

CORSO DI LAUREA DI PRIMO LIVELLO IN FISICA

Programma del corso di "FISICA I" (9 CFU)

a.a. 2007-2008

Prof. Salvatore Nuzzo

MECCANICA.

Richiami sui vettori.

Proprietà. Regola di somma. Scomposizione. Invarianza. Matrice di rotazione. Prodotto scalare, vettoriale e misto. Momento di un vettore rispetto a un punto e rispetto ad un asse. Momento della quantità di moto e della forza per il punto materiale. Polo fisso e polo mobile. Impulso della forza e del momento della forza. Integrale di un vettore. Integrale di linea. Gradiente di uno scalare. Proprietà. Derivazione della forza dall'energia potenziale. Forza gravitazionale, forza peso, forza elastica.

Richiami sui moti relativi.

Derivata di un versore. Caso generale di moto relativo. Velocità e accelerazione di trascinamento. Accelerazione di Coriolis. Sistemi di riferimento inerziali. Relatività Galileiana. Forze inerziali. Casi particolari. Rotazione terrestre.

Dinamica dei sistemi di punti materiali.

Forze interne e forze esterne. Quantità di moto, momento angolare ed energia cinetica di un sistema di punti materiali. Centro di massa. Proprietà. Teorema del moto del centro di massa. Prima equazione cardinale della meccanica. Conservazione della quantità di moto. Definizione dinamica della massa inerziale. Teorema del momento angolare. Coppia di forze. Seconda equazione cardinale della meccanica. Polo fisso e polo mobile. Polo coincidente con il c.m. Altre proprietà del c.m.: caso della forza peso; quantità di moto nel sistema del c.m.; c.m. di più gruppi di particelle. Teorema di König per il momento angolare e per l'energia cinetica. Teorema dell'energia cinetica per un sistema di particelle. Energia potenziale di un sistema. Conservazione dell'energia meccanica. Lavoro delle forze non conservative. Sistemi a massa variabile. Moto del razzo. Spinta.

Dinamica dei corpi rigidi.

Coseni direttori. Gradi di libertà. Sistemi vincolati. Moto di pura traslazione. Moto di pura rotazione. Moto rototraslatorio. Sistemi materiali continui. Densità volumetrica, superficiale e lineare. Calcolo del c.m. per un sistema continuo. Esempi. Utilizzo delle simmetrie. Moto di un corpo rigido attorno ad un asse fisso. Momento d'inerzia. Asse di simmetria. Asse principale d'inerzia. Caso generale. Moto di precessione. Reazioni vincolari. Equilibratura statica e dinamica. Equazione del moto attorno ad un asse fisso. Energia cinetica e lavoro nel moto di un corpo rigido. Potenza. Calcolo del momento di inerzia rispetto ad un asse. Esempi di calcolo. Raggio d'inerzia. Teorema di Huygens-Steiner. Conservazione del momento angolare per i sistemi deformabili. Rotolamento puro. Il giroscopio. La trottola. Il pendolo di torsione. Il pendolo composto. Lunghezza ridotta. Centro di oscillazione. Pendolo reversibile.

Composizione di forze applicate a un corpo rigido.

Sistemi di forze equivalenti. Forze complanari. Forze parallele. Caso generale. Riduzione di un sistema di forze.

Statica del punto materiale.

Condizioni di equilibrio. Statica del corpo rigido. Equilibrio di un corpo rigido incernierato. Equilibrio di un corpo rigido appoggiato.

Urti.

Definizione di urto. Forze impulsive. Urto fra particelle. Conservazione della quantità di moto nell'urto. Urti elastici, completamente anelatici, anelatici. Urto elastico unidimensionale. Urto elastico bidimensionale. Parametro d'urto. Urto elastico fra sfere identiche. Urto elastico in tre dimensioni. Urto completamente anelastico. Energia dissipata nell'urto completamente anelastico. Pendolo balistico. Urto obliquo elastico. Urti nel sistema del laboratorio e del c.m. Casi particolari. Energia cinetica trasferita nell'urto elastico. Urto fra corpi rigidi liberi. Conservazione della q.d.m. e del m.a. Urto fra corpo rigido libero e corpo vincolato. Centro di percussione. Relazione tra centro di percussione e centro di oscillazione.

Oscillazioni.

Equazione del armonico semplice. Soluzione. Equazione non omogenea. Soluzione. Energia dell'oscillatore armonico. Composizione di moti armonici. Moti armonici sullo stesso asse: 1) stessa frequenza; 2) frequenza diversa. Modulazione di ampiezza. Battimenti. Moti armonici su assi perpendicolari: 1) stessa frequenza, a) moti in fase; b) moti in opposizione di fase; c) moti in quadratura; d) fase arbitraria; 2) frequenza diversa. Figure di Lissajous. Oscillazioni a due corpi. Massa ridotta. Moto armonico smorzato. Equazione differenziale del moto armonico smorzato. Soluzione. Smorzamento forte, critico e debole. Oscillatore armonico forzato. Equazione differenziale del moto armonico forzato. Soluzione. Risonanza. Potenza media fornita dalla forza. Analisi di Fourier di un moto periodico. Teorema di Fourier.

Onde meccaniche.

Onde meccaniche nei mezzi elastici. Onde trasversali. Onde longitudinali. Onde unidimensionali, bidimensionali e tridimensionali. Propagazione delle onde. Onde sinusoidali. Numero d'onda, frequenza angolare, periodo. Corda vibrante. Equazione differenziale dell'onda. Potenza e intensità. Velocità di fase e velocità di gruppo. Principio di sovrapposizione. Interferenza. Onde con stessa frequenza e con frequenza differente. Fenomeno dei battimenti. Onde stazionarie.

Gravitazione universale.

Leggi di Keplero. Seconda legge e conservazione del momento angolare. Esperienza di Cavendish. Derivazione della legge di gravitazione universale dalle leggi di Keplero e viceversa, per le orbite ellittiche. Orbite chiuse ed orbite aperte. Eccentricità ed energia meccanica totale. Parametri per la messa in orbita di un satellite. Energia potenziale gravitazionale. Massa inerziale e massa gravitazionale. Velocità di fuga.

Fluidi.

Stati di aggregazione della materia. Pressione. Densità. Statica dei fluidi. Legge di Stevino. Principio di Pascal. Leva idraulica. Principio dei vasi comunicanti. Principio

di Archimede. Il galleggiante. Misure di pressione. Barometro di Torricelli. Manometro a tubo aperto. Fenomeni di superficie. Tensione superficiale. Forza di coesione, adesione. Capillarità. Dinamica dei fluidi. Metodo di Lagrange e metodo di Eulero. Caratteristiche del moto di un fluido. Fluidi ideali e reali. Linee di flusso ed equazione di continuità. Tubo di flusso. Portata. Equazione di Bernoulli. Teorema di Torricelli. Applicazioni. Tubo di Venturi. Tubo di Pitot. Carburatore e spruzzatore. Ala d'aereo. Portanza. Effetto Magnus. Altri esempi. Cenni sulle onde acustiche. Effetto Doppler acustico.

TERMODINAMICA

Punto di vista macroscopico e microscopico. Sistemi termodinamici. Coordinate termodinamiche. Equilibrio termico. Pareti adiabatiche e diatermiche. Principio zero della termodinamica. Temperatura. Misura. Termometro a gas. Temperatura del gas ideale. Scala Kelvin e Celsius. Termometro a liquido. Altri termometri. Sistemi aperti, chiusi e isolati. Equilibrio Termodinamico. Equazione di stato. Sistemi idrostatici PVT. Lavoro termodinamico. Trasformazioni quasi statiche. Diagramma PV.

1° principio della termodinamica.

Energia interna. Calore. Capacità termica. Calore specifico. C_p e C_v . Caloria. Equivalente meccanico del calore. Serbatoi di calore. Calori latenti. Diagrammi PV e PT per sostanze pure. Umidità assoluta. Tensione di vapore. Umidità relativa. Gas ideali dal punto di vista macroscopico. Equazione di stato dei gas ideali. Trasformazioni termodinamiche di un gas ideale. Energia interna di un gas ideale. Relazione di Mayer. Trasformazioni isoterme, adiabatiche, isocore e isobare di un gas ideale. Entalpia.

Teoria cinetica.

Modello cinetico di gas ideale. Calcolo cinetico della pressione. Velocità quadratica media. Interpretazione cinetica della temperatura. Energia interna di un gas ideale. Calori molari e principio di equipartizione dell'energia. Gradi di libertà. Limiti del modello cinetico. Capacità termiche dei solidi. Temperatura di Debye. Equazione di Van der Waals. Cammino libero medio delle molecole. Distribuzione di Maxwell-Boltzmann delle velocità. Velocità più probabile. Velocità media e quadratica media. Dipendenza da T e da m. Misura sperimentale della distribuzione.

Trasmissione del calore.

Conduzione, convezione e irraggiamento.

2° principio della termodinamica

Trasformazioni cicliche. Rendimento di una macchina termica. Macchina di Stirling. Motore a benzina e ciclo Otto. Motore Diesel. 2° principio della termodinamica. Enunciato di Kelvin-Planck. Ciclo frigorifero. Coefficiente di prestazione. Enunciato di Clausius. Equivalenza. Reversibilità e irreversibilità. Irreversibilità meccanica, termica e chimica. Ciclo di Carnot. Ciclo di Carnot di un gas ideale. Teorema di Carnot e corollario. Temperatura termodinamica assoluta. Teorema di Clausius. Entropia. Entropia di un gas ideale. Diagramma T-S. Entropia e reversibilità. Entropia e irreversibilità. Principio dell'aumento dell'entropia. Esempi di calcolo della variazione di entropia: scambi di calore, cambiamenti di fase, espansione libera di un gas ideale, miscelazione di due gas. Entropia ed energia utilizzabile. Esempi. Entropia e 2° principio. Entropia e freccia del tempo. Entropia e disordine. Microstati e

macrostati. Entropia e probabilità. Determinazione della relazione tra entropia e probabilità. Entropia ed informazione.

Testi consigliati:

Appunti delle lezioni.

Mazzoldi, Nigro, Voci. Meccanica e Termodinamica

Halliday- Resnick (Meccanica e Termodinamica)

Alonso-Finn (Meccanica)

Rosati (Meccanica)

Zemansky (Termodinamica)