

**Corso di Laurea in Fisica**  
**Programma del Corso di Fisica Newtoniana**  
**Prof. Giovanni Comelli**  
**A.A. 2024/2025**

**GRANDEZZE FISICHE E LORO MISURA**

Metodo scientifico. Leggi fisiche. Modelli. Grandezze fisiche. Misura. Unità di misura. Grandezze fondamentali e derivate. Equazioni dimensionali. Analisi dimensionale. Sistemi di unità di misura: S.I., C.G.S., pratico, britannico. Multipli e sottomultipli. Incertezza della misura, errore relativo ed assoluto. Cifre significative. Tempo, lunghezza, massa.

**ELEMENTI DI ANALISI MATEMATICA E CALCOLO VETTORIALE**

Funzioni. Derivate e differenziali. Funzioni a più variabili e derivate parziali. Differenziale totale. Approssimazione delle funzioni: serie di Taylor. Integrali indefiniti e integrali definiti. Cenni sulle equazioni differenziali. Equazioni differenziali di II ordine ed equazione caratteristica. Calcolo vettoriale. Grandezze vettoriali e scalari. Vettori liberi e applicati. Somma e differenza di vettori. Prodotto di uno scalare per un vettore. Versori. Scomposizione di vettori. Componenti. Prodotto scalare. Proiezione ortogonale. Prodotto vettoriale. Rappresentazione cartesiana ortogonale. Terne destrorse e sinistrorse. Coseni direttori. Espressioni cartesiane delle operazioni fra vettori. Derivate di vettori e versori. Relazione di Poisson. Momento di un vettore applicato. Il vettore posizione. Coordinate polari piane. Prodotti tripli. L'operatore Nabla. Gradiente e rotore.

**CINEMATICA DEL PUNTO MATERIALE**

Studio del moto: cinematica e dinamica. Sistemi di riferimento. Punto materiale. Equazione vettoriale del moto: traiettoria e legge oraria. Rappresentazione intrinseca della traiettoria. Ascissa curvilinea. Velocità, media ed istantanea. Versore tangente. Velocità scalare. Rappresentazione intrinseca della velocità. Rappresentazione cartesiana. Accelerazione, media ed istantanea. Rappresentazione intrinseca dell'accelerazione: accelerazione tangenziale e normale. Cerchio osculatore, raggio di curvatura, centro di curvatura. Classificazione di moti elementari: moti uniformi e uniformemente vari, moti rettilinei e moti circolari. Grandezze angolari: velocità ed accelerazione angolari. Moti periodici: periodo, frequenza, pulsazione. Equazione differenziale nel moto circolare uniforme. Moto oscillatorio armonico. Teorema di Fourier. Moto piano in coordinate polari. Problema inverso della cinematica. Moto con accelerazione costante: i gravi. Cinematica dei moti relativi. Trasformazione della velocità e dell'accelerazione. Velocità e accelerazione di trascinamento. Accelerazione complementare o di Coriolis. Trasformazioni di Galileo.

**DINAMICA DEL PUNTO MATERIALE**

Introduzione alla dinamica. Definizione operativa di forza: il dinamometro. Principio di sovrapposizione. Reazioni vincolari: vincoli lisci e vincoli scabri. Primo principio della dinamica. Sistemi inerziali. Secondo principio della dinamica. Massa inerziale. Forza peso. Principio di azione e reazione. Esempi. Quantità di moto. Generalizzazione del II principio. Impulso. Teorema della quantità di moto. Momento della quantità di moto (o momento angolare). Teorema del momento della quantità di moto (o del momento angolare). Teorema del momento dell'impulso. Forze costanti. Esempi: piano inclinato, tensione delle funi, macchina di Atwood. Forze elastiche. Legge di Hooke. Esempi: moto di una massa agganciata ad una molla. Molle in serie ed in parallelo. Modulo di Young. Pendolo semplice. Forze che dipendono dalla velocità: legge di Stokes. Velocità limite. Attrito radente, statico e dinamico. Dinamica di moti circolari. Dinamica nei sistemi di riferimento non inerziali: forze inerziali o fittizie. Esempi di sistemi di riferimento non inerziali: treno accelerato, ascensore accelerato, piattaforma rotante. Il sistema di riferimento terrestre. Oscillazioni smorzate: moto sovrasmorzato, sottosmorzato e con smorzamento critico.

## LAVORO ED ENERGIA

Lavoro di una forza. Integrale di linea. Energia cinetica. Teorema delle forze vive, in forma differenziale ed integrale. Forze conservative. Energia potenziale. Circuitazione. Esempi di forze conservative e relative energie potenziali: forza peso, forza elastica, forze centrali a simmetria sferica. Superfici equipotenziali. Forze non conservative. Conservazione dell'energia meccanica. Esempi di conservazione dell'energia: caduta di un grave, guida liscia, pendolo, velocità di fuga dalla terra, giro della morte, oscillatore armonico. Energia meccanica e sistemi a un grado di libertà: barriere di energia potenziale. Potenza.

## DINAMICA DEI SISTEMI

Centro di massa. Proprietà distributiva del centro di massa. Sistemi discreti e sistemi continui. Densità media, densità superficiale, densità lineare. Quantità di moto totale di un sistema. Primo teorema del centro di massa. Prima equazione della dinamica dei sistemi. Secondo teorema del centro di massa o teorema del moto del centro di massa. Conservazione della quantità di moto. Momento angolare di un sistema. Terzo teorema del centro di massa. Equazioni cardinali della meccanica. Conservazione del momento angolare. Sistemi di forze parallele e baricentro. Moto rispetto al centro di massa. Momento angolare nel sistema del centro di massa: teorema di König per il momento angolare. Energia cinetica nel sistema del centro di massa: teorema di König per l'energia cinetica. Sistemi di due corpi: massa ridotta, moto relativo. Fenomeni d'urto. Forze impulsive. Urti elastici ed anelastici. Urti unidimensionali. Pendolo balistico. Moto dei razzi.

## DINAMICA DEL CORPO RIGIDO

Definizione di corpo rigido. Cinematica dei sistemi rigidi: moto traslatorio, moto rotatorio con asse fisso. Momento d'inerzia. Assi principali d'inerzia, assi centrali d'inerzia. Teorema degli assi paralleli o di Huygens-Steiner. Calcolo del momento d'inerzia: esempi. Dinamica dei sistemi rigidi con asse fisso. Carrucola, pendolo fisico, pendolo da laboratorio, pendolo di torsione. Conservazione del momento angolare assiale. Energia cinetica di un sistema rigido. Lavoro delle forze agenti sui sistemi rigidi. Statica dei sistemi rigidi: equazioni fondamentali. Equilibrio stabile e instabile. Rotolamento di un corpo rigido.

## GRAVITAZIONE

Le tre leggi di Keplero. Legge di gravitazione universale. Massa inerziale e massa gravitazionale. Principio di equivalenza debole. Dimostrazione della terza legge di Keplero a partire dalla legge di gravitazione universale. Satelliti geostazionari. Campi centrali a simmetria sferica. Costanti del moto. Orbite circolari in campo gravitazionale. Velocità di fuga e velocità orbitale.