

Testo consigliato: Serway, R. A. and Jewett, J. W.: FISICA per scienze ed ingegneria, Vol. I Edises (anche edizioni precedenti con autore solo Serway, R. A.) — Per la parte di Esercitazioni si consiglia l'eventuale consultazione di un testo di statistica (es. Statistica della collana Schaum - ETAS libri di Spiegel, M. R.) — Inoltre sono state fornite fotocopie di appunti.

1 Introduzione al corso

Il metodo sperimentale. Grandezze fisiche scalari e vettoriali. Radianti e steradiani. Rappresentazioni di un vettore. Somma e sottrazione di vettori. Prodotto scalare e vettoriale.

2 Meccanica

2.1 Cinematica del punto materiale

Traiettoria. Direzione del moto. Legge oraria. **Moto in una dimensione:** Velocità media e velocità istantanea, accelerazione media ed istantanea. Moto rettilineo uniforme e moto uniformemente accelerato. Accelerazione di gravità e caduta dei gravi. Moto oscillatorio armonico. Integrazione dell'equazione oraria. **Moto nello spazio:** Vettori spostamento, velocità e accelerazione. Moto rettilineo uniforme e moto uniformemente accelerato. Composizione di moti. Moto circolare: velocità angolare ed accelerazione centripeta (dim.). Generazione di un moto oscillatorio armonico dalla proiezione del moto circolare (dim.). Accelerazione tangenziale e radiale in un moto curvilineo qualsiasi. Sistemi di riferimento e moto relativo.

2.2 Dinamica del punto materiale.

Le leggi del moto: Concetto di forza e sua misura. Concetto di massa e sua misura. La risultante delle forze. Il I principio e la definizione di sistema inerziale. Il II principio e la legge della indipendenza delle azioni simultanee. Forze fittizie. Il III principio. **Esempi di forze in natura e loro applicazioni:** Forza peso. Tensione della fune. Reazione vincolare di un piano. Forza di attrito statico e dinamico. Forza elastica. Applicazioni a piano inclinato e carrucola. Moto circolare: forza centrifuga e forza di Coriolis. La Terra come sistema non inerziale. Moto del pendolo semplice e suo periodo (dim.). La resistenza dei fluidi. **Teoremi derivati dai tre principi, lavoro ed energia:** Impulso di una forza. Quantità di moto. Teorema dell'impulso (dim.). Momento di un vettore. Momento della forza (momento meccanico) e momento della quantità di moto (momento angolare). Teorema del momento angolare (dim.). Lavoro meccanico. Energia cinetica. Teorema dell'energia cinetica (dim.). Concetto di potenza. Concetto di forza conservativa e definizione di energia potenziale. Energia potenziale gravitazionale in prossimità della superficie terrestre. Energia potenziale immagazzinata da una molla. Teorema della conservazione dell'energia meccanica. Applicazioni a piano inclinato, lancio di oggetti, molla.

2.3 Cinematica e dinamica di sistemi discreti di punti materiali

Concetto di sistema isolato e forze esterne. Quantità di moto del sistema. Teorema della conservazione della quantità di moto. Urti elastici ed urti anelastici. *Applicazione degli urti: rallentamento dei neutroni durante fissione nucleare.* Centro di massa e teoremi del baricentro. Equazioni cardinali della dinamica dei sistemi materiali. Sistemi a massa variabile: propulsione di un razzo (eq. di Mejerksy). *Decadimento α .*

2.4 Cinematica e dinamica rotazionale di corpi rigidi

Centro di massa nel caso di un corpo esteso. Rotazione di un corpo rigido attorno ad un asse fisso: velocità angolare, accelerazione angolare, momento d'inerzia, energia cinetica di rotazione, momento di una forza e momento angolare, conservazione del momento angolare, confronto delle equazioni utili nel moto rotatorio e in quello rettilineo. *Momento di inerzia di una molecola di ossigeno.* Moto di rotolamento (puro rotolamento contrapposto alla pura traslazione). Teorema della conservazione del momento angolare e sue applicazioni. Moto di precessione (es. trottola).

3 Legge di gravitazione universale

La legge di gravitazione di Newton. Peso e forza gravitazionale. Variazioni dell'accelerazione di gravità. Le leggi di Keplero: legge delle orbite, legge delle aree, legge del quadrato dei periodi (dim. della terza). Il campo gravitazionale come campo di forze e sua rappresentazione. Energia potenziale gravitazionale. Velocità di fuga.

4 Meccanica dei fluidi

Stati della materia. Densità. Peso specifico. Pressione. Idrostatica: legge di Pascal., legge di Stevino (dim.), principio di Archimede (dim.). Idrodinamica: fluido ideale e sue proprietà, moto stazionario, portata, equazione di continuità, teorema di Bernoulli (dim.) e applicazioni (es., teorema di Torricelli). La pressione atmosferica.

5 Termodinamica

5.1 Termologia e Calorimetria

Concetto intuitivo di temperatura. Equilibrio termico e principio zero della termodinamica. Termometri (a mercurio e a gas). Scala di temperatura Celsius. Dilatazione termica dei solidi. Relazione tra coefficiente di

dilatazione lineare e quello di dilatazione cubica (dim.). Concetto di calore. Calore specifico e capacità termica. Definizione di caloria e Caloria (kcaloria). Calorimetro e determinazione del calore specifico di una sostanza. Calore latente di un passaggio di stato. Conseguenze ambientali dell'alto valore del calore latente di fusione dell'acqua. Propagazione del calore: conduzione, convezione, irraggiamento.

5.2 Gas perfetto e gas reali

Legge di Boyle-Mariotte e leggi di Gay-Lussac. Gas perfetto come limite dei gas reali. Trasformazioni termodinamiche: isocora, isobara ed isoterma, e loro rappresentazione nel piano di Clapeyron. Concetto di trasformazione reversibile ed irreversibile, di variabile termodinamica e di funzione di stato per un sistema termodinamico. Temperatura assoluta e scala Kelvin. *Principio di Avogadro e concetto di mole*. Le tre leggi dei gas non sono indipendenti (dim.). Equazione di stato del gas perfetto. Calore molare. Lavoro prodotto da un gas. La costante R e la sua interpretazione fisica. Legge di Mayer. *Equazione di stato di van der Waals come approssimazione ai gas reali*.

5.3 I principio della termodinamica.

Lavoro e calore nelle trasformazioni termodinamiche di un sistema. Esperienza del mulinello di Joule. Equivalente meccanico della caloria. Formulazione del I principio della termodinamica. I principio e conservazione dell'energia. Energia interna come funzione di stato. *Legge della termochimica di Hess*.

5.4 Energia interna e trasformazioni del gas perfetto.

Esperienza di Joule (espansione senza lavoro esterno) ed energia interna di un gas perfetto. Trasformazione adiabatica: sue leggi e rappresentazione grafica. Calcolo del lavoro e calore per le varie trasformazioni termodinamiche (isocora, isobara, isoterma, adiabatica).

5.5 Macchine termiche, entropia e II principio della termodinamica

Definizione di macchina termica e del suo rendimento. Formulazione del II principio della termodinamica (enunciato di Lord Kelvin e di Clausius). Macchina di Carnot e calcolo del suo rendimento (dim.). Teorema di Carnot e suo corollario. II principio della termodinamica ed entropia. Entropia come funzione di stato (dim.). Variazione di entropia nelle trasformazioni adiabatiche. Principio dell'aumento dell'entropia dell'Universo. Degradazione dell'energia e inquinamento termico (calore di morte). Entropia, disordine e probabilità. III principio della termodinamica (cenni).

5.6 Teoria cinetica dei gas.

Interpretazione molecolare per la pressione e temperatura di un gas perfetto (dim.). Costante di Boltzmann. Gradi di libertà e teorema dell'equipartizione dell'energia. Energia interna del gas perfetto. Calori molari (C_v e C_p) del gas perfetto ed R (dim.). Calori molari per gas reali (monoatomici, biatomici, poliatomici) in relazione all'equipartizione di energia. Variazione del calore molare di un gas reale con la temperatura. *Capacità termiche dei solidi: legge di Dulong-Petit*. Distribuzione delle velocità molecolari: la distribuzione di Maxwell.

6 ESERCITAZIONI

6.1 Grandezze fisiche e misura

Grandezze fisiche. Analisi dimensionale. Concetto di misura. Unità di misura. Sistemi di misura e unità fondamentali (S.I. e c.g.s.). Conversioni di unità. Notazione scientifica. Ordini di grandezza. Cifre significative. Teoria della misura: misure dirette ed indirette, strumenti tarati e loro proprietà, errori sistematici ed accidentali. Misure non ripetute: errore assoluto, relativo, e percentuale, legge di propagazione dell'errore (dim. nel caso axb). Misure ripetute: legge di propagazione dell'errore. Distribuzione gaussiana degli errori accidentali, media e scarto quadratico medio (dispersione).

6.2 Introduzione all'analisi statistica dei dati

Dati e loro rappresentazione (tabelle e grafici). Distribuzione delle frequenze e proprietà. Indici di posizione: media aritmetica, mediana, moda, media pesata, decili e percentili). Misure di dispersione: scarto quadratico medio e varianza. Asimmetria e curtosi. Cenni di teoria delle probabilità. Distribuzione normale (detta di Gauss) e normale standardizzata. Uso della tabella "Aree sotto la curva normale". Cenni su distribuzione binomiale e di Poisson.

6.3 Elementi di analisi statistica dei dati

Risultati principali di teoria dei campioni + teoria della stima per grandi campioni: stima della media di una popolazione ed errore associato (errore standard), stima della differenza delle medie ed errore associato. Decisioni statistiche basate sull'uso della curva normale standardizzata (livelli di confidenza). Cenni al trattamento di piccoli campioni. Relazioni tra variabili: la retta di regressione con il metodo dei minimi quadrati (dim.).

6.4 Esperienze in laboratorio di fisica

Uso del calibro ventesimale e Palmer. Oscillazioni del pendolo e misurazione dell'accelerazione di gravità: analisi statistica dei dati e discussione dei risultati.