



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ENNA "KORE"

Facoltà di Ingegneria e Architettura

Anno Accademico 2022/2023

Corso di Studi in Ingegneria Aerospaziale, classe di laurea L9

Insegnamento	Scienza delle Costruzioni
CFU	9
Settore Scientifico Disciplinare	ICAR/08
Nr. ore di aula	72
Nr. ore di studio autonomo	153
Nr. ore di laboratorio	-
Mutuazione	Sì (Ingegneria dei Rischi Ambientali e delle Infrastrutture – L-7)
Annualità	II Anno
Periodo di svolgimento	II semestre

Docente	E-mail	Ruolo ⁱ	SSD docente
Giacomo Navarra	giacomo.navarra@unikore.it	PA	ICAR/08

Propedeuticità	Nessuna
Prerequisiti	Sono necessarie conoscenze di base dei concetti di fisica e di matematica di base, quali i concetti di funzioni di più variabili, derivate totali e parziali, di trigonometria, delle operazioni tra vettori, condizioni di equilibrio, concetto di lavoro, nonché i concetti basilari della meccanica razionale.
Sede delle lezioni	Facoltà di Ingegneria e Architettura

Moduli

N.	Nome del modulo	Docente	Durata in ore

Orario delle lezioni

L'orario delle lezioni sarà pubblicato sulla pagina web del corso di laurea:

https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb_unikore/index.php?view=easycourse&_lang=it

Obiettivi formativi

Il corso ha lo scopo di fornire le conoscenze di base della Meccanica dei corpi deformabili. Saranno fornite le conoscenze per comprendere il comportamento meccanico e cinematico di elementi strutturali di forma qualunque. Vengono affrontati i problemi relativi alla soluzione di semplici schemi strutturali, isostatici ed iperstatici, nonché alla determinazione dello stato tensionale e deformativo. Infine, saranno forniti i criteri per la valutazione della sicurezza di sistemi strutturali nei confronti delle azioni di progetto. Queste conoscenze di base costituiscono gli strumenti fondamentali per la comprensione di quegli elementi più propriamente progettuali che si affrontano nell'insegnamento di Costruzioni e Strutture Aeronautiche. L'insegnamento è perfettamente allineato con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea, fornendo agli studenti quelle conoscenze di base della meccanica strutturale in ambito meccanico, propedeutiche all'esercizio della professione.

1. Nozioni introduttive (3 ore):

- 1.1 Posizione del problema strutturale
- 1.2 Variabili cinematiche e meccaniche, interne ed esterne
- 1.3 Ipotesi di piccoli spostamenti e sue conseguenze analitiche

2. Proprietà meccaniche dei materiali (3 ore):

- 2.1 Prova di trazione semplice, Tensione normale
- 2.2 Determinazione del modulo di elasticità longitudinale
- 2.3 Determinazione del coefficiente di Poisson

3. Statica e cinematica della trave (12 ore):

- 3.1 Caratteristiche e disposizione dei vincoli, cinematica delle strutture vincolate
- 3.2 Statica delle strutture vincolate
- 3.3 Condizioni necessaria e sufficiente di isostaticità
- 3.4 Equazioni cardinali della statica, equazioni ausiliarie
- 3.5 Caratteristiche della sollecitazione
- 3.6 Equazioni indefinite di equilibrio per solidi monodimensionali
- 3.7 Determinazione delle caratteristiche della sollecitazione per strutture staticamente determinate

4. Analisi dello stato di tensione nel continuo di tridimensionale (6 ore):

- 4.1 Vettore tensione
- 4.2 Il continuo di Cauchy, equazioni indefinite di equilibrio, reciprocità delle tensioni tangenziali
- 4.3 Componenti speciali di tensione, tensioni e direzioni principali
- 4.4 Stati di tensione piani e monoassiali,
- 4.5 Stato di tensione al variare della terna di riferimento, cerchi di Mohr

5. Analisi dello stato di deformazione nel continuo di tridimensionale (6 ore):

- 5.1 Cinematica della deformazione
- 5.2 Gradiente di spostamento, deformazione pura e rotazione rigida
- 5.3 Reciprocità degli scorrimenti, equazioni di compatibilità interna
- 5.4 Deformazioni e direzioni principali di deformazione, invarianti dello stato di deformazione, deformazione volumetrica.

6. Il problema elastico lineare (3 ore):

- 6.1 Legami tensione deformazione, legge di Hooke generalizzata
- 6.2 Matrici di rigidità e di cedibilità interna
- 6.3 Formulazione del Problema elastico, esistenza ed unicità della soluzione

7. Geometria delle masse (6 ore):

- 7.1 Geometria dei sistemi piani di masse, momenti statici, baricentro
- 7.2 Momenti d'inerzia, giratori d'inerzia,
- 7.3 Direzioni ed assi principali d'inerzia, ellisse di inerzia
- 7.4 Relazione di antipolarità di inerzia, nocciolo centrale di inerzia, costruzioni grafiche

8. Studio della trave di De Saint Venant (9 ore):

- 8.1 Il solido di De Saint Venant, equazioni di Beltrami, equazione trinomia di Navier
- 8.2 Sforzo normale semplice, flessione retta e deviata, pressoflessione retta e deviata
- 8.3 Studio della torsione, sezioni a simmetria polare, analogie meccaniche, torsione nei profili in parete sottile, torsione in profili scatolari
- 8.4 Teoria di approssimata del taglio alla Jourawsky, centro di taglio.

9. Principio dei lavori virtuali e teoremi energetici (6 ore):

- 9.1 Identità fondamentale della meccanica, principio dei lavori virtuali in forma primale ed in forma duale

9.2 Teorema di Betti, teorema di Maxwell, teorema di Clayperon.

9.3 Equazioni sforzi-deformazioni, calcolo del lavoro interno per sistemi di travi

10. Metodi di analisi strutturale (15 ore):

10.1 Approcci alle forze, approcci agli spostamenti

10.2 Trave di Eulero-Bernoulli, l'equazione differenziale della linea elastica

10.3 Teorema della forza unitaria per sistemi a vincoli sovrabbondanti e per sistemi isostatici

10.4 Il metodo delle forze per sistemi di travi inflesse a vincoli sovrabbondanti

10.5 Carichi termici, vincoli cedevoli anelasticamente, vincoli con cedibilità elastica.

11. Criteri di resistenza (3 ore):

11.1 Metodo delle tensioni ammissibili, metodo degli stati limite

11.2 Criterio della massima tensione (Galileo)

11.3 Criterio della massima dilatazione (De Saint Venant)

11.4 Criterio della massima tensione tangenziale (Tresca)

11.5 Criterio del massimo lavoro di distorsione (Von-Mises).

Applicazioni ed esercitazioni

Le applicazioni e le esercitazioni riguardano:

- 1) Riconoscimento del grado di iperstaticità di sistemi di travi;
- 2) Determinazione delle reazioni vincolari di sistemi staticamente determinati;
- 3) Determinazione delle caratteristiche della sollecitazione di sistemi staticamente determinati;
- 4) Calcolo delle proprietà inerziali di sezioni trasversali;
- 5) Soluzione di sistemi di travi a poche iperstatiche con il metodo delle forze;
- 6) Verifica di sezioni trasversali soggette a sollecitazioni note.

Risultati di apprendimento (descrittori di Dublino)

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

1. Conoscenza e capacità di comprensione:

L'insegnamento intende fornire allo studente le nozioni di base per arrivare ad analizzare le problematiche inerenti la meccanica delle strutture. Descrizione del funzionamento statico e cinematico di un sistema strutturale. Analizzare lo stato tensionale e deformativo applicando gli strumenti analitici più opportuni.

2. Conoscenza e capacità di comprensione applicate:

Fornire le nozioni teoriche e le formulazioni semplificate proposte per determinare correttamente lo stato tensionale e deformativo di sistemi strutturali semplici.

3. Autonomia di giudizio:

L'attività teorico pratica induce gli allievi ad acquisire la capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti la meccanica delle strutture. Si vuole stimolare l'utilizzo della terminologia tecnica adatta per esprimere concetti di fisica applicata alla meccanica dei corpi deformabili. Inoltre, gli studenti saranno in grado di esprimere giudizi ingegneristici sulla verifica statica di elementi strutturali.

4. Abilità comunicative:

I problemi posti durante le esercitazioni vengono affrontati anche allo scopo di dotare gli allievi della capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti la meccanica delle strutture per esporre in maniera chiara e rigorosa le tematiche disciplinari della meccanica dei solidi deformabili. Tali capacità saranno oggetto dell'esame. Durante i ricevimenti si stimolano gli allievi a sviluppare la capacità di esporre e giustificare le scelte e le modalità di calcolo utilizzate.

5. **Capacità di apprendere:**

L'insegnamento prevede che gli studenti, pur avendo alcuni testi principali da cui poter attingere per lo studio, possano raccogliere informazioni e conoscenze da una molteplicità di fonti che, lezione per lezione, saranno indicate al fine di comporre la propria formazione. Questo aspetto è particolarmente importante nella logica dell'evoluzione della disciplina che richiederà ai futuri ingegneri una continua formazione e specializzazione.

Testi per lo studio della disciplina

Testi adottati e di riferimento:

Casini P., Vasta M.: *Scienza delle Costruzioni*; Ed. Città Studi;

Viola E.: *Scienza delle costruzioni Vol. I, III*; Ed. Pitagora, Bologna;

TTS – Integrated Training System, Module 2: Physics - for EASA part-66;

TTS – Integrated Training System, Module 11A: Turbine Aeroplane, Aerodynamics, Structures and System - for EASA part-66;

TTS – Integrated Training System, Module 11b/c – Piston Aeroplane Aerodynamics, Structures and Systems - for EASA part-66;

TTS – Integrated Training System, Module 13: Aircraft Aerodynamics, Structures and System - for EASA part-66;

Testo Consigliato per l'approfondimento;

Corradi Dell'Acqua L. *Meccanica delle Strutture*, Vol I, II, III, McGraw-Hill,

Materiale didattico a disposizione degli studenti:

Ad integrazione dei libri di testo, sono forniti gli appunti del corso redatti dal docente, la raccolta delle slides proiettate durante il corso, collezione di esercizi svolti e commentati redatta dal docente. È inoltre fornita la collezione dei quesiti di esame.

Il docente indicherà agli studenti periodicamente, lungo l'arco temporale di erogazione dell'insegnamento, la rispondenza tra le nozioni impartite e il testo di riferimento e/o di supporto adottato.

Metodi e strumenti per la didattica

Il docente utilizzerà prevalentemente l'erogazione di didattica frontale, intervallata da esercitazioni in aula. Verranno anche assegnate esercitazioni da svolgersi in maniera asincrona in cui gli studenti risolveranno problemi della meccanica delle strutture, già affrontati in aula. Le lezioni saranno erogate facendo uso della lavagna ma anche attraverso un supporto informatico costituito da slides proiettata in aula. All'inizio del corso tutte le slides sono fornite agli studenti in formato pdf, sulla piattaforma informatica dell'Ateneo, il cui accesso è riservato agli studenti dell'insegnamento e a chi ne faccia richiesta.

Modalità di accertamento delle competenze

L'accertamento delle competenze avverrà attraverso un colloquio orale preceduto da una prova scritta obbligatoria.

Durante la prova scritta, della durata di tre ore, lo studente dovrà risolvere uno schema strutturale generalmente a poche iperstatiche, determinare l'andamento delle caratteristiche della sollecitazione. Inoltre, con riferimento ad una specifica sezione trasversale (ad esempio la più sollecitata) dovrà determinarne le proprietà geometriche fondamentali e la distribuzione delle tensioni su di essa e, infine, esprimere un giudizio sulla sicurezza strutturale.

Durante la prova, lo studente potrà utilizzare una calcolatrice scientifica non programmabile, un righello o una squadretta, matita e penna. Non è ammesso l'uso di testi, dispense, appunti e dispositivi digitali. È vietato l'accesso ad Internet. I fogli per l'esecuzione della prova saranno forniti

dal docente. Il docente, indicativamente entro 3-4 giorni, pubblicherà gli esiti della prova scritta. L'eventuale valutazione pari o superiore a 18/30 consente allo studente di conservare l'esito della prova scritta per le due sessioni immediatamente successive, anche se ricadenti in distinti anni accademici.

La prova orale è individuale e si basa su un colloquio sull'intero programma del corso, della durata indicativa di 30-40 minuti. La prova orale prevedrà preliminarmente la discussione della prova scritta, in cui lo studente dimostrerà di avere acquisito la capacità di utilizzare gli strumenti analitici proposti e di esporli con coerenza e proprietà di linguaggio. Ulteriori argomenti della prova orale potrebbero essere gli argomenti teorici ed applicativi trattati durante il corso, e le connessioni fra gli argomenti correlati.

La valutazione finale, focalizzata sulla valutazione dei risultati attesi, in accordo con i descrittori di Dublino, tiene conto della preparazione mostrata nelle prove, scritta (50% della valutazione) e orale (50% della valutazione). Il voto sarà dato in trentesimi e varierà da 18/30 a 30/30 con lode, in funzione del livello di raggiungimento delle conoscenze, competenze e abilità indicati. Il voto sarà espresso, pertanto, 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 risolvere gli esercizi proposti e nell'affrontare le connessioni tra gli argomenti del corso. Eccellenti capacità espositive.
- Molto buono (26-29): Buona conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Buona capacità di applicare le conoscenze acquisite per risolvere gli esercizi proposti e nell'affrontare le connessioni tra gli argomenti del corso. Ottime capacità espositive.
- Buono (24-25): Buona conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Discreta capacità di applicare le conoscenze acquisite per risolvere gli esercizi proposti e nell'affrontare le connessioni tra gli argomenti del corso. Buone capacità espositive.
- Discreto (21-23): Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Limitata capacità di applicare le conoscenze acquisite per risolvere gli esercizi proposti e nell'affrontare le connessioni tra gli argomenti del corso.
- Sufficiente (18-20): Conoscenza minima degli argomenti trattati e limitata capacità di applicare le conoscenze acquisite e di connessione tra gli argomenti del corso.
- Insufficiente: Conoscenza non accettabile degli argomenti trattati e capacità di applicare le conoscenze acquisite non sufficiente.

Date di esame

Le date di esami saranno pubblicate sulla pagina web del corso di laurea:
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 personale del docente:
<http://www.unikore.it/index.php/docenti>
