

Fisica I con Laboratorio
Prof. G. Mariotto
(A.A. 2013-14)

Programma dettagliato del corso di insegnamento svolto in aula e da portare all'esame:

Modulo di Teoria:

1 - Meccanica

1.1 - 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 scalari e vettoriali. Operazioni con i vettori: somma, prodotto scalare e prodotto vettoriale. Generalità sulle leggi fisiche. Analisi dimensionale. Rappresentazione tabulare e grafica. Ordini di grandezza.

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

Moto unidimensionale. Posizione istantanea e spostamento. Derivazione delle grandezze cinematiche a partire dalla legge oraria. Velocità e accelerazione scalare media e istantanea. Significato geometrico della velocità istantanea. Dall'accelerazione alla velocità e alla legge oraria. Condizioni iniziali. Moto uniforme e uniformemente accelerato. Accelerazione di gravità g . Moto di caduta dei gravi lungo la direzione verticale. Moto oscillatorio: legge del moto armonico semplice. Moto in due e 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. Moto circolare in notazione vettoriale. Vettori velocità e accelerazione angolare. Regola di Poisson.

1.3 - Moti relativi: Sistemi di riferimento fissi. Posizione, velocità e accelerazione relative di due punti. Sistemi di riferimento assoluti e relativi. Definizione di velocità e accelerazione assoluta e relativa. Moto relativo traslatorio. Spostamento, velocità e accelerazione di trascinamento. Trasformazioni di Galileo: invarianza dell'accelerazione. Principio di relatività classica. Moto relativo roto-traslatorio. Determinazione delle velocità e accelerazioni assolute e relative. assoluta e Trasformazioni della velocità e accelerazione tra i due sistemi di riferimento assoluto e relativo. Accelerazione di trascinamento e accelerazione di Coriolis. Moto rotatorio uniforme: accelerazione centrifuga.

1.4 - Dinamica del punto materiale: Definizione di punto materiale. Concetto di massa: definizione operativa. Massa inerziale e gravitazionale. Quantità di moto di un punto materiale. Particella libera. Principio di inerzia. Interazione tra due punti materiali. Concetto di forza. Definizione operativa di forza. I tre principi della dinamica del punto materiale in termini di quantità di moto: principio di inerzia, legge di Newton, e principio di azione e reazione. Principio di conservazione della quantità di moto. Classificazione delle forze esistenti in natura. Alcune leggi di forza. Corrispondenza tra la forza gravitazione universale e la forza peso di un corpo. Equazione del moto di una particella. Risultante delle forze applicate. Equilibrio statico e dinamico di un punto materiale. Vincoli ideali e forze di reazione dei vincoli. Vincolo unilaterali e bilaterali. Cerniere, fili, aste e carrucole. Macchina di Atwood. Piano inclinato liscio. Vincoli reali: forza d'attrito statico e dinamico. Attrito viscoso. Moto di una particella in un fluido: velocità limite. Deformazioni elastiche e forze elastiche. Molle ideali. Oscillatori orizzontali e verticali. Pendolo semplice. Isocronismo Sistemi di riferimento non inerziali. Equazione del moto di un punto materiale in un sistema di riferimenti non-inerziale. Forze reali e forze apparenti. Forza di trascinamento e forza centrifuga.

I teoremi della dinamica del punto materiale: integrale primo della forza rispetto al tempo. Teorema dell'impulso. Equivalenza tra impulso di una forza e variazione della quantità di moto. Momento di un vettore rispetto a un polo. Momento della quantità di moto, momento di una forza, e teorema del momento della quantità di moto. Forze centrali. Legge di gravitazione universale di Newton e conservazione del momento della quantità di moto. Leggi di Keplero.

1.5 - Energia e Lavoro: Integrale primo della forza rispetto allo spostamento del punto materiale: lavoro di una forza. Potenza. Unità di misura del lavoro e della potenza. Lavoro elementare e lavoro per uno spostamento finito. Dipendenza del lavoro dal cammino di integrazione. Energia cinetica di un punto materiale (E_k). Teorema dell'energia cinetica: equivalenza fra il lavoro delle forze agenti e la variazione di energia cinetica del punto materiale. Lavoro di una forza costante. Lavoro di una forza elastica e di una forza centrale. Forze conservative. Indipendenza del lavoro di una forza conservativa dal cammino di integrazione. CNS perché una forza sia conservativa. Definizione di energia potenziale (E_p). Curve di energia potenziale di alcuni tipi di forze conservative. Proprietà della funzione energia potenziale (E_p). Definizione di energia meccanica totale di un punto materiale. Conservazione dell'energia meccanica totale di un punto materiale. Lavoro di una forza dissipativa e variazione dell'energia meccanica totale del punto materiale.

Campi di forze centrali. Natura doppiamente conservativa di un campo di forze centrali. Energia potenziale gravitazionale. Moto di un corpo puntiforme sotto l'azione della forza gravitazionale. Velocità di fuga del corpo.

1.6 - Dinamica dei sistemi di particelle: Sistemi discreti e sistemi continui. Grandezze collettive: quantità di moto, momento angolare e energia cinetica totale. Generalizzazione dei risultati della dinamica del punto materiale. Sistemi di equazioni di Newton. Forze interne e forze esterne. Principio di azione e reazione per un sistema di punti materiali. Equazioni cardinali della dinamica di un sistema di particelle. Condizioni di equilibrio per un sistema di punti materiali. Centro di massa (CM): definizione e sue proprietà. Sistema di riferimento del laboratorio (sistema L) e del CM (sistema C). Validità delle equazioni cardinali della dinamica di un sistema di particelle nel sistema C. Teoremi di König. Moto del CM e moto rispetto al CM. Lavoro delle forze interne e delle forze esterne. Energia potenziale delle forze interne ed esterne. Energia propria. Energia interna. Energia totale meccanica.

Problema dei due corpi: massa ridotta. Moto relativo di due punti materiali in termini della loro massa ridotta. Moto dei sistemi rigidi costituiti da due corpi puntiformi (manubri). Urti o collisioni tra due particelle. Approssimazione di impulso. Ruolo delle forze interne e delle esterne. Urti centrali elastici e anelastici. Conservazione della quantità di moto totale nell'urto tra particelle libere. Conservazione del momento della quantità di moto totale nell'urto tra particelle, di

cui una vincolata. Conservazione dell'energia cinetica totale nel caso di urto perfettamente elastico. Energia dissipata nel caso di un urto anelastico e variazione correlata di energia interna del sistema.

1.7 - 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 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. Teorema di Huygens-Steiner. Energia cinetica associata al moto rotazionale del corpo rigido.

Urti tra punti 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.

2. Termodinamica

2.1 - Sistemi termodinamici e primo principio della termodinamica: Universo termodinamico. Variabili termodinamiche: concentrazione, pressione, volume e temperatura. Concetto di pressione idrostatica. Concetto di temperatura. Principio dell'equilibrio termico. Definizione operativa di temperatura. Contatto termico. Punti fissi. Scale termometriche: scale Celsius e Kelvin. Termometri. Stati di equilibrio termodinamico. Variabili di stato. Equazione di stato di un gas perfetto. Rappresentazione degli stati di un sistema termodinamico nel piano di Clapeyron. Trasformazioni termodinamiche. Trasformazioni reversibili ed irreversibili. Lavoro termodinamico: sua dipendenza dalla trasformazione termodinamica. Lavoro per trasformazioni reversibili ed irreversibili. Elementi di calorimetria. Temperature e calore. Capacità termica e quantità di calore scambiata. Calore specifico molare. Unità di misura del calore. Equivalenza fra lavoro e calore. Convenzione sui segni del lavoro e del calore scambiati durante una trasformazione di un sistema termodinamico. Importanza delle trasformazioni termodinamiche che comportano una variazione del volume e/o una variazione della temperatura di un sistema termodinamico. Primo principio della termodinamica. Energia interna di un sistema termodinamico. Conservazione dell'energia interna di un sistema termodinamico. Generalizzazione del principio di conservazione dell'energia.

2.2 - Gas ideali: definizione e proprietà. Equazione di stato di un gas perfetto. Trasformazioni di un gas. Lavoro e calore. Energia interna di un gas perfetto. Calori specifici molari dei gas ideali. Relazione di Mayer. Applicazioni del primo principio della termodinamica alla trasformazioni reversibili di un gas perfetto. Trasformazioni isoterme, isocore e isobare. Trasformazioni adiabatiche. Trasformazioni cicliche. Cicli termici e cicli frigoriferi. Rendimento di un ciclo termico. Ciclo di Carnot e suo rendimento (senza dimostrazione).