



---

---

INSEGNAMENTO: SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

DOCENTE: CLAUDIO FRANCIOSI

e-mail [franciosi@scienzadellecostruzioni.co.uk](mailto:franciosi@scienzadellecostruzioni.co.uk) [claudio.franciosi@unibas.it](mailto:claudio.franciosi@unibas.it)

Lingua di insegnamento	ITALIANO
------------------------	----------

---

---

n. CFU:12	A.A.: 2013-2014	sede: POTENZA
-----------	-----------------	---------------

---

CONTENUTI – Analisi statica e cinematica di travi e telai piani - Solido deformabile: analisi della deformazione e della tensione – Equazioni costitutive (legge di Hooke) – Teoria della trave di De Saint Venant – estensione, flessione, torsione, taglio – Teorie tecniche della trave: Eulero-Bernouilli, Timoshenko – Calcolo di caratteristiche e spostamenti su strutture isostatiche ed iperstatiche: metodo della doppia integrazione, metodo dell'analogia di Mohr, la scrittura diretta delle equazioni di congruenza, il metodo della linea elastica, il principio dei lavori virtuali – Travi caricate assialmente: il carico critico di Eulero

---

METODI DIDATTICI

Lezioni frontali/Esercitazioni

---

TESTI DI RIFERIMENTO

Testo delle lezioni dal sito Internet del docente [www.scienzadellecostruzioni.co.uk](http://www.scienzadellecostruzioni.co.uk) – Esercitazioni dal sito Internet del docente [www.scienzadellecostruzioni.co.uk](http://www.scienzadellecostruzioni.co.uk) -

---

OBIETTIVI FORMATIVI – Tracciamento dei diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione interna e degli spostamenti per travi e telai isostatici ed iperstatici -

---

PREREQUISITI – E' richiesta una preparazione di base in geometria ed algebra lineare, nonche' una conoscenza delle nozioni fondamentali di calcolo differenziale ed integrale in una e piu' dimensioni

---

MODALITA' DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

E' prevista una verifica finale scritta, seguita da una prova orale

---

PROGRAMMA ESTESO

1 . Il punto materiale – I sistemi di N punti materiali – I vincoli bilaterali ed olonomi – Il concetto di coordinata lagrangiana – La linearizzazione del vincolo – Il vincolo di rigidita' – Interpretazione geometrica del vincolo di rigidita' – I sistemi rigidi di N punti materiali ed il loro grado di liberta' nel piano e nello spazio

2. Il corpo rigido nello spazio e nel piano. - L'interpretazione geometrica dei tre gradi di liberta' di un corpo rigido nel piano. - Il centro assoluto di rotazione – La classificazione cinematica dei vincoli piani, vincoli semplici, doppi e tripli – La rappresentazione grafica dei vincoli piani: pendoli, appoggi, carrelli, bipendoli, doppi bipendoli, incastri. La prestazione statica dei vincoli, il concetto di reazione e di coppia reattiva. Il principio dei lavori virtuali: enunciato. Il concetto di forza risultante e di momento risultante. Equazioni cardinali della statica - Il concetto di sconnessione ed i vincoli interni. Loro classificazione, in sconnessione semplice, doppia e tripla.

3. **Analisi cinematica e statica delle strutture:** strutture labili, isostatiche ed iperstatiche. Esercitazioni di analisi cinematica e statica di strutture semplici

---



- 
- 4 . Centri assoluti e centri relativi di rotazione. Teoremi sulle catene cinematiche. Esercitazioni sulla ricerca grafica dei centri e sul tracciamento dei relativi cinematicismi
  5. Le condizioni di equilibrio per un tratto rigido soggetto a due, tre e quattro forze, oppure a due forze ed una coppia, oppure ancora a tre forze ed una coppia. Esercitazioni sulla ricerca delle reazioni per via grafica. Il procedimento di Lagrange per il calcolo delle reazioni su strutture isostatiche, attraverso l'utilizzo del principio dei lavori virtuali
  6. **Analisi della deformazione.** La matrice del gradiente di spostamento. La matrice del gradiente di deformazione. La decomposizione della matrice del gradiente di spostamento nella somma della sua parte simmetrica e della sua parte antisimmetrica. Il concetto di allungamento relativo. Gli allungamenti relativi di segmenti orientati secondo gli assi. I coseni direttori dei relativi segmenti trasformati
  7. Allungamenti percentuali e deformazioni – Il tensore di Green-Lagrange - Interpretazione fisica delle componenti normali e delle componenti tangenziali del tensore di Green-Lagrange – Gli angoli taglianti – La teoria lineare: ipotesi di piccoli allungamenti percentuali e di piccoli angoli taglianti, ipotesi di piccoli gradienti di spostamento – La decomposizione dello spostamento e gli spostamenti da deformazione pura – Le deformazioni principali e le direzioni principali di deformazione – Invarianti di deformazione - Equazioni di congruenza interna – Identità di Bianchi
  8. **Analisi della tensione** - L'assioma di separazione di Eulero – La definizione di tensione – Il solido di Cauchy ed il solido di Cosserat - Componenti cartesiane di tensione. Componenti normali e tangenziali di tensione – Componenti speciali di tensione - Il teorema di Cauchy-Poisson
  9. Le equazioni indefinite dell'equilibrio – La simmetria del tensore delle tensioni - Riscrittura del teorema di Cauchy-Poisson e delle equazioni indefinite dell'equilibrio alla luce della simmetria delle tensioni – L'espressione della tensione normale e delle tensioni tangenziali in funzione delle componenti speciali di tensione – Le condizioni di estremo per la tensione normale - La ricerca delle tensioni principali, e delle corrispondenti direzioni principali di tensione – Gli invarianti di tensione – I piani principali - Lo studio della componente tangenziale di tensione – La teoria di Mohr per gli stati tensionali
  10. – Leggi di Hooke – Materiali iperelastici – Approccio di Green – Potenziale elastico – Simmetria della matrice delle costanti elastiche – Il solido isotropo – Le costanti ingegneristiche e la legge di Hooke in termini di costanti ingegneristiche – Relazioni tra costanti di Lamé e costanti ingegneristiche – Limiti di validità del modulo di Young e del coefficiente di Poisson
  11. – Le equazioni dell'equilibrio elastico in termini di spostamento, ed il principio ai limiti fondamentale della teoria dell'elasticità – Il principio di sovrapposizione degli effetti – Il principio di unicità di Kirchhoff – Gli stati monoassiale di tensione e di deformazione –
-



---

Stati piani di tensione – Stati piani di spostamento – Le funzioni di Airy ed il metodo inverso – La lastra rettangolare ed il caso della funzione di Airy quadratica e cubica

12 - Il principio dei lavori virtuali per i solidi deformabili. Sua interpretazione fisica - Il principio degli spostamenti virtuali ed il principio delle forze virtuali - Il Principio di stazionarietà dell'energia potenziale totale - Principio di stazionarietà dell'energia complementare totale – Geometria delle masse: definizione di momento statico e momento di inerzia

13 – Geometria delle masse: teorema di Huyghens, momenti principali di inerzia, momenti centrali di inerzia, direzioni principali di inerzia. Studio della sezione rettangolare e della sezione circolare.

14 – Il problema della trave: impostazione generale. Definizione di caratteristiche della sollecitazione interna ed esterna. Problema forte e problema debole di De Saint Venant - Il postulato di De Saint-Venant: formulazione originaria e formulazione energetica. Primo caso di De Saint-Venant: sforzo assiale – Secondo caso di De Saint-Venant: flessione retta nel piano. Deduzione della terna di spostamenti, formula di Navier, analisi degli spostamenti, pianoità delle sezioni rette, calcolo della curvatura e relazione momenti-curvatura. Asse di sollecitazione, asse neutro, asse di flessione - Teoria della torsione alla De Saint-Venant – Analisi dello stato tensionale – Divergenza e rotore del vettore di tensione tangenziale - Analisi degli spostamenti – L'ingobbimento – Espressione dell'energia di deformazione ed espressione del fattore di torsione – Il caso della sezione circolare - Teoria del taglio alla De Saint-Venant - La teoria approssimata del taglio secondo Jourawski – La sezione rettangolare - Espressione del fattore di taglio secondo Jourawski - Generalizzazione al caso di corda non parallela all'asse neutro

15 - Ipotesi geometriche e di carico per la teoria delle travi monodimensionali piane – Il problema ai limiti assiale: deduzione col metodo diretto dell'equazione differenziale e delle relative condizioni ai limiti. - Il metodo dell'energia potenziale totale per la deduzione del problema ai limiti assiale – Il trattamento delle travi a rigidità assiale discontinua. La presenza delle forze concentrate intermedie – La trave indentata - Il problema ai limiti flessione-tagliante. Il modello di Eulero-Bernoulli per la trave snella – Deduzione dell'equazione differenziale del quarto ordine, e delle corrispondenti condizioni ai limiti, sia col metodo diretto che con il principio di stazionarietà dell'energia potenziale totale. - Il problema ai limiti per la trave doppiamente incastrata: tracciamento dei diagrammi di spostamenti, rotazioni, momenti e tagli – Prime generalizzazioni: carichi concentrati agli estremi e vincoli intermedi esterni

16 - Estensione del metodo della linea elastica: vincoli intermedi interni, vincoli elasticamente cedevoli, distorsioni rotazionali e taglianti. Le variazioni termiche uniformi ed alla Navier

---



---

**17** - Strutture isostatiche: tracciamento dei diagrammi delle caratteristiche per telai isostatici: metodo analitico e metodo grafico - Il metodo della doppia integrazione per il tracciamento dei diagrammi di rotazioni e spostamenti per travi e telai – Il metodo dell'analogia di Mohr per il calcolo di rotazioni e spostamenti per travi isostatiche - **Calcolo di spostamenti e rotazioni nei casi fondamentali** - trave a mensola soggetta a carico distribuito, forza o coppia nell'estremo libero, trave appoggiata soggetta a carico distribuito o coppia in corrispondenza di un appoggio. Analisi dimensionale. Il metodo della composizione degli spostamenti.

**18** - Strutture iperstatiche: la scrittura diretta delle equazioni di congruenza per il calcolo delle incognite iperstatiche – Esempi su travi e su telai usando il metodo della composizione degli spostamenti – La teoria della trave di Timoshenko: preliminari.

**19** – Il principio dei lavori virtuali nella teoria delle travi. La presenza di cedimenti elastici, anelastici, e di variazioni termiche – Il calcolo di spostamenti su strutture isostatiche attraverso il principio delle forze virtuali - L'utilizzo del principio dei lavori virtuali per la scrittura di equazioni di congruenza su strutture iperstatiche. L'influenza delle deformabilità taglianti ed assiali. Il metodo misto: preliminari

**20** - Il metodo misto per i telai a nodi spostabili – Le strutture con assi di simmetria, simmetricamente ed antisimmetricamente caricate

**21** – Il teorema di reciprocità ed i suoi corollari (Betti, Maxwell, Colonnetti e Volterra) – Le linee di influenza per le travi in regime flesso-tagliante: i sedici possibili casi

**22** - Gli spostamenti nei telai isostatici: il metodo esteso della doppia integrazione - Il metodo della linea elastica nei telai iperstatici, la scrittura delle condizioni di equilibrio e congruenza nei nodi multipli

**23** - La trave caricata assialmente: l'equazione differenziale della linea elastica dedotta tramite il principio di stazionarietà dell'energia potenziale totale, e tramite il metodo geometrico – Il concetto di carico critico – La trave appoggiata e la formula di Eulero – La trave a mensola – La lunghezza libera di inflessione - I carichi critici per la trave doppiamente incastrata e per la trave con incastro ed appoggio

---

#### ALTRE INFORMAZIONI

---

COURSE: STRENGTH OF MATERIALS

TEACHER: CLAUDIO FRANCIOSI

e-mail [franciosi@scienzadellecostruzioni.co.uk](mailto:franciosi@scienzadellecostruzioni.co.uk) – [claudio.franciosi@unibas.it](mailto:claudio.franciosi@unibas.it)

LANGUAGE | ITALIAN

---



---

ECTS:12	ACADEMIC YEAR 2013-2014	Campus: Potenza
---------	-------------------------	-----------------

---

TOPICS – Static and kinematic analysis of beams and skeletal structures - Three-dimensional deformable solid: deformation analysis and stress analysis - Constitutive equations (Hooke's law) – De Saint Venant beam theory : extension, bending, torsion, flexure – Approximate beam theories: Eulero-Bernouilli, Timoshenko – Internal forces and displacements calculations for statically determinate and indeterminate structures: Saviotti approach, Mohr's analogy method, the congruence method, the virtual work principle – Axially loaded beams: Euler critical loads

---

TEACHING METHODS  
Lectures/laboratories

---

TEXTBOOKS - Detailed notes from the author's web site [www.scienzadellecostruzioni.co.uk](http://www.scienzadellecostruzioni.co.uk)

---

LEARNING OUTCOMES – Internal forces and displacements for statically determinate and statically indeterminate skeleton structures

---

PREREQUISITES – Elementary notions in linear algebra, differential calculus and integral calculus

---

EVALUATION METHODS – Final written examination and final oral examination

---

DETAILED CONTENT

---

OTHERS INFORMATION

---