
Formulario di Fisica Generale I

- moto uniformemente accelerato

$$\mathbf{v}(t) = \mathbf{a}t + \mathbf{v}(0) \quad \mathbf{r}(t) = \mathbf{r}_0 + \mathbf{v}_0t + \frac{1}{2}\mathbf{a}t^2 \quad \Delta s = \frac{v_0 + v(t)}{2}t \quad \Delta s = \frac{v^2(t) - v_0^2}{2a}$$

- moto circolare

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \omega = 2\pi\nu \quad v = \frac{2\pi R}{T} = \omega R \quad a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R \quad \boldsymbol{\omega} \equiv \frac{\mathbf{r} \times \mathbf{v}}{R^2} \quad \mathbf{v} = \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}$$

- moto curvilineo generico piano $\mathbf{a} \equiv \mathbf{a}_R + \mathbf{a}_T = \frac{v^2}{R}\mathbf{N} + \frac{dv}{dt}\mathbf{T}$

- formule di composizione di velocità ed accelerazioni

$$\mathbf{v} = \mathbf{v}' + \mathbf{v}_{\text{trasl}} + \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}' \quad \mathbf{a} = \mathbf{a}' + \mathbf{a}_{\text{trasl}} + \left(\frac{d\boldsymbol{\omega}}{dt} \times \mathbf{r}' - \omega^2 \mathbf{r}' \right) + \overbrace{2\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{v}'}^{\text{acc.ne di Coriolis}}$$

- trasformazione di Lorentz

$$x' = \frac{x - v_{\text{tr}}t}{\sqrt{1 - \left(\frac{v_{\text{tr}}}{c}\right)^2}} \quad t' = \frac{t - \frac{v_{\text{tr}}}{c^2}x}{\sqrt{1 - \left(\frac{v_{\text{tr}}}{c}\right)^2}} \quad v' = \frac{v - v_{\text{tr}}}{1 - vv_{\text{tr}}/c^2}$$

- effetti relativistici

$$\Delta x = \Delta x' \sqrt{1 - \beta^2} \quad \Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad M = \frac{M'}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

- peso specifico medio e locale

$$\bar{p}_s \equiv \frac{P}{V} = \frac{Mg}{V} = \bar{\rho}g \quad p_s(\mathbf{r}) \equiv \frac{dP(\mathbf{r})}{dV} = \frac{dM(\mathbf{r})g}{dV} = \rho(\mathbf{r})g$$

- periodo di oscillazione del pendolo semplice

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- forza di attrito radente

$$F_{\text{as}} = \mu N$$

- forza viscosa

$$\mathbf{F}_{\text{av}} = -\beta\mathbf{v}$$

- potenza esplicita su un punto materiale

$$\mathcal{P} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v}$$

- definizione di energia potenziale

$$U(\mathbf{r}) \equiv - \int_{\mathbf{r}_0}^{\mathbf{r}} \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r} + U_0 \quad U(x) \equiv - \int_{x_0}^x F dx + U_0$$

- relazione tra forza ed energia potenziale

$$\frac{dU}{d\mathbf{r}} = -\mathbf{F}(\mathbf{r}) \quad \frac{dU}{dx} = -F(x)$$

- forza elastica

$$F = -kx \qquad U = \frac{1}{2}kx^2 \qquad T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$

- forza di gravitazione universale esercitata dall'astro T su un corpo di massa M

$$F = -\frac{GM_T M}{r^3} \mathbf{r} \qquad U = -G\frac{M_T M}{r}$$

- velocità di fuga dal campo gravitazionale

$$v_{fg} = \sqrt{\frac{2GM_T}{R_T}} = \sqrt{2gR_T}$$

- teorema dell'impulso

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}$$

- velocità finali nell'urto elastico centrale di A e B

$$v'_A = \frac{(M_A - M_B)v_A + 2M_B v_B}{M_A + M_B} \qquad v'_B = \frac{(M_B - M_A)v_B + 2M_A v_A}{M_A + M_B}$$

- teorema del momento angolare

$$\mathcal{M} = \frac{d\mathbf{L}}{dt}$$

- equazioni cardinali della dinamica dei sistemi

$$\mathbf{F}^{\text{tot}} = \frac{d\mathbf{P}^{\text{tot}}}{dt} \qquad \mathcal{M}^{\text{tot}} = \frac{d\mathbf{L}^{\text{tot}}}{dt}$$

- centro di massa

$$\mathbf{r}_G \equiv \frac{\sum_{i=1}^N M_i \mathbf{r}_i}{M^{\text{tot}}} \qquad \mathbf{r}_G \equiv \frac{1}{M^{\text{tot}}} \int_{M^{\text{tot}}} \mathbf{r} \, dM \qquad \mathbf{r}_G = \frac{1}{M^{\text{tot}}} \int_{V^{\text{tot}}} \rho \mathbf{r} \, dV$$

- teoremi del centro di massa

$$\mathbf{v}_G = \frac{\mathbf{P}^{\text{tot}}}{M^{\text{tot}}} \qquad \mathbf{a}_G = \frac{\mathbf{F}^{\text{tot}}}{M^{\text{tot}}}$$

- teoremi di König

$$T = T' + \frac{1}{2} M^{\text{tot}} \mathbf{v}_G^2 \qquad \mathbf{L}_O = \mathbf{L}_G + \mathbf{OG} \times M^{\text{tot}} \mathbf{v}_G$$

- momento di inerzia

$$\mathcal{I} \equiv \sum_{i=1}^N M_i r_i^2 \qquad \mathcal{I} \equiv \int_{M^{\text{tot}}} r^2 dM \equiv \int_{V^{\text{tot}}} r^2 \rho dV$$

- energia cinetica di rotazione

$$T_{\text{rot}} = \frac{1}{2} \mathcal{I} \omega^2$$

- teorema di Huygens-Steiner (o "degli assi paralleli")

$$\mathcal{I} = \mathcal{I}_G + M^{\text{tot}} d^2$$

- teorema del momento assiale

$$L_z = \mathcal{I} \omega$$

- legge di Newton per il corpo rigido

$$\alpha = \frac{\mathcal{M}_z}{\mathcal{I}}$$

- lavoro e potenza rotazionali del corpo rigido

$$\mathcal{L}_{\text{rot}} = \int_{\theta_i}^{\theta_f} \mathcal{M}_z d\theta \quad \mathcal{P}_{\text{rot}} = \mathcal{M}_z \omega$$

- periodo del pendolo composto

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\mathcal{I}}{Mgd}} \equiv 2\pi \sqrt{\frac{l^*}{g}}$$

- principio di Pascal

$$p = \frac{F_i}{A_i} = \frac{F_o}{A_o} \Rightarrow \frac{F_o}{F_i} = \frac{A_o}{A_i}$$

- legge di Stevino

$$\Delta p \equiv \rho g \Delta h \quad \frac{dp}{dh} = \rho(h)g$$

- principio dei vasi comunicanti

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_2}{h_1}$$

- legge di Archimede

$$\mathbf{F}_A = -M_{\text{fl}} \mathbf{g}$$

- condizione di galleggiamento

$$\frac{V_{\text{imm}}}{V} = \frac{\rho}{\rho_{\text{fl}}}$$

- barometro di Torricelli

$$p = p_{\text{atm}} + \rho_{\text{Hg}} g h$$

- legge di conservazione della portata

$$Q = \rho S v = \text{costante}$$

- equazione di continuità della densità di corrente $\rho \mathbf{v}$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{v}) = 0$$

- teorema di Bernoulli

$$p + \rho g y + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{costante} \quad \frac{p}{\rho g} + y + \frac{v^2}{2g} = \text{costante}$$

- scorrimento orizzontale

$$p + \frac{1}{2} \rho \frac{Q^2}{S^2} = \text{costante}$$

- tubo di Venturi

$$Q = \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho \left(\frac{1}{S_2^2} - \frac{1}{S_1^2} \right)}}$$

- legge di Hagen-Poiseuille per il moto laminare dei fluidi

$$\Delta p = \frac{8\eta L Q}{\pi R^4}$$

- resistenza idraulica

$$\mathcal{R} \equiv \frac{8\eta L}{\pi R^4}$$

- velocità critica per il moto caotico dei fluidi

$$v_{\text{critica}} = \frac{\eta \text{Re}}{\rho D}$$

- scale termometriche

$$t = T - 273.15 \quad t = \frac{5}{9} T_F + 32$$

- leggi di Gay-Lussac

$$V = V_0 (1 + \alpha t) = V_0 \alpha T \quad P = P_0 (1 + \alpha t) = P_0 \alpha T$$

- calore scambiato con un solido o con un liquido

$$Q \equiv cM\Delta T \quad Q = \int_{T_1}^{T_2} cM dT$$

- calori specifici

$$c_p \equiv \frac{1}{M} \left. \frac{dQ}{dT} \right|_{p=\text{cost}} \quad c_v \equiv \frac{1}{M} \left. \frac{dQ}{dT} \right|_{V=\text{cost}}$$

- temperatura all'equilibrio termico

$$T_\infty = \frac{c_1 M_1 T_1 + c_2 M_2 T_2}{c_1 M_1 + c_2 M_2}$$

- calore latente relativo ad un cambiamento di stato

$$Q_{\text{cs}} = \lambda_{\text{cs}} M$$

- regola di Gibbs

$$n = c + 2 - f$$

- lavoro di un gas

$$\mathcal{L} = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

- equazione di stato dei gas perfetti

$$pV = nRT$$

- costante universale dei gas perfetti

$$R = 0.0821 \frac{\text{atm} \cdot \text{l}}{\text{°K} \cdot \text{mole}} = 8.317 \frac{\text{J}}{\text{°K} \cdot \text{mole}} = 1.987 \frac{\text{cal}}{\text{°K} \cdot \text{mole}}$$

- lavoro compiuto da un gas perfetto in una trasformazione isobara

$$\mathcal{L} = p(V_f - V_i) = nR(T_f - T_i)$$

- lavoro compiuto da un gas perfetto in una trasformazione adiabatica

$$\mathcal{L} = n c_v (T_i - T_f)$$

- lavoro compiuto da un gas perfetto in una trasformazione isoterma

$$\mathcal{L} = nRT \ln \left(\frac{V_f}{V_i} \right) = nRT \ln \left(\frac{p_i}{p_f} \right)$$

- legge di Danton (o “delle pressioni parziali”)

$$p = p_A + p_B = \frac{(n_A + n_B) RT}{V}$$

- equazione di van der Waals per i gas reali

$$\left(p + \frac{n^2 a}{V^2}\right) (V - nb) = nrT$$

- entalpia

$$H \equiv U + pV \quad \Delta H = Q_{p=\text{cost.}}$$

- calore specifico a volume costante (f numero di gradi di libertà)

$$c_V = \frac{1}{2} f R$$

- $f = 3$ per un g.p. monoatomico $f = 5$ per un g.p. biatomico $f = 6$ per un g.p. poliatomico

- principio di equipartizione dell'energia

$$U = \frac{1}{2} f N k T = \frac{1}{2} f n R T$$

- equazione di Joule-Clausius

$$pV = \frac{2}{3} U$$

- velocità quadratica media delle molecole di un gas

$$\sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

- velocità del suono nei gas

$$v = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}}$$

- relazione di Mayer

$$c_p - c_V = R$$

- variazione di energia interna per i gas perfetti

$$\Delta U = n c_V \Delta T$$

- equazioni politropiche

$$pV^\gamma = \text{costante} \quad TV^{\gamma-1} = \text{costante} \quad pT^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = \text{costante}$$

- calore scambiato in una trasformazione isoterma di un gas perfetto

$$Q = nRT \ln \left(\frac{V_f}{V_i} \right) = nRT \ln \left(\frac{p_i}{p_f} \right)$$

- rendimento di un macchina termica

$$\eta \equiv \frac{\mathcal{L}}{Q_2} = 1 + \frac{Q_1}{Q_2}$$

- rendimento del ciclo di Carnot

$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2}$$

- efficienza di una macchina frigorifera

$$\varepsilon \equiv \frac{Q_1}{|\mathcal{L}|}$$

- efficienza massima

$$\varepsilon_{\text{rev}} = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$$

- definizione di variazione di entropia

$$\Delta S = \int_A^B \frac{dQ}{T} \Big|_{\text{rev}}$$

- variazione di entropia in una isoterma reversibile di un gas perfetto

$$\Delta S = nR \ln \left(\frac{V_B}{V_A} \right) = nR \ln \left(\frac{p_A}{p_B} \right)$$

- variazione di entropia in un cambiamento di stato

$$\Delta S = \frac{\lambda_{\text{cs}} M}{T_{\text{cs}}}$$

- variazione di entropia in una isocora reversibile di un gas perfetto

$$\Delta S = n c_V \ln \left(\frac{T_B}{T_A} \right) = n c_V \ln \left(\frac{p_B}{p_A} \right)$$

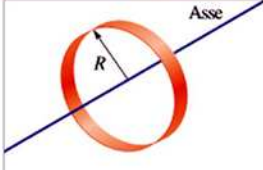
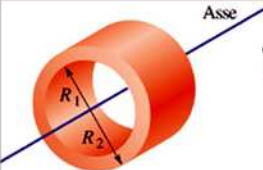
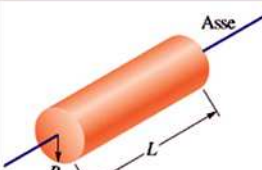
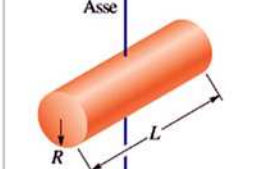
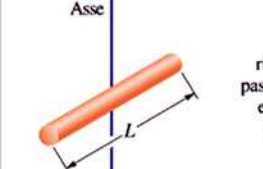
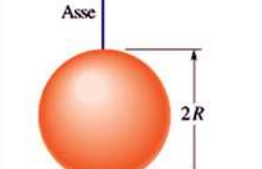
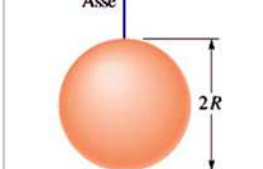
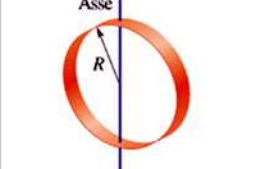
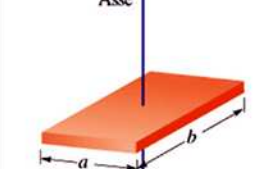
- variazione di entropia in una isobara reversibile di un gas perfetto

$$\Delta S = n c_p \ln \left(\frac{T_B}{T_A} \right) = n c_p \ln \left(\frac{V_B}{V_A} \right)$$

- variazione di entropia per solidi e liquidi

$$\Delta S = cM \ln \left(\frac{T_B}{T_A} \right)$$

| Grandezza fisica | Sistema di punti materiali | Sistema continuo |
|--|--|---|
| Massa totale | $M = \sum_{i=1}^N M_i$ | $M = \int_C dM = \int_C \rho dV$ |
| Forza risultante | $\vec{F}^{(E)} = \sum_{i=1}^N \vec{F}_i$ | $\vec{F}^{(E)} = \int_C d\vec{F} = \int_C d\vec{F}^{(E)}$ |
| Risultante dei momenti delle forze esterne | $\vec{M}_O^{(E)} = \sum_{i=1}^N \vec{OP}_i \wedge \vec{F}_i^{(E)}$ | $\vec{M}_O^{(E)} = \int_C \vec{OP} \wedge d\vec{F}^{(E)}$ |
| Quantità di moto totale | $\vec{Q} = \sum_{i=1}^N \vec{M}_i \vec{v}_i$ | $\vec{Q} = \int_C \vec{v} dM = \int_C \vec{v} \rho dV$ |
| Momento della quantità di moto | $\vec{K}_O = \sum_{i=1}^N \vec{OP}_i \wedge M_i \vec{v}_i$ | $\vec{K}_O = \int_C \vec{OP} \wedge \vec{v} dM$ |
| Posizione del centro di massa | $\vec{OG} = \left(\sum_{i=1}^N M_i \vec{OP}_i \right) / M$ | $\vec{OG} = \left(\int_C \vec{OP} dM \right) / M = \left(\int_C \vec{OP} \rho dV \right) / M$ |
| Energia cinetica totale | $E_C = \sum_{i=1}^N \frac{1}{2} M_i v_i^2$ | $E_C = \int_C \frac{1}{2} v^2 dM = \int_C \frac{1}{2} v^2 \rho dV$ |

| | | |
|---|---|---|
|  <p>Anello rispetto all'asse centrale</p> <p>$I = MR^2$</p> <p>(a)</p> |  <p>Cilindro anulare rispetto all'asse centrale</p> <p>$I = \frac{1}{2} M(R_1^2 + R_2^2)$</p> <p>(b)</p> |  <p>Cilindro pieno (o disco) rispetto all'asse centrale</p> <p>$I = \frac{1}{2} MR^2$</p> <p>(c)</p> |
|  <p>Cilindro pieno (o disco) rispetto a un diametro passante per il centro</p> <p>$I = \frac{1}{4} MR^2 + \frac{1}{12} ML^2$</p> <p>(d)</p> |  <p>Barra sottile rispetto a un asse passante per il centro e perpendicolare alla lunghezza</p> <p>$I = \frac{1}{12} ML^2$</p> <p>(e)</p> |  <p>Sfera piena rispetto a un diametro</p> <p>$I = \frac{2}{5} MR^2$</p> <p>(f)</p> |
|  <p>Sfera cava (o guscio) sottile, rispetto a un diametro</p> <p>$I = \frac{2}{3} MR^2$</p> <p>(g)</p> |  <p>Anello rispetto a un diametro</p> <p>$I = \frac{1}{2} MR^2$</p> <p>(h)</p> |  <p>Lastra rispetto a un asse perpendicolare passante per il centro</p> <p>$I = \frac{1}{12} M(a^2 + b^2)$</p> <p>(i)</p> |