

**Meccanica Razionale**  
**Cecilia Vernia**  
**(9 CFU – 81 – ore a.a. 2020/21)**  
**Laurea Triennale in Ingegneria Meccanica – DIEF**

### **Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di fornire gli elementi di base della Meccanica classica e gli strumenti matematici per costruirne i modelli.

Al termine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di

- identificare e descrivere la cinematica dei sistemi materiali vincolati, con particolare riguardo alla cinematica rigida;
- ridurre un qualsiasi sistema di forze;
- determinare baricentri e momenti d'inerzia di figure materiali prevalentemente piane;
- formulare problemi di dinamica di sistemi rigidi e articolati a vincoli olonomi;
- determinare le condizioni di equilibrio di sistemi materiali rigidi e articolati, calcolando le reazioni vincolari all'equilibrio e la stabilità delle configurazioni di equilibrio.

Per un ulteriore approfondimento degli obiettivi formativi, si rimanda alla lettura dei "Risultati di apprendimento attesi".

### **Prerequisiti**

Algebra lineare, geometria analitica, funzioni elementari, calcolo differenziale ed integrale per funzioni di più variabili.

### **Contenuti del corso**

L'insegnamento si svolge nel I semestre del II anno, per un totale di 81 ore di didattica frontale (9 CFU) suddivise tra 51 ore di "teoria", cioè lezioni nelle quali vengono introdotti ed illustrati gli argomenti del corso, e 30 ore di "esercitazioni", consistenti in esercizi risolti nel dettaglio.

La scansione dei contenuti in termini di ore è da intendere come puramente indicativa. Essa può infatti subire modifiche nel corso dell'insegnamento alla luce dei riscontri e della partecipazione degli studenti.

Elementi di calcolo vettoriale: Operazioni coi vettori; vettori variabili e loro derivazione. (3 ore)

Geometria delle masse: Massa; baricentro; momenti d'inerzia; ellissoide d'inerzia; assi principali d'inerzia; momento d'inerzia polare. (9 ore)

Cinematica del punto: Legge oraria, velocità ed accelerazione di un punto; moto armonico; moto circolare. (4 ore)

Cinematica del corpo rigido; angoli di Eulero; formule di Poisson, formula fondamentale della cinematica rigida; stati cinetici elementari e composizione degli stati cinetici. (8 ore)

Cinematica relativa del punto. (3 ore)

Moto rigido piano: definizioni, proprietà, base e rulletta. (3 ore)

Nozioni ed enti fondamentali della Meccanica: Concetto di forza; leggi fondamentali della Meccanica; vincoli; coordinate lagrangiane e sistemi olonomi; spostamenti reali e virtuali, vincoli perfetti (5 ore). Forze attive e reazioni vincolari, sistemi di forze e vettori caratteristici, teorema

d'equivalenza per i sistemi di forze, operazioni elementari sulle forze, sistemi di forze parallele, forza peso (6 ore). Lavoro, sistemi conservativi di forze, potenziale (4 ore).

Meccanica del punto: Legge di Newton; moto ed equilibrio di un punto; relazioni di Coulomb per l'attrito. Quantità di moto, energia cinetica e momento della quantità di moto di un punto. Teoremi delle forze vive e di conservazione dell'energia. Pendolo semplice; oscillazioni libere; oscillazioni forzate. Battimenti. Risonanza. Moto ed equilibrio relativo (15 ore).

Elementi di meccanica dei sistemi: Relazione simbolica della Meccanica; Equilibrio dei sistemi; Principio dei lavori virtuali; Equazioni Cardinali della Statica. Equilibrio dei sistemi conservativi; stabilità dell'equilibrio. Quantità di moto, energia cinetica e momento delle quantità di moto. Equazioni Cardinali della Dinamica. Teoremi dell'energia. Integrali primi. Moto di un corpo rigido con un punto fisso; equazioni di Eulero. Equazioni di Lagrange (21 ore).

### **Verifica dell'apprendimento**

L'esame prevede una prova orale della durata di 30 minuti sugli argomenti definiti nella sezione "Contenuti del corso", che mira all'accertamento sia di una conoscenza operativa ed approfondita di tutti gli aspetti teorici della materia sia della capacità di affrontare e risolvere gli esercizi presentati durante il corso.

Le prove potrebbero essere svolte in presenza o a distanza su piattaforma Meet a seconda dell'evoluzione della situazione di emergenza sanitaria COVID19.

La valutazione in trentesimi della prova viene resa nota allo studente al termine della prova stessa.

### **Metodi Didattici**

La didattica è basata, in via ordinaria<sup>(\*)</sup>, su lezioni frontali alla lavagna o tramite ausilio di lavagne virtuali (tablet), nelle quali la materia viene sviluppata nei dettagli formali e debitamente commentata. Il corso prevede lezioni teoriche sugli argomenti descritti nella sezione "Contenuti del corso" ed esercitazioni dedicate alla soluzione di semplici modelli di sistemi meccanici.

Le domande e gli interventi degli studenti sono graditi e incoraggiati.

La frequenza non è obbligatoria, ma fortemente consigliata.

Il corso è erogato in lingua italiana.

Tutte le informazioni tecniche e organizzative sull'insegnamento, nonché il materiale didattico, saranno caricati su piattaforma Dolly. Si invita lo studente ad iscriversi ed a consultare tale piattaforma con regolarità.

(\*) a causa della situazione sanitaria COVID19, nel presente anno accademico le lezioni verranno svolte a distanza su piattaforma Meet, prevalentemente in modalità virtuale asincrona ma con appuntamenti settimanali in modalità virtuale sincrona per confronti docente-studenti e per approfondimenti.

### **Testi di Riferimento**

- V. Franceschini, C. Vernia, Meccanica Razionale per Ingegneria, Pitagora Editrice, Bologna.
- Materiali di approfondimento presenti sulla piattaforma Dolly, pubblicati durante lo svolgimento della didattica.

### **Descrittori di Dublino (Risultati di apprendimento attesi)**

### Conoscenza e capacità di comprensione:

Tramite lezioni in aula lo studente apprende:

Conoscenza degli elementi di calcolo vettoriale.

Conoscenza della geometria delle masse.

Conoscenza della cinematica assoluta e relativa del corpo rigido.

Conoscenza dei sistemi vincolati.

Conoscenza dei sistemi di forze.

Conoscenza dei principi fondamentali della Meccanica.

Conoscenza del lavoro e dell'energia.

Conoscenza della statica e della dinamica dei sistemi di punti materiali, del corpo rigido e dei sistemi articolati.

Conoscenza del principio dei lavori virtuali.

Conoscenza delle equazioni cardinali della statica e della dinamica.

Conoscenza dei teoremi dell'energia.

Conoscenza del Principio di D'Alembert.

Conoscenza delle equazioni di Lagrange.

### Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Capacità di calcolare baricentri e momenti d'inerzia assiali di diversi sistemi materiali.

Capacità di riconoscere lo stato cinetico di un corpo rigido.

Capacità di classificare e ridurre i sistemi di forze ai quattro sistemi elementari di forze.

Capacità di scrivere il modello matematico di sistemi di punti materiali, di corpi rigidi e di sistemi articolati.

Capacità di risolvere semplici problemi di statica e di dinamica di sistemi meccanici rigidi e articolati.

### Autonomia di giudizio

Al termine dell'insegnamento lo studente avrà migliorato le proprie capacità di

- valutazione critica dei risultati ottenuti dalla modellizzazione meccanico-fisica.
- argomentare le scelte fatte nella definizione di modelli matematici di sistemi fisici
- prevedere il comportamento di semplici sistemi meccanici.

### Abilità comunicative

Il colloquio finale permette di esprimere i concetti appresi con linguaggio fisico-matematico appropriato e sostenere una discussione in merito agli argomenti trattati.

### Capacità di apprendere

Le attività descritte, in particolare le esercitazioni, consentono di acquisire gli strumenti metodologici indispensabili per potere autonomamente provvedere ad un adeguato aggiornamento ed approfondimento, che permetta allo studente di affrontare anche problemi nuovi e non solo esercizi di applicazione automatica di quanto studiato.