

**Termodinamica:** Sistemi termodinamici e loro trasformazioni. Sistema, ambiente ed universo termodinamico. Sistemi aperti, chiusi ed isolati. Coordinate (variabili) termodinamiche. Stato termodinamico di equilibrio. Equazione di stato. Cambiamenti di stato: trasformazioni termodinamiche. Trasformazioni quasi-statiche. Trasformazioni reversibili ed irreversibili. Sostanze diatermiche ed adiabatiche. Convenzione, ingegneristica, sui segni degli scambi di calore e lavoro. Il Principio zero della termodinamica. Temperatura misura empirica della temperatura. Termometri. Caratteristica termometrica. Dilatazione termica in solidi e liquidi. coefficiente di dilatazione termica lineare. Coefficiente di dilatazione volumetrica. Funzione termometrica. Taratura e graduazione dei termometri. Termometro a mercurio. Scale termometriche : la scala Celsius. Pressione nei fluidi . Unita' di misura della pressione. Problematiche legate alla misura univoca della temperatura. Termometro a gas a volume costante. Temperatura limite : zero assoluto. Punto triplo dell'acqua. Scala Kelvin delle temperature. Scala Fahrenheit. Leggi dei gas perfetti : legge di Boyle, legge di Charles o di Gay-Lussac isobara, legge di Gay-Lussac isocora, legge di Avogadro. Volume molare. Equazione di stato dei gas perfetti. Modulo di compressibilita' isoterma e coefficiente di dilatazione cubica. Trasformazioni termodinamiche e cambiamenti di stato. Lavoro adiabatico. Energia interna. Lavoro termodinamico. Scambi di energia tra sistema e ambiente. Il primo principio della termodinamica. Quantita' di calore e conservazione dell' energia in senso generalizzato. Misura del calore. Unita' di misura del calore. Equivalente meccanico della caloria. Macchine termiche e frigorifere. Capacita' termica. Differenziale esatto di una funzione di due variabili. Calori molari, specifici e latenti. Calore specifico molare dei metalli: legge di Dulong e Petit. Sorgenti (serbatoi) di calore. Lavoro termodinamico in trasformazioni termodinamiche reversibili di un gas perfetto. Rappresentazione nel piano di Clapeyron. Energia interna dei gas reali rarefatti: esperienza di Joule. Energia interna del gas perfetto: dipendenza dell'energia interna dalla sola temperatura . Determinazione delle variazioni di energia interna in trasformazioni reversibili. Calori specifici molari per i gas mono e biatomici. Relazione di Mayer. Trasformazioni adiabatiche, equazioni di Poisson. Trasformazioni politropiche. Reversibilita' e irreversibilita'. Delle trasformazioni termodinamiche reali. Il secondo principio della termodinamica. Enunciato Kelvin-Planck e di Clausius. Macchine termiche cicliche con scambi di calore tra due sorgenti di calore. Rendimento di un ciclo termico. Teorema di Carnot. Ciclo di Carnot . Scala termodinamica assoluta delle temperature. Cenni ai cicli frigoriferi. Teorema di Clausius. Disuguaglianza di Clausius e funzione di stato entropia. Determinazione della variazione di entropia in varie trasformazioni: scambio di calore tra due sorgenti di calore, scambio di calore tra un corpo ed una sorgente di calore, transizioni di fase. Trasformazioni isoentropiche. Variazione di entropia dei gas perfetti. Diagrammi T-S. Legge di accrescimento dell' entropia. Formulazione matematica del secondo principio della termodinamica. Entropia e freccia del tempo . Entropia ed energia inutilizzabile. Cenni alla teoria cinetica dei gas. Entropia e probabilita' termodinamica. Legge di Boltzmann. Entropia e disordine. Entropia e informazione. Terzo principio della termodinamica. Cenni ai potenziali termodinamici. Entalpia. Legge di Hess. Potenziale di Gibbs. Potenziale di Helmholtz. Proprieta' generali dei sistemi pVT. Relazioni di Maxwell. Quadrato di Born. Dipendenza dell'energia interna da volume e temperatura in un generico sistema pVT. Sistemi pVT aperti. Potenziale chimico. Cenni ai gas reali. Potenziale di Lennard Jones. Equazioni di stato dei gas reali. Equazione di Van der Waals. Sviluppo del viriale. Transizioni di fase. Diagramma delle fasi. Pressione di vapore. Umidita' relativa . Cenni alle transizioni di fase di seconda specie. Trasmissione del calore: conduzione del calore: legge di Fourier. Cenni alla trasmissione del calore per convezione. Irraggiamento del calore. Legge di Stefan-Boltzmann. Equazione di Clapeyron.

**Elettromagnetismo:** Elettrostatica – Legge di Coulomb, campo e potenziale elettrico di una carica puntiforme. Distribuzioni lineari, superficiali e volumetriche di cariche elettriche, Campo elettrico generato da un filo rettilineo caricato con densita' lineare di carica uniforme. Campo elettrico generato da un disco caricato con densita' superficiale di carica uniforme. Campo elettrico generato da un una lamina piana indefinita caricata con densita' superficiale di carica uniforme. Campo

elettrico della doppia lamina. Forza agente su cariche elettriche in presenza di campi elettrici. Energia elettrostatica. Potenziale e campo di un dipolo elettrico a grande distanza dal dipolo. Momento torcente ed energia potenziale elettrica di un dipolo in un campo elettrico esterno. Teorema di Gauss per il campo elettrico e sue applicazioni. Derivazione del campo elettrico tramite l'utilizzo del teorema di Gauss: campo prodotto da un filo rettilineo indefinito, da una lamina piana indefinita, da una sfera piena caricata con densità volumetrica di carica uniforme e di un guscio sferico caricato con densità superficiale uniforme. Divergenza e rotore del campo elettrostatico. Teorema della divergenza e teorema di Stokes. Equazione di Poisson e di Laplace, Conduttori e dielettrici. Conduttori all'equilibrio elettrostatico. Capacità elettrica, Condensatori. Dielettrici, Corrente elettrica. Campo elettromotore. F.e.m, Resistenza elettrica. Legge di Ohm. Legge di Joule. Circuiti in corrente continua. Reti elettriche. Leggi di Kirchhoff. Transienti di carica e scarica di un condensatore. Magnetismo: forze magnetiche e loro proprietà. Legge di Gauss per il campo magnetico. Legge di Biot Savart. Prima equazione di Laplace, o "equazione di Biot Savart generalizzata". Applicazioni della prima formula di Laplace: determinazione del campo magnetico prodotto da una spira percorsa da corrente continua per punti sull'asse della spira. Campo magnetico del solenoide. Determinazione del campo magnetico prodotto da una lamina piana indefinita percorsa da corrente continua. Campo magnetico prodotto da una carica in moto rettilineo uniforme per velocità inferiori alla velocità della luce. Legge di conservazione della carica elettrica: equazione di continuità. Momento di dipolo magnetico. Forza di Lorentz. Forza esercitata da un campo magnetico su di un circuito percorso da corrente continua: seconda formula di Laplace. Forze tra correnti. Definizione di Ampere nel Sistema Internazionale. Forze tra cariche in moto rettilineo. Legge di Ampère. Legge di Faraday-Lenz. Mutua induzione e autoinduzione. Induttanza di un circuito. Densità di energia del campo magnetico. Cenni al magnetismo nella materia. Elettromagnetismo: Corrente di spostamento. Legge di Ampère - Maxwell - Equazioni di Maxwell. Equazioni di Maxwell nel vuoto. Onde elettromagnetiche.

**Onde ed oscillazioni** : introduzione ai fenomeni ondulatori. Definizione di perturbazione e di onda. Definizione di velocità di fase, numero d'onda, pulsazione, fase iniziale, fase dell'onda e fronte d'onda. Equazione delle onde di D'Alambert. Intensità delle onde. Definizione di decibel. Onde longitudinali. Onde acustiche. Velocità di propagazione del suono. Onde trasversali. Polarizzazione delle onde trasversali. Onda trasversale su corda tesa. Velocità di propagazione di un'onda su corda tesa. Riflessione e rifrazione: coefficienti di riflessione e di trasmissione. Impedenza di un mezzo materiale. Onde piane, onde cilindriche e onde sferiche. Onde armoniche. Cenni al teorema di Fourier. Sovrapposizione di onde. Battimenti, velocità di fase e di gruppo. Onde stazionarie. Onde stazionarie su corda tesa: condizioni di quantizzazione delle frequenze. Onde piane armoniche tridimensionali. Brevi cenni ai fenomeni di interferenza, di diffrazione ed alle onde evanescenti. Onde elettromagnetiche: proprietà delle onde elettromagnetiche nel vuoto. Aspetti energetici del campo elettromagnetico: teorema dell'energia e vettore di Poynting. Pressione di radiazione. Cenni alle sorgenti di onde elettromagnetiche. Spettro delle onde elettromagnetiche. Brevi cenni alla riflessione e rifrazione della luce. Cenni al potenziale vettore.

### *Ulteriori informazioni*

**L'insegnamento presuppone l'acquisizione da parte dello studente degli elementi indispensabili di analisi matematica e di calcolo, quali i procedimenti di integrazione multipla.**