

# Programma svolto di *Fisica* a.s. 2021-2022

---

Classe: 3L - *Cambridge*

Materia: *Fisica*

Docente: *Fabio Calabrese*

## Cinematica nel piano

### Ripresa e completamento di temi dell'a.s. precedente

**Vettori:** vettori posizione, versori, somma e prodotto scalare e vettoriale di vettori in tre dimensioni espressi in termini di versori cartesiani.

**Moti piani:** traiettoria, spostamento, velocità media e velocità istantanea, accelerazione media e istantanea. Diagrammi del moto. Composizione di moti.

**Moti periodici:** periodo, frequenza.

**Moto del proiettile** (con velocità iniziale obliqua): traiettoria, altezza massima, tempo di volo e gittata.

**Moto circolare:** distanza, spostamento angolare. Misura degli angoli in radianti. Distanza e spostamento angolare nel moto circolare. Moto circolare uniforme. Velocità angolare. Relazione fra velocità lineare e angolare. Relazioni fra periodo, frequenza e velocità angolare. Il puro rotolamento.

Quadro generale del moto circolare, anche alla luce del concetto di limite per  $\Delta t \rightarrow 0$ .

Analogie fra cinematica lineare e angolare.

Accelerazione centripeta (due forme). Costruzione geometrica della direzione dell'accelerazione centripeta.

Accelerazione tangenziale. Moto circolare uniformemente accelerato. Analogie con la cinematica lineare.

**Il moto armonico** come componente del moto circolare uniforme. La legge oraria del moto armonico: legge oraria, velocità istantanea, fase iniziale, accelerazione istantanea. Costruzione del grafico della legge oraria del moto armonico. Dimostrazione della formula della velocità nel moto armonico. Accelerazione nel moto armonico (senza dimostrazione).

## Dinamica del punto materiale: ripresa della teoria e applicazioni

Ripresa delle **forze**: Forza peso, forze vincolari, tensione di una corda, forza elastica, forze di attrito radente statico e dinamico. Il diagramma delle forze.

Ripresa del primo, secondo e terzo **principio della dinamica** e loro applicazioni.

Ripresa **dell'equilibrio del punto materiale**.

Equilibrio sul piano inclinato con verso dell'attrito statico incognito. Limite alle condizioni di equilibrio di un punto materiale su piano inclinato scabro.

La **forza centripeta** nel moto circolare.

**Oscillatore armonico.** Ripresa del sistema massa-molla, sue caratteristiche. Dimostrazione del legame fra pulsazione, periodo o frequenza con massa e costante elastica. L'oscillatore armonico (massa-molla) in presenza di una forza costante. Il pendolo semplice. Cinematica e dinamica con approssimazione dei piccoli angoli.

## Trasformazioni di Galileo. Il principio di relatività Galileiano. Sistemi non inerziali e forze apparenti.

Moti relativi. Trasformazioni di Galileo per la posizione (da una a tre dimensioni). Trasformazioni della velocità (da una a tre dimensioni). Invarianza dell'accelerazione.

Il principio di relatività Galileiano e suoi limiti di validità. Sistemi non inerziali e forze d'inerzia (apparenti).

Sistema in moto relativo accelerato. La forza centrifuga. Il peso apparente nell'ascensore accelerato, sistemi in caduta libera.

## Lavoro ed energia

### Ripresa e completamento di temi dell'a.s. precedente

**Lavoro** di una forza costante e variabile, lavoro della forza elastica, potenza: definizione ed espressione in termini di velocità, **energia cinetica**, **teorema dell'energia cinetica**

Campi di forze conservative (due definizioni equivalenti), definizione generale di **energia potenziale**, energia potenziale gravitazionale (in prossimità della Terra) ed elastica, grafico dell'energia potenziale, **energia meccanica e sua conservazione**. Applicazioni.

Dall'impostazione generale dell'approccio energetico alla meccanica.

Forze non-conservative. **Teorema del lavoro-energia** per sistemi non conservativi e/o non isolati (variazione dell'energia meccanica in presenza di forze non conservative e/o forze esterne). Energia interna e conservazione dell'energia totale.

## Impulso e quantità di moto. Sistemi di punti materiali.

### Ripresa e completamento di temi dell'a.s. precedente

**Quantità di moto**, per un punto materiale e per un sistema di punti materiali, la seconda legge della dinamica in termini di quantità di moto, **impulso**, l'impulso di una forza variabile nel grafico F-t, forza media, **teorema dell'impulso** per la forza media. Il teorema dell'impulso per un sistema di punti materiali (con dimostrazione).

La **conservazione della quantità di moto** per un punto materiale e per un sistema di punti materiali (con dimostrazione).

Definizione di **centro di massa** di un sistema di punti materiali. Dimostrazione della formula per la velocità e dell'accelerazione del centro di massa.

Il moto del centro di massa. Seconda legge della dinamica per un sistema di punti materiali, velocità del centro di massa nei sistemi isolati, il moto del centro di massa in assenza e in presenza di forze esterne.

**Urti.** Urti perfettamente elastici, parzialmente anelastici e perfettamente anelastici.

I tre approcci alla meccanica: dinamico, energetico, della quantità di moto.

## Meccanica rotazionale

### Ripresa di temi di meccanica rotazionale.

**Momento** di una forza (momento torcente). **Statica di un corpo rigido.** Corpo rigido e suo moto rototraslatorio. Il moto di puro rotolamento: caratteristiche generali dimostrate a partire dalle trasformazioni di Galileo. Rotolamento come pura rotazione istantanea intorno al punto di contatto.

### Cinematica rotazionale

Il **momento angolare.** Il momento angolare di un punto materiale in moto rettilineo uniforme. Il momento angolare di un punto materiale quale analogo angolare della quantità di moto. Il momento angolare di un sistema di punti materiali. Il momento angolare nel moto circolare.

Il momento angolare di un corpo rigido in rotazione, il **momento d'inerzia** di un punto materiale, di un sistema di punti materiali e di un corpo rigido, **relazione fra momento angolare, momento d'inerzia e velocità angolare** nel caso di un corpo rigido ruotante su un asse fisso.

Momento d'inerzia di alcuni corpi rigidi. Considerazioni di simmetria.

La **conservazione del momento angolare** per un punto materiale, per un sistema di punti materiali e per un corpo rigido ruotante su un asse fisso. Conservazione del momento angolare nel caso di forze centrali.

### Dinamica rotazionale.

La **legge di variazione del momento angolare per un sistema di punti materiali** (teorema dell'Impulso nel caso rotazionale) (dimostrazione solo lettura). Il moto rotatorio di un corpo rigido ruotante rispetto ad un asse fisso (**La seconda legge di Newton nel caso rotazionale**).

**Energia cinetica** di un corpo rigido ruotante rispetto ad un asse fisso, **lavoro e potenza** in tale moto rotatorio.

Il **puro rotolamento.** Relazione fra velocità di traslazione e velocità angolare. Il rotolamento come moto combinato. L'energia cinetica nel moto di puro rotolamento. La conservazione dell'energia meccanica nel puro rotolamento. Esempio: momento d'inerzia di vari oggetti capaci di rotolare e conseguenze energetiche sul moto di rotolamento nel piano inclinato.

# Gravitazione

## Introduzione storico-epistemologica alla cosmologia dall'antichità a Newton

Astrologia assiro-babilonese.

Aristotele e la perfezione e immutabilità dei cieli, caratterizzati dal movimento circolare.

Il problema dei pianeti; cosmologia Tolemaica: epicicli e deferenti; giustificazione del moto retrogrado dei pianeti. Validità fenomenologica del geocentrismo.

La rivoluzione antropologica del rinascimento: desacralizzazione delle attività umane, oggettivazione fisica della realtà, messa in discussione del principio di autorità.

Il sistema copernicano. Giustificazione alternativa del moto retrogrado dei pianeti.

Copernico; Bruno; Galileo, mari lunari e satelliti di Giove; Ticho Brahe e Keplero, le tre leggi di Keplero; vantaggi della descrizione eliocentrica da Copernico a Keplero.

Newton e il completamento del processo di identificazione sostanziale di cielo e Terra. La legge di gravitazione universale.

## Teoria della gravitazione

Principio di sovrapposizione della forza gravitazionale. L'esperimento di Cavendish. Caso dei corpi estesi a simmetria sferica. L'accelerazione gravitazionale sulla superficie della Terra. Possibili tipi di orbita; orbite circolari (velocità in funzione del raggio). I satelliti geostazionari.

Conservazione del momento angolare in sistemi di corpi soggetti a forze gravitazionali e, in generale, a forze centrali e sue conseguenze sul moto dei pianeti. Considerazioni sulla deducibilità delle prime due leggi di Keplero dalle leggi della dinamica e dalla legge di gravitazione universale. Dimostrazione della terza legge (per le orbite circolari).

Massa inerziale e massa gravitazionale. Il principio di equivalenza.

Ripresa del concetto di campo (scalare e vettoriale). Il **campo gravitazionale**. Azione a distanza e propagazione del segnale a velocità finita. Il campo gravitazionale di un punto materiale. Il campo gravitazionale sulla superficie della Terra (Calcolo del valore di "g" dalla legge di gravitazione universale). La dipendenza della gravità dall'altitudine..

Ripresa della definizione generale dell'energia potenziale in un campo conservativo.

L'**energia potenziale gravitazionale**. L'energia potenziale gravitazionale di due punti materiali. Confronto con energia potenziale elettrostatica, il problema dei segni. L'energia potenziale nell'interazione fra la Terra e un corpo lontano, 0 del potenziale per distanze infinite.

---

## Esperienza di laboratorio

Verifica della conservazione dell'energia meccanica nel sistema di un carrello trainato verso il basso da un pesetto e determinazione della costante di accelerazione gravitazionale.

---

## Livelli minimi di dipartimento

Abilità	Contenuti
<ul style="list-style-type: none"><li>• Formalizzare i tre principi della dinamica</li><li>• Saper risolvere semplici problemi di cinematica e dinamica</li><li>• Calcolare il lavoro compiuto da una o più forze</li><li>• Descrivere il principio di conservazione dell'energia</li><li>• Distinguere le forze conservative dalle forze non conservative</li><li>• Individuare il legame tra lavoro ed energia</li><li>• Risolvere semplici problemi sul moto dei corpi, applicando la conservazione dell'energia</li><li>• Calcolare le grandezze quantità di moto e momento angolare</li><li>• Esprimere le leggi di conservazione della quantità di moto e del momento angolare</li><li>• Riconoscere gli urti elastici e anelastici</li><li>• Risolvere semplici problemi sugli urti elastici ed anelastici</li><li>• Formalizzare e applicare (in semplici casi) il secondo principio della dinamica per il moto rotazionale</li><li>• Descrivere il moto dei corpi celesti</li><li>• Calcolare l'interazione gravitazionale tra due corpi</li><li>• Analizzare il moto dei satelliti e descrivere i vari tipi di orbite</li><li>• Risolvere semplici problemi sulla gravitazione universale</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• I tre principi della dinamica</li><li>• Applicazioni dei principi della dinamica: Il moto lungo il piano inclinato, il moto di un proiettile</li><li>• Il moto circolare uniforme e il moto armonico</li><li>• Il lavoro e la potenza</li><li>• L'energia cinetica e l'energia potenziale</li><li>• Forze conservative</li><li>• Legge di conservazione dell'energia meccanica</li><li>• La quantità di moto</li><li>• L'impulso di una forza</li><li>• La conservazione della quantità di moto e gli urti</li><li>• Il momento di una forza</li><li>• Il momento angolare e la sua conservazione</li><li>• Caratteristiche principali della dinamica rotazionale</li><li>• Le leggi di Keplero</li><li>• Legge di gravitazione universale</li><li>• Il campo gravitazionale e l'energia potenziale gravitazionale</li></ul>

---

## Libri di testo

Ugo Amaldi  
IL NUOVO AMALDI PER I LICEI SCIENTIFICI.BLU  
Volume 1, Meccanica e termodinamica - Terza edizione  
Zanichelli

-----  
Bocci, Malegori, Poli  
Fisica - I colori dell'universo (Vol. Unico)  
Dea Scuola - Petrini

-----  
David Sang; Graham Jones; Gurinder Chadha; Richard Woodside.  
Cambridge International AS and A Level - Physics:  
**Coursebook** with CD-ROM  
Cambridge University Press

David Sang; Graham Jones.

Cambridge International AS and A Level - Physics:

**Workbook** with CD-ROM

Cambridge University Press

Jan Dangerfield, Stuart Haring. Series Editor: Julian Gilbey.

Cambridge International AS and A Level - Mathematics:

**Mechanics Coursebook**

Cambridge University Press

Graham Jones, Steve Field, Chris Hewlett and David Styles.

Cambridge International AS and A Level - Physics:

**Practical Workbook** with CD-ROM

Cambridge University Press

L'utilizzo dei libri di testo in inglese è stato del tutto marginale a causa delle condizioni di lavoro dell'anno scolastico appena concluso.

**Palermo, 10/6/2022**

**Il docente**

*Prof. Fabio Calabrese*

