

Programma del Corso di Fisica Generale I Prof. S. Nuzzo

Mod. A

Vettori.

Grandezze scalari e vettoriali. Vettori applicati. Proprietà dei vettori. Regole di somma. Scomposizione. Invarianza di un vettore. Trasformazione per rotazione. Prodotto scalare. Prodotto vettoriale. Prodotto misto. Momento di un vettore rispetto a un punto. Momento rispetto ad un asse e vettore assiale. Rappresentazione vettoriale di una superficie. Superfici chiuse. Derivata di un vettore rispetto al tempo. Derivata di un versore e relazione di Poisson. Integrale di un vettore.

Cinematica.

Moto rettilineo. Velocità media ed istantanea. Moto rettilineo uniforme. Accelerazione. Accelerazione media ed istantanea. Moto rettilineo uniformemente accelerato. Moto curvilineo nello spazio: velocità ed accelerazione. Problema del moto. Moto balistico. Accelerazione tangenziale e normale. Moto circolare. Velocità angolare. Moto circolare uniforme. Accelerazione angolare. Moto curvilineo in un piano. Moto armonico semplice.

Dinamica del punto materiale 1.

Massa inerziale: definizione operativa. 1° principio della dinamica. Peso. Densità. Quantità di moto. Conservazione della q.d.m. in esperimenti d'urto. Centro di massa di due corpi. Conservazione della q.d.m. durante l'urto. Forza. 2° principio della dinamica. 3° principio della dinamica. Teorema dell'impulso. Esempi di forze: gravitazionale, peso, elastica. Esperienza di Cavendish, Massa inerziale e gravitazionale. Principio di sovrapposizione delle forze. Il vettore quantità di moto. Il vettore forza. Leggi della dinamica e teorema dell'impulso in 3 dimensioni. Effetto delle forze sul moto. Forza normale e forza tangenziale alla traiettoria. Soluzione del problema del moto. Risultante delle forze. Equilibrio. Reazioni vincolari. Attrito radente. Attrito statico e dinamico. Piano inclinato. Tensione dei fili. Fili con massa. Macchina di Atwood. Pendolo semplice. Pendolo conico. Forza elastica. Attrito viscoso.

Moti relativi.

Il caso generale: traslazione e rotazione. Accelerazione centripeta e accelerazione di Coriolis. Velocità ed accelerazione di trascinamento. Velocità ed accelerazione relativa. Sistemi di riferimento inerziali. Principio di relatività galileiana. Effetti della rotazione terrestre. Pendolo di Foucault.

Dinamica del punto materiale 2.

Momento della quantità di moto. Caso del moto circolare. Momento della forza. Polo fisso e polo mobile. Teorema dell'impulso del momento della forza. Forze centrali. Conservazione del momento della q.d.m. con forze centrali. Lavoro ed energia. Integrali curvilinei. Potenza. Energia cinetica. Lavoro di una forza costante. Forze conservative. Energia potenziale. Funzione gradiente. Esempi di energia potenziale. Principio di conservazione dell'energia meccanica. Moto rettilineo sotto forza conservativa. Moto sotto l'azione di forze centrali. Energia potenziale centrifuga ed effettiva. Grafici dell'energia potenziale. Forze non conservative.

Dinamica dei sistemi di punti materiali.

Centro di massa di un sistema di punti. Forze interne ed esterne. Velocità e accelerazione del c.m. 1ª equazione cardinale della meccanica. Moto del c.m. teorema del momento angolare. Coppia di forze. 2ª equazione cardinale della meccanica. Polo fisso e polo mobile. 2ª equazione cardinale della meccanica rispetto al c.m. principio della conservazione della q.d.m. di un sistema di punti. Proprietà del c.m.: caso della forza peso, cinematica nel sistema del c.m., c.m. di gruppi di particelle. Teorema di König per il momento angolare e per l'energia cinetica. Teorema dell'energia cinetica per un sistema di particelle. Conservazione dell'energia meccanica di un sistema di punti. Sistema di punti materiali soggetto a forze non conservative.

Sistemi a massa variabile.

Equazione del moto di un sistema a massa variabile.

Dinamica dei corpi rigidi.

Moto di un corpo rigido. Moto di pura traslazione. Moto di pura rotazione. Moto rototraslatorio. Sistemi materiali continui. Densità. Calcolo del c.m. per un sistema continuo: filo sottile omogeneo, anello circolare, semi anello, rettangolo piano, triangolo piano, cerchio, semicerchio, parallelepipedo, cilindro, semisfera. Moto di un corpo rigido rispetto ad un asse fisso. Momento di inerzia. Asse di simmetria. Rotazione attorno ad un asse non di simmetria. Energia cinetica e lavoro nel moto di un corpo rigido. Moto di un corpo rigido libero. Momento di inerzia di un corpo rigido continuo. Calcolo del momento di inerzia di corpi di forma regolare. Raggio di inerzia. Teorema di Huygens – Steiner. Teorema di Konig per un corpo rigido. Conservazione del momento della q.d.m. in sistemi deformabili. Rotolamento puro. Giroscopio. Trottola. Pendolo di torsione. Pendolo composto. Lunghezza ridotta. Cilindri coniugati e pendolo di Kater.

Sistemi di forze e Statica.

Sistemi equivalenti. Forze complanari. Forze parallele. Centro di un sistema di forze. Riduzione di un sistema di forze. Statica. Equilibrio stabile, instabile, indifferente. Equilibrio ed energia potenziale. Equilibrio di un corpo rigido vincolato.

Urti.

Forze impulsive e definizione di urto. Urti elastici, anelastici, completamente anelastici. Urti unidimensionali. Casi particolari. Urti bidimensionali. Parametro d'urto. Urto elastico bidimensionale tra sfere uguali. Urto elastico tridimensionale. Urto completamente anelastico. Energia dissipata nell'urto. Pendolo balistico. Urto obliquo elastico. Urti nel c.m. Energia trasferita nell'urto. Urto tra punto materiale e corpo rigido e tra corpi rigidi. Urto tra corpo libero e corpo vincolato. Centro di percussione. Relazione tra centro di percussione e cilindri coniugati.

Gravitazione Universale.

Leggi di Keplero. Relazione tra 2^a legge e momento angolare. Derivazione della forza gravitazionale dall'orbita ellittica. Derivazione della traiettoria dalla legge di Gravitazione Universale. Energia potenziale gravitazionale. Orbite chiuse e aperte. Determinazione dell'orbita di un satellite artificiale. Massa inerziale e massa gravitazionale. Velocità di fuga.

*MOD. B***Oscillazioni.**

Moto armonico semplice. Soluzione dell'equazione differenziale. Energia dell'oscillatore armonico. Composizione di moti armonici sullo stesso asse: stessa frequenza; frequenza diversa. Composizione di moti armonici su assi ortogonali: stessa frequenza e varie fasi; frequenze diverse. Oscillazione a due corpi. Massa ridotta. Moto armonico smorzato: smorzamento forte, critico, debole. Soluzione dell'equazione differenziale. Oscillatore armonico forzato. Risonanza. Potenza media fornita dalla forza esterna. Analisi di Fourier di moti periodici. Teorema di Fourier (enunciato).

Onde.

Moti ondulatori. Onde meccaniche nei mezzi elastici. Onde trasversali e longitudinali. Unidimensionali, bidimensionali e tridimensionali. Fronte d'onda. Raggio. Propagazione di un'onda. Onde sinusoidali. Numero d'onda e frequenza angolare. Fase. Equazione differenziale dell'onda (corda vibrante). Potenza e intensità di un'onda. Velocità di fase e di gruppo. Mezzi dispersivi. Principio di sovrapposizione. Interferenza. Interferenza costruttiva e distruttiva. Modulazione di ampiezza. Onde stazionarie.

Fluidi.

Solidi, liquidi, gas. Pressione. Densità. Statica dei fluidi. Legge di Stevino. Principio di Pascal. Torchio idraulico. Principio dei vasi comunicanti. Principio di Archimede. Il galleggiante. Misure di pressione. Manometro a tubo aperto. Fenomeni di superficie. Tensione superficiale. Coesione, adesione, capillarità. Dinamica dei fluidi. Punti di vista di Lagrange e di Eulero. Caratteristiche del moto dei fluidi. Linee di flusso ed equazione di continuità. Tubo di flusso. Equazione di Bernoulli. Applicazioni. Teorema di Torricelli. Tubo di Venturi. Tubo di Pitot. Paradosso idraulico. Ala d'aereo. Portanza. Effetto Magnus. Spinta del razzo. Attrito nei fluidi. Attrito su un corpo in movimento in un fluido. Legge di Stokes. Attrito all'interno di un fluido. Formula di Newton. Formula di Poiseuille. Cenni sulle onde sonore. Effetto Doppler acustico.

Termodinamica 1.

Punti di vista macroscopico e microscopico. Coordinate macroscopiche. Pareti adiabatiche e diatermiche. Equilibrio termico. Principio zero della termodinamica. Temperatura. Definizione operativa. Misura. Punto triplo dell'acqua. Termometro a gas a volume costante. Scala Kelvin e Celsius. Tipi di termometri. Sistema termodinamico. Equilibrio meccanico, termico, chimico, termodinamico. Equazione di stato. Sistemi pVT. Trasformazioni quasi-statiche. Lavoro termodinamico in un sistema pVT. Diagrammi pV. Lavoro adiabatico. Energia interna. Calore. 1° principio della termodinamica. Forma differenziale del 1° principio. Differenziali esatti e non esatti. Capacità termica e calore specifico. C_V e C_P . Calore specifico dell'acqua. Caloria. Serbatoio o sorgente di calore. Cambiamenti di stato. Calori latenti. Diagramma pV per una sostanza pura. Punto critico e punto triplo. Isoterma critica. Diagramma pT per una sostanza pura. Umidità assoluta, tensione di vapore e umidità relativa. Gas ideali. Punto di vista macroscopico. Equazione di stato dei gas ideali. Trasformazioni termodinamiche di un gas ideale. Esperienza di Joule. Energia interna di un gas ideale. Relazione di Mayer. Trasformazione isoterma, adiabatica, isocora ed isobara di un gas ideale. Equazioni di Poisson. Entalpia.

Teoria cinetica.

Modello microscopico di un gas ideale. Calcolo cinetico della pressione. Interpretazione cinetica della temperatura. Energia interna di un gas ideale. Calori specifici dei gas. gradi di libertà. Principio di equipartizione dell'energia. Limiti del modello cinetico classico. Capacità termica dei solidi. Temperatura di Debye. Equazione di stato dei gas reali (Van der Waals). Cammino libero medio delle molecole di un gas. Distribuzione di Maxwell delle velocità. Metodo sperimentale di misura.

Trasmissione del calore.

Conduzione. Legge di Fourier. Convezione. Formula di Newton. Irraggiamento. Legge di Stefan.

Termodinamica II.

Trasformazione del lavoro in calore e viceversa. Macchine termiche. Rendimento. Motori a combustione esterna: Macchina di Stirling. Motori a combustione interna: motore a scoppio (ciclo Otto), Motore Diesel. 2° principio della termodinamica. Enunciato di Kelvin-Planck. Ciclo frigorifero. Coefficiente di prestazione. Enunciato di Clausius. Equivalenza dei due enunciati. Reversibilità e irreversibilità. Irreversibilità meccanica esterna e interna. Irreversibilità termica interna ed esterna. Irreversibilità chimica. Irreversibilità dei processi naturali. Definizione di trasformazione reversibile. Il ciclo di Carnot. Ciclo di Carnot per un gas ideale. Rendimento. Teorema di Carnot e corollario. Temperatura termodinamica assoluta. Teorema di Clausius. Entropia. Calcolo della variazione di entropia per un gas ideale. Diagramma TS. Entropia e reversibilità. Variazione di entropia di un serbatoio di calore. Entropia e irreversibilità. Principio dell'aumento dell'entropia. Esempi di calcolo della variazione di entropia: scambio di calore tra due sorgenti, tra un corpo e una sorgente, tra due corpi. Variazione di entropia nei cambiamenti di stato. Espansione libera. Miscelazione di due gas.

Entropia ed energia utilizzabile: passaggio di calore da una sorgente calda ad una fredda, macchina irreversibile operante tra due sorgenti. Entropia e 2° principio. Entropia e freccia del tempo. Entropia, probabilità, disordine, informazione. Microstati e macrostati. Determinazione della relazione tra entropia e probabilità. Conclusioni.

Testi consigliati:

1) Dispense del professore.

Meccanica:

Alonso Finn

Mazzoldi, Nigro, Voci

Termodinamica:

Zemansky

Mazzoldi, Nigro, Voci