreto (21-23): Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Limitata capacità di applicare le conoscenze acquisite per rispondere ai quesiti proposti e nell'affrontare nuove problematiche.
- Sufficiente (18-20): Conoscenza minima degli argomenti trattati e limitata capacità di applicare le conoscenze acquisite per rispondere ai quesiti proposti.
- Insufficiente: Manca di una conoscenza accettabile degli argomenti trattati e non dimostra una sufficiente capacità di applicare le conoscenze acquisite per rispondere ai quesiti.

### Date di esame

Le date di esame saranno pubblicate sul sito web di Ateneo:

[https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb\\_unikore/index.php?view=easytest&lang=it](https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb_unikore/index.php?view=easytest&lang=it)

### Modalità e orario di ricevimento

Gli orari di ricevimento saranno pubblicati sulla pagina web personale del docente.

Si raccomanda agli studenti interessati di contattare preventivamente il docente via email per una migliore organizzazione delle attività di ricevimento.

---

<sup>i</sup> PO (professore ordinario), PA (professore associato), RTD (ricercatore a tempo determinato), RU (Ricercatore a tempo indeterminato), DC (Docente a contratto).