

Cinematica

Unità di misura: spostamento in metri m , tempo in secondi s , velocità in m/s e accelerazione in m/s^2 .

- **Moto rettilineo orizzontale:** Sia x_0 posizione iniziale, v_{0x} velocità iniziale lungo x , e a accelerazione lungo x

$$\begin{aligned}x &= x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}at^2 \\v_x &= v_{0x} + at \\v_x^2 &= v_{0x}^2 + 2a(x - x_0)\end{aligned}$$

- **Caduta gravi:** Sia y_0 posizione iniziale, v_{0y} velocità iniziale lungo y , e $g = 9.8 m/s^2$ l'accelerazione lungo y (y è positivo verso l'alto)

$$\begin{aligned}y &= y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \\v_y &= v_{0y} - gt \\v_y^2 &= v_{0y}^2 - 2g(y - y_0)\end{aligned}$$

- **Moto proiettile:** Sia (x_0, y_0) la posizione iniziale, v_{0x} velocità iniziale lungo x , v_{0y} velocità iniziale lungo y , v_0 modulo della velocità iniziale, $g = 9.8 m/s^2$ l'accelerazione lungo y (scelto positivo verso l'alto), θ l'inclinazione del lancio, x_{git} la gittata e y_{max} l'altezza massima.

$$\begin{cases} x = x_0 + v_{0x}t \\ v_x = v_{0x} \end{cases} \quad \begin{cases} y = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \\ v_y = v_{0y} - gt \\ v_y^2 = v_{0y}^2 - 2g(y - y_0) \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos \theta \\ v_{0y} = v_0 \sin \theta \end{cases} \quad \begin{cases} x_{git} = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g} \\ y_{max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} \end{cases}$$

Dinamica

Unità di misura: massa in chili kg , forza in Newton N

- **Legge di Newton:** relazione tra forza \mathbf{F} (intesa come somma vettoriale di tutte le forze applicate al corpo di massa m) e accelerazione \mathbf{a} .

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a} \quad \rightarrow \quad \begin{cases} F_x = ma_x \\ F_y = ma_y \end{cases}$$

- **Peso:** forza di attrazione gravitazionale diretta verso il basso, il modulo vale

$$P = mg \quad g = 9.8 m/s^2$$

- **Forza elastica:** Molla di costante elastica k in N/m , x spostamento dalla posizione di equilibrio (compressione o allungamento)

$$F = -kx$$

- **Forza di attrito:** dovuto alla superficie di contatto tra due corpi. F_N =forza normale (forza che un corpo esercita sull'altro perpendicolarmente alla superficie di contatto). La forza di attrito è in direzione opposta al moto. Abbiamo due casi

- **Forza di attrito statico** F_s : necessaria per tenere i corpi fermi. μ_s coefficiente di attrito statico.

$$F_s \leq \mu_s F_N$$

- **Forza di attrito dinamico** F_d : forza che un corpo esercita sull'altro quando sono in movimento

$$F_d = \mu_d F_N$$

Gravitazione

Legge di Newton della gravitazione. m_1 e m_2 sono due masse poste a distanza r , $G = 6.67 \times 10^{-11} Nm/kg^2$ è la costante di gravitazione universale.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Velocità di un satellite su orbita circolare attorno a corpo di massa M , r è la distanza dal centro del corpo.

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$$

Lavoro ed energia

Unità di misura: sia del lavoro che dell'energia è il Joule J .

- **Forza costante:** F modulo della forza, d modulo dello spostamento, θ angolo tra forza e spostamento, W lavoro.

$$W = Fd \cos \theta \quad \rightarrow \quad \begin{cases} W > 0 & 0 < \theta < 90^\circ, \quad 270^\circ < \theta < 360^\circ \\ W = 0 & \theta = 90^\circ, \theta = 270^\circ \quad F \text{ e } d \text{ perpendicolari} \\ W < 0 & 90^\circ < \theta < 270^\circ \end{cases}$$

- **Forza non costante:** W si calcola con integrale. È uguale all'area sottesa dalla curva $F = F(x)$.
- **Energia cinetica** K : energia di movimento, v velocità del corpo di massa m

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

- **Principio lavoro-energia:** Il lavoro totale compiuto su un oggetto è uguale alla variazione di energia cinetica

$$W_{tot} = \Delta K = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

- **Energia potenziale U :** energia associata a forze che dipendono da posizione

- **U gravitazionale:** y quota dell'oggetto di peso mg

$$U = mgy$$

- **U elastica:** molla di costante elastica k . x è lo spostamento dalla posizione di equilibrio (allungamento o compressione)

$$U = \frac{1}{2}kx^2$$

- **Conservazione energia meccanica E :** è la somma dell'energia cinetica e potenziale.

$$E = K + U$$

- **solo forze conservative:** E si conserva (1 stato iniziale, 2 stato finale)

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

- **anche forze non conservative:** W_{nc} =lavoro delle forze non conservative (attrito) (1 stato iniziale, 2 stato finale)

$$W_{nc} = K_2 + U_2 - K_1 - U_1$$

- **Oscillatore armonico:** k costante elastica molla, A spostamento massimo, E energia meccanica totale, v velocità nel punto x

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

Quantità di moto

- **Definizione:** è un vettore definito in funzione della massa e velocità del corpo. Unità di misura: $kg \cdot m/s$

$$\mathbf{p} = m\mathbf{v} \quad \rightarrow \quad \begin{cases} p_x = mv_x \\ p_y = mv_y \end{cases}$$

- **Conservazione della quantità di moto:** la quantità di moto di un sistema isolato si conserva (i stato iniziale, f stato finale)

$$\mathbf{p}_i = \mathbf{p}_f$$

- **urto elastico:** energia cinetica e quantità di moto si conservano
- **urto anelastico:** solo la quantità di moto si conserva

Teoria cinetica

I gas vengono caratterizzati da pressione P misurata in pascal Pa , volume V misurato in m^3 , densità ρ misurata in kg/m^3 e temperatura T misurata in Kelvin $^{\circ}K$.

Trasformazioni:

$$1 atm = 1.013 \times 10^5 Pa \quad 1l = 10^{-3} m^3 \quad T(^{\circ}K) = t(^{\circ}C) + 273.15^{\circ}$$

- **Densità ρ :** m massa oggetto, V volume

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- **Pressione P :** F modulo forza applicata su superficie A .

$$P = \frac{F}{A}$$

Nel caso di un fluido di densità ρ , la pressione ad una profondità h è uguale a ($g = 9.8 m/s^2$) (P_0 è la pressione atmosferica)

$$P = P_0 + \rho gh$$

- **Numero di moli:** n m massa gas, P_m peso molecolare, N numero di molecole, $N_A = 6.023 \times 10^{23}$ numero di Avogadro

$$n = \frac{m}{P_m} \quad \text{oppure} \quad n = \frac{N}{N_A}$$

- **Legge dei gas ideali:** P pressione, V volume, T temperatura in gradi Kelvin, $R = 8.314 \frac{J}{^{\circ}K \text{ moli}}$ costante universale dei gas, n numero moli di gas.

$$PV = nRT$$

- **Energia interna ga ideale monoatomico:** n numero di moli, R costante universale dei gas, k costante di Boltzmann, N numero totale di mlecole

$$U = \frac{3}{2}nRT \quad \text{oppure} \quad U = \frac{3}{2}NkT$$

- **Energia cinetica K e temperatura T:** \bar{v} velocità molecolare media, $k = 1.38 \times 10^{-23} \frac{J}{^{\circ}K}$ costante di Boltzmann

$$K = \frac{1}{2}m\bar{v}^2 = \frac{3}{2}kT \quad k = \frac{R}{N_A}$$

- **Velocità quadratica media v_{rms} :** T temperatura, k costante di Boltzmann

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

Calore

Trasferimento di energia dovuto a differenza di temperatura. Calore è misurato in Joule J . Il calore specifico in $\frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ e il calore latente in J/kg

- **Caloria:** equivalente meccanico del calore

$$1 \text{ kcal} = 4186 \text{ J}$$

- **Calore specifico c :** Q calore necessario per far variare la temperatura di un corpo di massa m , t temperatura in $^\circ C$ (1 iniziale, 2 finale).

$$Q = mc\Delta t = mc(t_2 - t_1) = mc(T_2 - T_1)$$

- **Calore latente L :** Q calore ceduto o assorbito da corpo di massa m durante una trasformazione di fase.

$$Q = mL$$

Termodinamica

Energia viene trasferita sotto forma di calore e/o lavoro. Il sistema è l'oggetto (di solito gas) che si studia. Il calore è positivo se viene assorbito dal sistema. Il lavoro è positivo se viene compiuto dal sistema. Energia interna è la somma dell'energie di ogni molecola del sistema

- **Primo principio della termodinamica:** conservazione dell'energia. Q calore totale assorbito dal sistema, W lavoro totale compiuto dal sistema, U energia interna.

$$\Delta U = Q - W$$

- **Trasformazione isobara:** pressione P è costante. V_i volume gas iniziale, V_f volume gas finale

$$W = p(V_f - V_i)$$

- **Trasformazione isoterma:** Temperatura T è costante. V_i volume gas iniziale, V_f volume gas finale, n numero di moli, R costante universale dei gas.

$$W = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$$

- **Trasformazione isocora:** Volume V è costante.

$$W = 0 \quad \rightarrow \quad \Delta U = Q$$

- **Macchina termica:** (vedi fig.15-9 del testo) Q_H calore immesso ad alta temperatura T_H , Q_L calore scaricato a bassa temperatura T_L , W lavoro prodotto, e rendimento della macchina

$$W = Q_H - Q_L \quad e = \frac{W}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$$

Rendimento di una macchina termica ideale (o di Carnot)

$$e_{ideale} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

Campo elettrico

Unità di misura della carica è il Coulomb C .

- **Legge di Coulomb:** q_1 e q_2 cariche poste a distanza r , $k = 8.988 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}/\text{C}^2$ costante, $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N}\cdot\text{m}^2}$

$$F_{el} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

- **Campo elettrico E_{el} :** F_{el} forza elettrica esercitata su carica q

$$\mathbf{E}_{el} = \frac{\mathbf{F}_{el}}{q}$$

– Singola carica puntiforme Q :

$$E_{el} = k \frac{Q}{r^2}$$

– Condensatore a piatti paralleli: σ densità di carica superficiale

$$E_{el} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

- **Potenziale elettrico V_{el} :** unità di misura è il Volt $V = J/C$. Rappresenta l'energia potenziale elettrica U_{el} per unità di carica.

$$V_{el} = \frac{U_{el}}{q}$$

– Singola carica puntiforme Q :

$$V_{el} = k \frac{Q}{r}$$

– Condensatore a piatti paralleli: d distanza tra i piatti, E campo elettrico

$$\Delta V = Ed$$

La differenza di potenziale o tensione ΔV tra il punto finale b e quello iniziale a è il lavoro W_{ab} compiuto dalla forza elettrica per muovere la carica dal punto iniziale a ad quello finale b , che è uguale, a sua volta, alla variazione di energia potenziale cambiata di segno. Quindi

$$\Delta V = V_b - V_a = \frac{\Delta U}{q} = -\frac{W_{ab}}{q}$$

- **Capacità:** Q carica, V tensione. Unità di misura è il Farad $F = C/V$.

$$Q = CV$$

Nel caso di condensatore a piatti paralleli $C = \varepsilon_0 \frac{A}{d}$, dove A è l'area del piatto, d la distanza tra i due piatti.

- **Energia condensatore:** capacità C , tensione V , carica Q .

$$U = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$$

- **Energia campo elettrico:** E campo elettrico, u densità di energia=energia per unità di volume

$$u = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$$

- **Corrente elettrica I:** carica che fluisce nell'unità di tempo. Unità di misura è l'ampere $A = C/s$.

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

- **Legge di Ohm:** I corrente, V tensione R resistenza misurata in Ohm Ω .

$$V = IR$$

- **Potenza elettrica P:** I corrente, V tensione, R resistenza. Unità di misura è il Watt $W = J/s$

$$P = IV = I^2R = \frac{V^2}{R}$$

- **Resistenze in serie:** La corrente che circola 'e uguale per tutte le resistenze, le tensioni si sommano

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots = IR_1 + IR_2 + \dots = IR_{eq} \quad R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

- **Resistenze in parallelo:** La tensione è la stessa ai capi di ciascuna resistenza, le correnti si sommano

$$V = IR_{eq} \quad I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \dots \quad \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

Campo magnetico

Unità di misura del campo magnetico è il Tesla $T = \frac{N}{A \cdot m}$.

- **Forza magnetica su un filo:** filo di lunghezza l , I corrente, B modulo campo magnetico, θ angolo tra campo magnetico e corrente

$$F_{mag} = IlB \sin \theta$$

- **Forza su carica in moto:** carica q in moto con velocità v in campo magnetico B , θ angolo tra campo magnetico e velocità

$$F_{mag} = qvB \sin \theta$$

- **Campo magnetico prodotto da filo:** I corrente che circola, r distanza dall'asse del filo.

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot m/A$$

- **Forza tra due fili:** I_1, I_2 correnti lungo i due fili, L distanza tra i due fili

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi L}$$

F è in realtà la forza per unità di lunghezza.

- **Energia di campo magnetico:** B campo magnetico, u è la densità di energia=energia per unità di volume,

$$u = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0}$$

Onde

- **Onde elettromagnetiche:** $c = 3 \times 10^8 m/s$ velocità della luce, f frequenza dell'onda, λ lunghezza d'onda, B campo elettromagnetico, E campo elettrico, u densità di energia dell'onda.

$$\left\{ \begin{array}{l} f\lambda = c \\ c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \\ E = cB \\ u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 + \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0} = \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} EB \end{array} \right.$$

- **Riflessione:**angolo di incidenza=angolo di riflessione
- **Indice di rifrazione:** c velocità della luce nel vuoto, v velocità in un materiale

$$n = \frac{c}{v}$$

- **Rifrazione:**Legge di Snell, θ_1 angolo di incidenza nel materiale di indice di rifrazione n_1 , θ_2 angolo di rifrazione nel materiale di indice di rifrazione n_2

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

- **Riflessione interna totale:** θ_C angolo limite,

$$\sin \theta_C = \frac{n_2}{n_1}$$

- **Interferenza:** λ lunghezza d'onda, d distanza tra le due fenditure, θ angolo per cui si ha interferenza, m intero.

$$\begin{cases} d \sin \theta = m\lambda & \text{interferenza costruttiva} & (\text{max.}) \\ d \sin \theta = \left(m + \frac{1}{2}\right) \lambda & \text{interferenza distruttiva} & (\text{min.}) \end{cases}$$

- **Diffrazione:** λ lunghezza d'onda, D larghezza fenditura, θ angolo per cui si ha un minimo di diffrazione

$$D \sin \theta = \lambda \quad (\text{min.})$$