

Fisica I con Laboratorio
Prof. G. Mariotto
(A.A. 2015-16)

Programma dettagliato relativo al Modulo di Teoria, svolto in aula e da portare all'esame:

Meccanica

1 - Grandezze fisiche e loro misura: Note introduttive sul metodo sperimentale. Grandezze fisiche fondamentali e derivate. Unità di misura. Definizione operativa delle grandezze fisiche. Definizione di angolo piano e angolo solido. Sistemi di unità di misura. Il sistema internazionale (S.I.). Grandezze fisiche scalari e vettoriali. Dipendenza dal tempo delle grandezze fisiche. Operazioni con i vettori: somma, prodotto scalare e prodotto vettoriale. Generalità sulle leggi fisiche. Analisi dimensionale. Rappresentazione tabulare e grafica. Ordini di grandezza delle grandezze fisiche fondamentali.

2 - Cinematica del punto materiale: Relatività del moto. Sistemi di riferimento. Validità sperimentale della geometria euclidea. Sistemi di riferimento in coordinate cartesiane ortogonali. Posizione, spostamento e velocità. Concetto di punto materiale. Legge oraria del moto di un punto materiale. Traiettoria. Moto rettilineo e moto curvilineo. Gradi di libertà di un punto materiale.

Moto unidimensionale (rettilineo e circolare). Posizione istantanea. Velocità e accelerazione scalare media e istantanea di un punto materiale. Derivazione ed integrazione delle grandezze cinematiche. Condizioni iniziali. Dall'accelerazione alla velocità e alla legge oraria. Moto uniforme e uniformemente accelerato. Accelerazione di gravità g . Nota $a(x)$ come si deriva $v(x)$. Moto armonico semplice (MAS). Legge oraria del MAS in relazione a diverse condizioni iniziali.

Moto in due e in tre dimensioni. Sistemi di riferimento in coordinate cartesiane, polari e cilindriche. Trasformazioni delle coordinate di un punto fra diversi sistemi di riferimento. Legge oraria del moto del punto materiale in termini vettoriali. Equazioni parametriche del moto. Derivazione dell'equazione della traiettoria a partire dalle equazioni parametriche. Velocità e accelerazione vettoriali medie e istantanee. Moti ad accelerazione costante. Moto parabolico dei gravi. Definizione di gittata e sua dipendenza dall'alzo. Gittata massima.

Moto curvilineo in coordinate intrinseche. Direzione del vettore velocità istantanea. Componenti tangenziale e normale dell'accelerazione. Moto curvilineo piano in coordinate polari. Componenti radiale e trasversale della velocità e dell'accelerazione del moto curvilineo piano di un punto. Corrispondenza tra le componenti dei vettori velocità e accelerazione in sistemi di riferimento in coordinate intrinseche e in coordinate polari.

Moto circolare: equazioni parametriche cartesiane del moto. Equazione cartesiana della traiettoria. Spostamento, velocità e accelerazione angolari. Relazione con le grandezze lineari corrispondenti. Moto circolare uniforme: periodo e frequenza di rivoluzione. Rappresentazione del moto circolare in coordinate cartesiane, intrinseche e polari. Rappresentazione del moto circolare in notazione vettoriale. Vettori velocità e accelerazione angolare. Regola di Poisson.

3 - Moti relativi: Sistemi di riferimento assoluti. Posizione e velocità relativa di due punti materiali. Moto relativo traslatorio rettilineo uniforme. Trasformazioni di Galileo: invarianza dell'accelerazione. Principio di relatività classica. Moto relativo traslatorio rettilineo uniformemente accelerato. Velocità e accelerazione di trascinamento.

Moto relativo roto-traslatorio. Determinazione delle velocità e accelerazioni assolute e relative. Trasformazioni della velocità e dell'accelerazione tra i due sistemi di riferimento assoluto e relativo. Moto rotatorio uniforme: accelerazione centrifuga e di Coriolis. Moto roto-traslazionale della terra.

4 - Dinamica del punto materiale: Definizione di punto materiale. Concetto di massa: definizione operativa. Massa gravitazionale e inerziale. Quantità di moto di un punto materiale. Particella libera. Principio di inerzia. Interazione fra due particelle. Concetto di forza. Definizione operativa di forza. Risultante delle forze applicate a un punto materiale. Legge di Newton. Impulso di una forza. Teorema dell'impulso. Principio di azione e reazione. Principio di conservazione della quantità di moto. Classificazione delle interazioni fondamentali. Leggi delle forze esistenti in natura. Corrispondenza tra la forza peso di un corpo e la forza gravitazionale agente su di esso. Equazione del moto di un punto materiale. Equilibrio statico e dinamico di un punto materiale. Vincoli ideali e forze di reazione dei vincoli. Vincoli unilaterali e bilaterali. Cerniere, fili, aste e carrucole. Macchina di Atwood. Piano inclinato liscio. Vincoli reali: forze d'attrito statico e dinamico. Attrito viscoso. Moto di una particella in un fluido: velocità limite. Deformazione elastica di un corpo e legge della forza elastica. Molle ideali. Oscillatori orizzontali e verticali. Pendolo semplice. Isocronismo delle oscillazioni di piccola ampiezza di un pendolo semplice. Sistemi di riferimento non inerziali. Forze reali e forze apparenti. Forza di trascinamento e forza centrifuga. Equazione del moto di un punto materiale in un sistema di riferimento non-inerziale..

5 - Energia e Lavoro: Integrale primo della forza rispetto allo spostamento del punto materiale: definizione di lavoro di una forza. Potenza. Unità di misura del lavoro e della potenza. Lavoro elementare e lavoro per uno spostamento finito del punto materiale. Dipendenza del lavoro dal cammino di integrazione. Energia cinetica. Teorema dell'energia cinetica. Forze motrici e forze dissipative. Lavoro di una forza costante. Lavoro di una forza elastica e di una forza centrale. Indipendenza del lavoro di una forza conservativa dal cammino di integrazione. CNS perché una forza sia conservativa. Definizione di energia potenziale (E_p) e sue proprietà. Curve di energia potenziale di alcuni tipi di forze conservative. Definizione di energia meccanica totale di un punto materiale. Principio di conservazione dell'energia meccanica totale di un punto materiale soggetto all'azione di sole forze conservative.

Lavoro di una forza dissipativa e variazione dell'energia meccanica di un punto materiale. Campi di forze centrali. Natura conservativa di un campo di forze centrali. Moto sotto l'azione della forza gravitazionale. Energia potenziale gravitazionale. Velocità di fuga dalla terra.

6 - Dinamica dei sistemi di particelle: Sistemi discreti e sistemi continui. Grandezze collettive: quantità di moto, momento angolare e energia cinetica totale. Generalizzazione dei risultati relativi alla dinamica del punto materiale a un sistema discreto di particelle. Sistemi di equazioni di Newton. Forze interne e forze esterne. Equazioni cardinali della dinamica dei sistemi di particelle. Principio di azione e reazione per un sistema di particelle. Equilibrio roto-traslazionale di un sistema di punti materiali. Centro di massa (CM): definizione e sue proprietà. Studio del moto di un sistema di punti materiali in un sistema di riferimento del laboratorio (sistema L, inerziale) e nel sistema di riferimento del CM (sistema C, non necessariamente inerziale). Validità delle due equazioni cardinali della dinamica dei sistemi di particelle nel sistema C. Teoremi di König. Moto del CM e moto rispetto al CM. Il teorema dell'energia cinetica di un sistema di particelle. Lavoro delle forze interne ed esterne agenti su un sistema di particelle. Energia propria. Energia interna. Energia totale meccanica.

Problema dei due corpi: massa ridotta. Studio del moto relativo di due corpi in termini della massa ridotta. Applicazioni allo studio del moto di due corpi puntiformi ancorati alle estremità opposte a) di una molla (sistema a due corpi deformabile) e b) di un'asta rigida, priva di massa (sistema due corpi rigido, detto anche manubrio).

Urti tra due particelle. Approssimazione di impulso. Ruolo delle forze interne e delle forze esterne. Urti centrali. Conservazione della quantità di moto totale e dell'energia cinetica del CM negli urti tra due particelle libere. Conservazione del momento della quantità di moto totale nell'urto tra due

particelle, di cui una vincolata. Urti elastici e urti completamente anelastici. Conservazione dell'energia cinetica totale in caso di urto elastico. Energia dissipata nel caso di un urto anelastico e sua correlazione con energia interna del sistema.

7 - Dinamica del corpo rigido (cenni): Definizione e proprietà meccaniche del corpo rigido. Centro di massa del corpo rigido. Moto traslazionale e moto rotazionale del corpo rigido. Equazioni cardinali del moto roto-traslazionale del corpo rigido. Moto puramente rotazionale del corpo rigido rispetto al suo centro di massa. Moto di rotazione attorno ad un asse fisso e attorno ad un asse passante per il suo centro di massa. Momento angolare del corpo rigido. Momento di inerzia del corpo rigido. Momento di inerzia di un'asta, di un anello e di un disco rispetto a un asse di rotazione passante per il centro di massa e perpendicolare al piano contenente il corpo rigido. Teorema degli assi paralleli (o di Huygens-Steiner) . Energia cinetica associata al moto rotazionale del corpo rigido.

Urti tra un punto materiale e corpo rigido entrambi liberi: conservazione della quantità di moto totale e del momento della quantità di moto totale nell'urto. Urto tra una particella libera e un corpo rigido vincolato: conservazione del momento angolare totale. In entrambi i casi, per urti perfettamente elastici: conservazione dell'energia cinetica totale del sistema particella-corpo rigido.