

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.) — Altri appunti forniti su MOODLE o con fotocopie. Gli argomenti con **dim.** presentati con una dimostrazione importante.

## 1 Grandezze fisiche e misura

Il metodo sperimentale. 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. Operazioni fra misure. Radianti e steradiani.

## 2 Vettori

Grandezze fisiche scalari e vettoriali. Rappresentazioni di un vettore. Somma e sottrazione di vettori. Componenti di un vettore e concetto di versore. Prodotto scalare e vettoriale.

## 3 Meccanica

### 3.1 Cinematica del punto materiale

**Moto in una dimensione:** Posizione e velocità. Velocità istantanea. Moto rettilineo uniforme. Accelerazione. Moto uniformemente accelerato. Diagrammi di moto. Accelerazione di gravità e corpi in caduta libera. Il calcolo differenziale applicato alla cinematica. **Moti due dimensioni:** Vettori spostamento, velocità e accelerazione. Moto rettilineo uniforme e moto uniformemente accelerato. Moto dei proiettili. Moto circolare uniforme: velocità angolare ed accelerazione centripeta (dim.). Accelerazione tangenziale e radiale in un moto curvilineo qualsiasi. Velocità relativa ed accelerazione relativa.

### 3.2 Dinamica del punto materiale.

**Le leggi del moto:** Concetto di forza. La prima legge di Newton ed i sistemi inerziali. La massa. La seconda legge di Newton. La forza gravitazionale e il peso. La terza legge di Newton. Alcune applicazioni delle leggi di Newton. Forze di attrito. **Il moto circolare ed altre applicazioni delle leggi di Newton:** La seconda legge di Newton per un punto materiale in moto circolare uniforme. Moto circolare non uniforme. Moto in sistemi di riferimento accelerati. Moto in presenza di forze frenanti. **Energia di un sistema e conservazione dell'energia:** Sistemi ed ambiente esterno. Lavoro compiuto da una forza costante. Lavoro compiuto da una forza variabile. Energia cinetica e teorema dell'energia cinetica (dim.). Energia potenziale di un sistema. Forze conservative e non conservative. Relazione tra forze conservative ed energia potenziale. Diagrammi energetici ed equilibrio di un sistema. Potenza. Conservazione dell'energia. Forze non conservative ed energia dissipata. Varie applicazioni a piano inclinato, lancio di oggetti, molla. **Impulso di una forza e quantità di moto** Impulso di una forza. Quantità di moto. Teorema dell'impulso (dim).

### 3.3 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. Centro di massa. L'equazione cardinale della dinamica dei sistemi materiali. Sistemi a massa variabile: propulsione di un razzo (eq. di Mejerksy, dim.). Es.: Decadimento  $\alpha$ .

### 3.4 Cinematica e dinamica rotazionale di corpi rigidi

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. Teorema del momento angolare (dim.). L'equazione cardinale della dinamica dei sistemi materiali. Confronto delle equazioni utili nel moto rotatorio e in quello traslatorio. Es.: Momento di inerzia di una molecola di ossigeno. Moto di rotolamento. Conservazione del momento angolare e sue applicazioni. Moto di precessione (es. trottola).

## 4 Moto oscillatorio

Moti periodici e moto armonico puro. Legge del moto del moto armonico. Caratteristiche: ampiezza, pulsazione, fase, periodo e frequenza. Es.: moto di un corpo attaccato ad una molla, pendolo semplice, proiezione di un moto circolare uniforme (dim.). Energia di un oscillatore armonico. Oscillazioni smorzate e forzate.

## 5 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 II e III). Il campo gravitazionale come campo di forze e sua rappresentazione. Energia potenziale gravitazionale. Orbite legate. Velocità di fuga.

## 6 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.

## 7 Termodinamica

### 7.1 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.

### 7.2 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.

### 7.3 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.

### 7.4 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 (dim.) e rappresentazione grafica. Calcolo del lavoro e calore per le varie trasformazioni termodinamiche (isocora, isobara, isoterma, adiabatica).

### 7.5 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.

### 7.6 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.  $C_p - C_v = R$ ). Calori molari per gas reali (monoatomici, biatomici) 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 (cenni). Eq. di Van der Waals.

## 8 Trattamento dei dati

### 8.1 Misure, strumenti di misura, errori

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  $A \times B$ ). Misure ripetute: legge di propagazione dell'errore. Distribuzione gaussiana degli errori accidentali, media e scarto quadratico medio (dispersione).

### 8.2 Introduzione all'analisi statistica dei dati

Statistica descrittiva: frequenze, istogrammi, grafici, indici di posizione (media aritmetica, mediana, moda, media pesata, decili e percentili), misure di dispersione (scarto quadratico medio e varianza), asimmetria e curtosi. Teoria delle probabilità (cenni). Distribuzione normale (detta di Gauss) e normali standardizzata. Uso della tabella "Aree sotto la curva normale".