

**Programma di  
Meccanica Razionale  
Corso di Laurea in Ingegneria Edile  
A.A. 2016-2017**

*Prof. Florinda CAPONE*

## **1 Vettori liberi ed applicati**

- 1.1 Richiami di algebra lineare: spazi vettoriali, basi, cambiamenti di base. Spazi vettoriali euclidei, basi ortonormali. Operazioni tra vettori (somma tra vettori, differenza tra vettori, prodotto scalare, prodotto vettoriale, prodotto misto, doppio prodotto vettoriale) e loro proprietà.
- 1.2 Vettori liberi ed applicati. Campi vettoriali discreti e continui. Momento polare ed assiale. Momento di un campo vettoriale. Legge di variazione del momento in funzione del polo. Coppie. Invariante scalare ed asse centrale di un campo vettoriale. Equivalenza di due campi vettoriali. Equivalenza a zero. Teorema generale di equivalenza ad un vettore applicato a un punto arbitrario piú una coppia. Teorema di Varignon. Campo di vettori paralleli: centro ed equivalenza del campo alla risultante applicata al centro.
- 1.3 Campi vettoriali discreti piani e loro equivalenza alla risultante applicata ad un punto dell'asse centrale o ad una coppia. Condizione di equivalenza a zero. Momento scalare rispetto ad un punto del piano. Esempi.

## **2 Cinematica**

- 2.1 *Cinematica del punto.* Componenti intrinseche di velocità ed accelerazione. Moto piano in coordinate polari
- 2.2 *Cinematica del corpo rigido.* Grado di libertà di un corpo rigido. Sistemi di riferimento solidali. Velocità angolare e formule di Poisson. Caratterizzazione dei moti rigidi (moto traslatorio; moto rototraslatorio; moto elicoidale; moti rotatori; moti piani). Atto di moto rigido. Teorema di Mozzi. Centro di istantanea rotazione. Campo spaziale delle accelerazioni
- 2.3 *Cinematica relativa.* Derivata di un vettore rispetto a due osservatori. Teorema di Galileo. Teorema di Coriolis.

## **3 Sistemi vincolati**

Vincoli olonomi ed anolonomi. Vincoli olonomi unilaterali/bilaterali, fissi/mobili, interni ed esterni. Esempi di sistemi vincolati (punto su guida circolare fissa;

asta con estremo vincolato su guida fissa; due aste vincolate in un sistema biellamanovella; punto vincolato su guida mobile). Vincoli, spostamenti e velocità virtuali. Atti di moto e spostamenti rigidi virtuali. Coordinate lagrangiane. Sistemi labili, iperstatici e isostatici. Vincoli bilateri olonomi.

## 4 Geometria delle masse

Baricentro di un sistema materiale discreto e di un sistema materiale continuo (simmetrie materiali; composizione di baricentri; baricentri di sistemi simmetrici). Momenti di inerzia. Teorema di Huygens-Steiner e sue applicazioni (calcolo dei momenti di inerzia di un rettangolo omogeneo rispetto ai suoi lati e rispetto ad assi paralleli ai lati e passanti per il baricentro; calcolo del momento di inerzia di un settore di corona circolare rispetto ad un asse passante per il suo centro ed ortogonale al piano del settore). Momenti di inerzia rispetto ad assi concorrenti. Matrice di inerzia. Assi e momenti principali di inerzia. Ellissoide di inerzia

## 5 Forze, lavoro e potenziale

Concetto di forza ed esempi (forze costanti, forze posizionali, forze dipendenti dalla velocità). Sistemi di forze (sistemi di vettori applicati). Sistemi equivalenti di forze. Lavoro elementare e lavoro lungo un cammino finito. Lavoro e potenza. Lavoro di forze posizionali. Forze conservative. Potenziali di forze conservative (forze costanti; forze centrali isotrope). Energia potenziale. Lavoro di un sistema di forze. Lavoro di forze agenti su un corpo rigido. Lavoro di forze agenti su un sistema olonomo.

## 6 Leggi della Meccanica

Principi della Meccanica. Riferimenti inerziali. Equazione fondamentale della Dinamica (Secondo Principio della Meccanica). Principio di azione e reazione. Principio di sovrapposizione delle forze. Determinismo meccanico. Sistemi di riferimento non inerziali. Postulato delle reazioni vincolari. Forze interne e forze esterne

## 7 Statica

Quiete ed equilibrio. Equilibrio di un punto materiale e di un sistema di punti. Legge di Coulomb-Morin. Reazioni vincolari in presenza di vincoli unilateri. Cono d'attrito statico. Vincoli lisci (punto vincolato su una superficie liscia; corpo rigido con punto fisso; corpo rigido con asse fisso). Caratterizzazione dei vincoli lisci. Principio dei lavori virtuali (PLV). Tecnica dello svincolamento. Equazioni cardinali della Statica. Diagramma degli spostamenti e calcolo delle

reazioni vincolari con il PLV. Analisi cinematica delle strutture (travi piane costituite da 1, 2 e 3 tratti (Travi Gerber); teoria dei Centri; Teorema di Chasles). Travature reticolari (Tralicci triangolari; Capriata semplice; Trave Fink; Trave Mohnie; Pilone rettangolare). Calcolo delle reazioni interne ad una travatura (Metodo dei nodi e Metodo di Ritter).

## 8 Dinamica

- 8.1 *Dinamica del punto materiale*. Dinamica del punto libero. Dinamica del punto vincolato. Moto su traiettoria prestabilita (guida liscia). Dinamica relativa
- 8.2 *Dinamica dei sistemi*. Quantità di moto. Momento della quantità di moto. Momento della quantità di moto in un atto di moto rigido. Derivata temporale del momento della quantità di moto. Energia cinetica. Energia cinetica in un atto di moto rigido. Equazioni cardinali della Dinamica nella prima forma. Equazioni cardinali della Dinamica nella forma di bilancio della quantità di moto e di bilancio del momento della quantità di moto. Equazioni cardinali della Dinamica nella forma di "moto del baricentro" e di "moto intorno al baricentro" e problema della loro separabilità (sollecitazioni G-autonome). Integrali primi del moto. Teorema dell'energia cinetica. Principio di conservazione dell'energia meccanica totale.
- 8.3 *Dinamica del corpo rigido*. Corpo rigido libero (sollecitazioni equivalenti; ruolo delle forze interne; corpi rigidi equivalenti). Equazioni di Eulero e angoli di Eulero. Moti alla Poincaré. Corpo rigido con un punto fisso: caso del punto fisso privo d'attrito. Corpo rigido con un asse fisso: caso dell'asse fisso privo d'attrito.

### Testi consigliati

- 1) A. D'Anna; P. Renno: "*Elementi di Meccanica Razionale*" (Vol. I, II). Edizioni CUEN
- 2) S. Rionero: "*Lezioni di Meccanica Razionale*", Liguori editore.
- 3) P. Biscari; T. Ruggeri; G. Saccomandi; M. Vianello: "*Meccanica Razionale per l'Ingegneria*", Monduzzi Editore (2009)
- 4) T. Levi-Civita; U. Amaldi: "*Lezioni di Meccanica Razionale*", Zanichelli Editore.

### Appunti disponibili sul web-docente di F. CAPONE

A. Maio; E. Mazziotti; C. Galasso: "*Approfondimenti*"; "*Modelli dinamici*"; "*Travi Gerber*"; "*Travature reticolari*".