

Insegnamento: Scienza delle costruzioni	
Modulo (ove presente la suddivisione in moduli):	
Anno di corso: III	Semestre: I
Codice:	SSD: ICAR/08
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione: 56	Ore di esercitazione: 16
<p>Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire agli allievi gli elementi di base della meccanica dei solidi e delle strutture con riferimento al comportamento elastico dei materiali, e gli strumenti per applicare le teorie studiate alle strutture composte da travature. Si propone inoltre di fornire alcune nozioni di specifico interesse nel campo dell'Ingegneria Navale.</p>	
<p>Contenuti: RICHIAMI DI ALGEBRA E CALCOLO TENSORIALE (Capitolo 0) Vettori e tensori cartesiani. Operazioni sui vettori: prodotto scalare, vettoriale e tensoriale. Il tensore doppio unitario Tensori doppi simmetrici e antisimmetrici. Forme quadratiche associate a tensori doppi. Operatori differenziali vettoriali: divergenza, gradiente e rotore di un campo tensoriale. Teorema della divergenza per campi vettoriali e tensoriali.</p> <p>CINEMATICA DELLA DEFORMAZIONE (Capitolo 1) Solidi e deformazioni. La trasformazione meccanica. Sistemi di riferimento: punti di vista euleriano e lagrangiano. La cinematica dell'atto di deformazione. Descrizione geometrica della trasformazione: Cambiamento di configurazione. Compatibilità geometrica della trasformazione "locale". <i>Trasformazione di superfici elementari orientate: la formula di Nanson.</i> Isometrie e trasformazioni rigide. Proprietà cinematiche della trasformazione. Tensore dei gradienti materiali delle posizioni. Composizione additiva di trasformazioni geometriche linearizzate. Le condizioni imposte dai vincoli: condizioni di congruenza per i punti di frontiera.</p> <p>IL LEGAME SPOSTAMENTI-DEFORMAZIONI (Capitolo 2) Il tensore lagrangiano di deformazione infinitesima e la condizione di congruenza implicita. Il tensore Spin. Deformazione dell'intorno del punto. Misure di deformazione di second'ordine: tensore di Green-Lagrange. Misure ingegneristiche di deformazione. Interpretazione fisica delle componenti di deformazione. Cambiamento del sistema di coordinate cartesiane. Direzioni principali di deformazione: autovalori e autovettori; ortogonalità. Rappresentazioni grafiche: quadriche di deformazione. Dilatazione cubica. Tensore sferico e deviatorico. Integrabilità del tensore di deformazione: equazioni di congruenza esplicita. Forma matriciale simbolica delle equazioni di congruenza esplicita. Esercizi sulla deformazione.</p> <p>LA CINETICA DEGLI SFORZI INTERNI (Capitolo 3) Le forze "esterne" applicate ai sistemi continui. Gli sforzi interni secondo il modello di Cauchy. Il tensore degli sforzi di Cauchy. Teoremi di Cauchy: teorema di azione e reazione o di reciprocità; teorema di rappresentazione o del tetraedro. Tensore sferico e deviatorico. Rappresentazione geometrica di Mohr: circonferenze di Mohr; costruzione delle circonferenze principali; utilizzazione della circonferenza nel caso piano. Direzioni e tensioni principali: autovalori e autovettori. Rappresentazioni grafiche: quadriche di tensione. Stato tensionale piano. Il legame di equilibrio tra forze volume e di superficie e sforzi interni. Equazioni di equilibrio indefinite e ai limiti in forma tensoriale e matriciale.</p> <p>LE RELAZIONI TRA TENSIONI E DEFORMAZIONI (Capitolo 4) L'equazione costitutiva della elasticità lineare. Il tensore di elasticità. Simmetrie materiali: anisotropia, ortotropia e isotropia elastica. Le costanti elastiche del materiale isotropo: descrizione fenomenologica: Modulo di elasticità normale o di Young, coefficiente di Poisson, prima e seconda costante di</p>	

Lamé. Legame tensione- deformazione: equazioni di elasticità di Cauchy- Navier. Definita positività: limiti del modulo di Poisson. Determinazione delle costanti elastiche.

FORMULAZIONE DEL PROBLEMA DELL'EQUILIBRIO ELASTICO PER IL SOLIDO OMOGENEO

ISOTROPO (Capitolo 4)

Equazioni di Cauchy-Navier. Equazioni di Beltrami-Michell. Principio di sovrapposizione degli effetti.

IL LAVORO VIRTUALE DEI CARICHI DISTRIBUITI E DELLE TENSIONI (Capitolo 5)

RICHIAMI DI STATICA DEL CORPO RIGIDO (Capitolo 7)

Il solido monodimensionale o trave. I sistemi di travi nel piano. I vincoli esterni ed interni. I carichi agenti. Il principio di sezionamento: le caratteristiche della sollecitazione interna. Sistemi labili, iperstatici e isostatici. Rappresentazioni grafiche delle caratteristiche della sollecitazione interna. Esercizi sui sistemi piani di travi ad asse rettilineo e curvilineo.

IL PROBLEMA DI SAINT-VENANT (Capitolo 8)

Impostazione del problema. Ipotesi geometriche. Ipotesi di carico. Ipotesi costitutive. Ipotesi sul tensore degli sforzi. Problema dell'equilibrio elastico. Postulato di Saint-Venant. Sollecitazioni semplici. Metodo semi-inverso. Equilibrio. Legame costitutivo. Congruenza.

FORZA NORMALE (Capitolo 8)

Spostamenti. Deformazioni. Legame costitutivo. Stato di sforzo interno per la componente normale. Forza normale centrata.

FLESSIONE RETTA o SEMPLICE (Capitolo 8)

Spostamenti. Deformazioni. Legame costitutivo. Stato di sforzo interno per la componente normale. Asse neutro. Formula monomia. Curvatura flessionale. Rigidezza flessionale.

FLESSIONE DEVIATA (Capitolo 8)

Asse di sollecitazione, asse neutro e asse di flessione: relazioni rispetto all'ellisse centrale d'inerzia.

Formula binomia e formula

monomia per la componente normale di sforzo. Forza normale eccentrica come sollecitazione composta di forza normale e flessione deviata. Asse di sollecitazione e asse neutro eccentrico.

TORSIONE (Capitolo 9)

Sollecitazione di torsione pura. Torsione della sezione circolare. Torsione della sezione generica.

Cinematica: angolo specifico di

torsione o curvatura torsionale. Ingobbamento o warping. Legame costitutivo. Equilibrio. Stato di sforzo interno per le componenti tangenziali. Fattore di torsione e rigidezza torsionale. *Centro di torsione. Funzione flusso.* Analogia idrodinamica. Sezione rettangolare allungata: tensioni tangenziali, curvatura e rigidezza torsionale. Sezione sottile aperta come insieme di sezioni rettangolari allungate. Sezione sottile chiusa e formula di Bredt per la tensione tangenziale media e la curvatura torsionale. Sezioni sottili a connessione multipla.

FLESSIONE, TAGLIO E TORSIONE (Capitolo 9)

Sollecitazione di flessione e taglio secondo Jourawsky. Tensione tangenziale media su una corda.

Sollecitazione sull'asse di

simmetria. Centro di taglio. Fattore di taglio. La sezione in "parete sottile". Determinazione approssimata del centro di taglio. Sezione sottile chiusa o bi-connessa.

IL MODELLO "TRAVE": TEORIA TECNICA (Capitoli 7 e 10)

Cinematica. Equazioni di equilibrio: caratteristiche della sollecitazione interna. Legame costitutivo.

Problema dell'equilibrio

elastico: equazione differenziale della "linea elastica": integrazione diretta. Applicazioni. Principio dei lavori virtuali supplementato dalle equazioni costitutive dell'elasticità isotropa. Esercizi sulla determinazione di spostamenti "elastici" di strutture piane isostatiche. I sistemi piani di travi iperstatici: metodo delle forze o della congruenza. Esercizi sulla risoluzione

dei sistemi “iperstatici” piani di travi: metodo delle forze o della congruenza
Travi “continue” ad asse rettilineo: l’equazione dei “tre momenti”

CRITERI DI SICUREZZA (Capitolo “Criteri di resistenza”)

Impostazione probabilistica della “sicurezza strutturale”. Carichi permanenti e carichi aleatori. I criteri di sicurezza: generalità.

Proprietà meccaniche dei materiali da costruzione “statisticamente omogenei e isotropi”. Materiali fragili Criterio della massima tensione normale (Galileo – Rankine). Criterio della massima dilatazione (Grashof). Criterio di Mohr- Coulomb. Materiali duttili. Criterio della massima tensione tangenziale (Saint-Venant). Criterio della massima energia di deformazione (Beltrami). Criterio della massima energia di distorsione (Henky - Von Mises). Criterio della massima tensione tangenziale ottaedrale. Tensioni “ideali” o “equivalenti”: coefficiente di sicurezza. Metodo di verifica delle “Tensioni Ammissibili”. Metodo di verifica degli “Stati Limite”.

Prerequisiti / Propedeuticità: Analisi Matematica II, Fisica Matematica e Modelli

Metodo didattico: Lezioni e esercitazioni

Materiale didattico: I capitoli tra parentesi sono contenuti negli “Appunti di Scienza delle Costruzioni”, fornite dal docente. Gli argomenti in corsivo sono facoltativi

Modalità di esame: colloquio orale.