

Programma di SCIENZA DELLE COSTRUZIONI per allievi di Ingegneria Edile-Architettura. Anno Accademico 2016-2017

(Prof. Erasmo Viola)

FINALITÀ, IPOTESI E MODELLI DELLA SCIENZA DELLE COSTRUZIONI 1) Modelli della Scienza delle Costruzioni. Formulazioni del problema dell'equilibrio elastico per la trave sollecitata a sforzo assiale: ipotesi, equazioni, sollecitazione, condizioni al contorno. Schema delle teorie fisiche. 2) Problema dell'equilibrio elastico per la trave sollecitata a sforzo assiale: energia potenziale totale. Esempio di applicazione del metodo agli elementi finiti e questioni relative. 3) Formulazione del problema dell'equilibrio elastico per la trave sollecitata a flessione: ipotesi, equazioni indefinite di equilibrio, di congruenza e di legame, condizioni al contorno. Schema delle teorie fisiche. 4) Formulazione del problema dell'equilibrio elastico per la trave sollecitata a flessione: problema misto e problema in termini di spostamenti. Funzionale dell'energia potenziale totale e significato del suo minimo. 5) Integrazione delle equazioni differenziali della linea elastica per la trave appoggiata e carico distribuito. 6) Poligono funicolare e poligono delle successive risultanti. Equazione della funicolare del carico. 7) Trave con appoggio e incastro sollecitata da coppia concentrata. Soluzione mediante: metodo diretto, Principio dei lavori virtuali, metodo variazionale, equazione fondamentale. 8) Metodo cinematico generale. La trascurabilità di alcuni effetti. Arco circolare.

ANALISI DELLA DEFORMAZIONE 1) Campo di spostamento e sue proprietà. Problema locale della deformazione. Gradiente di spostamento e gradiente di deformazione. Trasformazione affine e sua rappresentazione geometrica. 2) Componenti di moto rigido e componenti di deformazione. Operatore di congruenza. Matrice di trasformazione delle coordinate e tensore di deformazione. 3) Significato fisico delle componenti del tensore di deformazione. 4) Intorno sferico di raggio unitario: proprietà delle dilatazioni e degli scorrimenti. Espressioni della dilatazione e dello scorrimento. 5) Direzioni e dilatazioni principali di deformazione. Stato di deformazione nel riferimento principale. 6) Significato fisico del primo invariante di deformazione. Tensore idrostatico, tensore deviatorico e loro proprietà. 7) Stati piani e monoassiali di deformazione. Congruenza interna ed esterna.

ANALISI DELLA TENSIONE 1) Forze di superficie e di volume. Equazioni di equilibrio del corpo rigido. Tensione interna. Componenti cartesiane e speciali di tensione e loro relazione. 2) Tensioni su giaciture parallele ai piani coordinati. Proprietà locali dello stato di tensione: equazioni di Cauchy e simmetria delle tensioni tangenziali. 3) Tensore degli sforzi. Teorema di reciprocità delle componenti mutue. 4) Direzioni e tensioni principali. Esempio 3.2. Stato tensionale nel riferimento principale. Tensione ottaedrale. 5) Circoli di Mohr: stati tensionali triassiali (impostazione e risultati). 6) Circoli di Mohr: stati tensionali piani, procedimenti basati sulle normali e sulle parallele alle tracce delle giaciture. 7) Stati tensionali staticamente ammissibili. Equazioni di equilibrio indefinito ed ai limiti (differenti notazioni). Operatore di equilibrio. 8) Classificazione degli stati tensionali. Stato piano di tensione. Stato tensionale idrostatico e deviatorico. 9) Applicazione dei circoli di Mohr per i quadri fessurativi.

RELAZIONI GENERALI 1) Teorema dei lavori virtuali (TLV) per il corpo continuo tridimensionale. Il caso del corpo rigido. 2) Applicazione del principio della forza unitaria alle travi. Calcolo di spostamenti e rotazioni per la trave appoggiata sollecitata da carico distribuito, oppure da forza o coppia concentrata. 3) Teorema dei lavori virtuali per la trave sollecitata a sforzo assiale.

CORPO ELASTICO 1) Lavoro di deformazione esterno ed interno (parr. 5.2.1-5.2.3). 2) Potenziale elastico e potenziale elastico complementare: definizioni-proprietà (par. 5.3). 3) Ipotesi di isotropia (par. 5.5.1), leggi generalizzate di Hooke (par. 5.5.2) e leggi inverse (par. 5.5.3). 4) Direzioni principali di tensione e di deformazione (par. 5.5.4). Notazione alternativa per le leggi di Hooke (par. 5.5.5). Costanti elastiche per il mezzo isotropo (par. 5.6). 5) Forma alternativa delle leggi inverse di Hooke (par. 5.7). Significato delle colonne delle matrici costitutive (di rigidità e di deformabilità). 6) Problema dell'equilibrio elastico in notazione indiciale ed operatoriale. Equazioni indefinite di equilibrio in termini di spostamenti. 7) Principio di sovrapposizione degli effetti. Operatori lineari. Unicità della soluzione. 8) Teoremi di Clapeyron, Betti e Maxwell. Calcolo di spostamento e rotazione mediante il teorema di Clapeyron.

PRINCIPI VARIAZIONALI 1) Elementi di calcolo delle variazioni: nozioni di funzionale e di funzione variata; variazione prima di una funzione e di un funzionale; proprietà dell'operatore variazionale. 2) Principio di stazionarietà dell'energia potenziale totale. Esempio 6.1. 3) Metodo degli spostamenti per le travature reticolari. Generalità. Metodo diretto e variazionale. Matrici di rigidità e di cedibilità. 4) Primo teorema di Castigliano. Teorema di Engesser. Secondo teorema di Castigliano. 5) Calcolo dello spostamento del sistema reticolare dell'Esempio 6.1 con il metodo cinematico, il Principio dei lavori virtuali e i teoremi di Clapeyron e Castigliano.

CRITERI DI RESISTENZA 1)Stato limite e coefficiente di sicurezza. Superficie limite. Le prove sui materiali duttili e fragili. Stati tensionali ugualmente pericolosi. 2)Criterio di Tresca: condizione di crisi e superficie limite. Stato piano di tensione. 3)Criterio di Huber-Hencky-Mises: condizioni di snervamento, di resistenza e di sicurezza. Rappresentazione nel piano σ_z - τ_z della trave.

PROBLEMA DI SAINT-VENANT 1)Impostazione generale. Ipotesi di Saint-Venant. Caratteristiche della sollecitazione. Equivalenza tra tensioni e sollecitazione. I quattro casi fondamentali. Energia di deformazione. 2)Sforzo normale: soluzione del problema ed analisi della deformazione. Analisi della tensione. Lavoro di deformazione. Circolo di Mohr. 3)Flessione retta: generalità ed esperienza. Soluzione del problema. Stato di deformazione. Stato di tensione. Lavoro di deformazione. 4)Flessione deviata: generalità e decomposizione in flessioni rette. Determinazioni analitica e grafica dell'asse neutro. Rappresentazioni dello stato tensionale. Lavoro di deformazione. 5)Sforzo normale eccentrico: generalità e formula trinomia. Determinazione analitica e grafica dell'asse neutro. Forma del diagramma delle tensioni e verifiche di sicurezza. 6)Nocciolo centrale d'inerzia. Polarità ed antipolarità. Lavoro di deformazione. 7)Torsione per il cilindro di sezione arbitraria: soluzione di tentativo ed equazioni di congruenza, di legame e di equilibrio. Problemi di Neumann e di Dirichlet. Equivalenza statica. 8) Funzione delle tensioni e sue proprietà. Analogia della membrana. Sezione rettangolare. 9)Sezione ellittica, oppure cerniera plastica. 10)Trattazione del cilindro di sezione circolare come caso particolare del cilindro di sezione generica. 11)Equazioni della torsione negli schemi delle teorie fisiche. 12)Sezioni tubolari sottili: angolo unitario di torsione. Deduzione della formula di Bredt attraverso l'equivalenza statica e l'analogia della membrana. 13)Trattazione approssimata del taglio: tensione tangenziale media. Componente di tensione tangenziale diretta secondo la corda. Tensione tangenziale su una corda generica. 14)Fattore di taglio e lavoro di deformazione. 15)Determinazione approssimata del centro di taglio. Sezione sottile chiusa. 16)Trave spaziale: teoria tecnica, notazione vettoriale per componenti di spostamento, carichi esterni, caratteristiche di sollecitazione e di deformazione. Equazioni di congruenza e di legame elastico in notazione estesa. Schema delle Teorie fisiche. 17)Trave spaziale: energia di deformazione; deduzione attraverso il teorema di Clapeyron e per via interna. 18) Trave a gomito: calcolo di spostamenti con differenti metodi e verifica delle sezioni.

TEORIA DELLE STRUTTURE 1)Sistemi piani di forze. Analisi statica e cinematica del corpo rigido. I vincoli per i sistemi piani. 2)Il calcolo delle reazioni vincolari mediante le equazioni della statica ed il procedimento delle catene cinematiche. 3)Analisi statica e cinematica delle strutture piane. I sistemi chiusi. Le equazioni ausiliarie. 4)**Equazioni indefinite di equilibrio per le travi rettilinee.** Le caratteristiche di sollecitazione nei problemi piani e spaziali. 5)Determinazione delle componenti dell'azione interna mediante il principio dei lavori virtuali. 6)La curva delle pressioni. 7)Strutture reticolari piane. 8)La geometria delle masse. **Polarità e antipolarità. Legge di variazione dei momenti di inerzia.** 9)La simmetria e l'emisimmetria strutturale. 10)La linea elastica. 11)Il metodo cinematico per travi ad asse rettilineo. Composizione di rotazioni e di spostamenti. 12)I metodi delle forze e degli spostamenti per la risoluzione di strutture iperstatiche. 13)Cedimenti vincolari e distorsioni di Volterra. 14)Trave continua. 15)**Schema fondamentale dei telai a nodi fissi e spostabili.** 16)Il principio dei lavori virtuali: calcolo di spostamenti e rotazioni generalizzate, risoluzione di strutture iperstatiche. 17)Teoremi di Clapeyron, Betti, Castigliano e Menabrea sul lavoro di deformazione delle travi. **18)Stabilità dell'equilibrio elastico: sistemi ad elasticità concentrata. 19)Stabilità dell'equilibrio elastico: sistemi ad elasticità diffusa. Limiti di validità della formula di Eulero. Il metodo omega. Controventatura.** 20)Verifiche di resistenza a sforzo assiale, a flessione retta, deviata e composta, a taglio e a torsione. Sollecitazioni composte.

Testi consigliati

VIOLA E., *Lezioni di Scienza delle Costruzioni*, Pitagora, Bologna.

VIOLA E., *Esercitazioni di Scienza delle Costruzioni*, voll.1,2, Pitagora, Bologna.

Appunti(sotto forma di fogli fotocopiati) consegnati solo a lezione.

ALLIEVO: NomeCognomeMatricola.....

Modalità di svolgimento dell'esame di Scienza delle Costruzioni (SdC)

L'esame di SdC è costituito da una prova preliminare scritta e da una prova orale. Gli argomenti delle due prove in narrativa sono tutti quelli indicati nel programma riportato sopra. La prova scritta è composta da 3 esercizi, ciascuno articolato in tre quesiti. Il tempo disponibile per lo svolgimento della prova è 40 minuti per ogni esercizio. La prova è sufficiente quando è risolto positivamente almeno il primo quesito di ogni esercizio.

La prova orale, generalmente svolta attraverso un testo scritto, e successivamente completata attraverso un colloquio, si riferisce a 6 domande del programma di SdC, oppure a 5 domande del programma e ad un esercizio di applicazione della teoria. Ad ognuna delle domande, da svolgersi in 15/20 minuti, viene attribuito un punteggio massimo di 5 punti. Il voto complessivo risulta essere, usualmente, la media dei voti della prova scritta e di quella orale.