

*Programma da portare all'esame*

## **1. Meccanica**

*1.1 - Grandezze fisiche e loro misura:* Note introduttive. Metodo sperimentale. Definizione operativa delle grandezze fisiche. Grandezze fisiche fondamentali e derivate. Unità di misura. Sistemi di unità di misura. Il sistema internazionale (S.I.). Scalari e vettori. Operazioni con i vettori: somma, prodotto scalare e prodotto vettoriale. Ordini di grandezza e generalità sulle leggi fisiche. Analisi dimensionale. Rappresentazione tabulare e grafica.

*1.2 - Cinematica del punto materiale:* Relatività del moto. Sistemi di riferimento. Validità sperimentale della geometria euclidea. Sistemi in coordinate cartesiane, polari e cilindriche. Trasformazioni delle coordinate di un punto fra diversi sistemi di riferimento. Posizione, spostamento e velocità. Concetto di punto materiale. Legge oraria del moto. Traiettoria. Moto rettilineo e curvilineo.

Moto unidimensionale (rettilineo e circolare). Coordinata curvilinea  $x$  o  $s$ . Posizione istantanea. Velocità e accelerazione scalare media e istantanea. Derivazione ed integrazione delle grandezze cinematiche. Condizioni iniziali. Dall'accelerazione alla velocità e alla legge oraria. Moto uniforme e uniformemente accelerato. Nota  $a(x)$  ricavare  $v$ . Moto armonico semplice. Accelerazione di gravità  $g$ .

Moto in tre dimensioni. Vettori posizione, spostamento. Equazioni parametriche del moto. Vettore velocità e vettore accelerazione. Relazione fra componenti cartesiane e modulo. Moti ad accelerazione costante. Moto curvilineo. Componenti tangenziale e normale dell'accelerazione. Moto circolare: velocità ed accelerazione angolare. Moto circolare uniforme: periodo e frequenza di rivoluzione. Moto circolare in notazione vettoriale. Regola di Poisson. Componenti radiale e trasversale della velocità nel moto curvilineo piano.

*1.3 - Moti relativi:* Sistemi di riferimento assoluti. Posizione e velocità relativa di due punti materiali. Sistemi di riferimento in moto relativo. Moto relativo traslatorio uniforme ed uniformemente accelerato. Spostamento di trascinamento. Velocità e accelerazione di trascinamento. Trasformazioni di Galileo: invarianza dell'accelerazione. Principio di relatività classica. Moto relativo roto-traslatorio. Trasformazione della velocità e dell'accelerazione. Moto rotatorio uniforme: accelerazione centrifuga e di Coriolis.

*1.4 - Dinamica del punto materiale:* Principio di inerzia. Particella libera. Concetto di massa. Massa inerziale e gravitazionale. Interazione fra due particelle. Concetto di forza. Leggi di Newton. Principio di azione e reazione. Definizione operativa di forza. Classificazione delle forze esistenti in natura. Equazione del moto di una particella. Risultante delle forze applicate. Equilibrio statico e dinamico. Vincoli e reazioni vincolari. Forze d'attrito statico e dinamico. Attrito viscoso. Forze elastiche. Oscillatore orizzontale e verticale. Pendolo semplice. Sistemi di riferimento non inerziali. Forza di trascinamento.

Momento della quantità di moto, momento di una forza e teorema del momento angolare. Forze centrali. Conservazione del momento angolare. Legge di gravitazione universale di Newton e leggi di Keplero.

*1.5 - Energia e Lavoro:* Integrali primi della forza: impulso e lavoro. Potenza. Unità di misura del lavoro e della potenza. Energia cinetica. Teorema dell'energia cinetica. Lavoro di una forza costante. Lavoro di una forza elastica e di una forza centrale. Forze conservative. Energia potenziale. Proprietà della funzione energia potenziale. Relazione fra energia potenziale e forza. Principio di conservazione dell'energia meccanica. Lavoro di una forza dissipativa..

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.

*1.6 - Dinamica dei sistemi di particelle:* Generalizzazione dei risultati relativi alla dinamica di una particella a un sistema discreto di particelle. Sistemi di equazioni di Newton. Grandezze collettive: quantità di moto, momento angolare e energia cinetica totale. 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 materiale. Centro di massa (CM): definizione e sue proprietà. Sistema di riferimento del laboratorio (sistema L) e del CM (sistema C). Teoremi di König. Moto del CM e moto rispetto al CM. Energia cinetica di un sistema di particelle. Lavoro delle forze agenti su un sistema di

particelle. 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. Proprietà dei sistemi di forze. Coppia di forze. Centro di forze e centro di gravità. Urti tra due particelle. Approssimazione di impulso. Forze interne ed esterne. Conservazione della quantità di moto totale e dell'energia cinetica del CM. Urti centrali elastici e completamente anelastici. Urti tra particelle libere e corpi vincolati. Conservazione del momento della quantità di moto.

## 2. Termodinamica

2.1- *Primo principio della termodinamica*: Sistemi e stati termodinamici. Sistema e ambiente. Universo termodinamico. Sistemi aperti, chiusi e isolati. 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. Equazioni di stato. Equivalenza fra lavoro e calore. Primo principio della termodinamica. Energia interna. Conservazione dell'energia di un sistema termodinamico. Trasformazioni termodinamiche. Lavoro e calore. 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. Calori specifici molari e calore specifico di un solido. Processi isotermi. Cambiamenti di fase. Calori latenti.

2.2- *Gas ideali*: Gas ideali o perfetti: definizione e proprietà. Leggi dei gas. 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. Il primo principio della termodinamica per un gas perfetto. Trasformazioni termodinamiche reversibili ed irreversibili di un gas perfetto. Trasformazioni isoterme, isocore e isobare. Trasformazioni adiabatiche. Applicazione del primo principio nelle trasformazioni reversibili dei gas ideale: isoterma, isocora, isobara. Trasformazione adiabatica reversibile di un gas perfetto. Rappresentazione nel piano di Clepeyron. Trasformazioni cicliche di un gas. Cicli termici e cicli frigoriferi. Rendimento di un ciclo termico. Ciclo di Carnot.

2.3- *Secondo principio della termodinamica*: Macchine termiche e macchine frigorifere. Sorgenti di calore e termostati. Enunciati del secondo principio della termodinamica. Equivalenza fra l'enunciato di Kelvin-Planck e di Clausius. Teorema di Carnot. Rendimento massimo. Diseguaglianza di Clausius. Entropia. Definizione e proprietà. Calcolo della variazione di entropia. Entropia di un gas ideale. Trasformazioni adiabatiche. Scambi di calore con sorgenti. Entropia dell'universo termodinamico.