

## Formulario di MECCANICA e FLUIDODINAMICA

Nota: Con "0" tipicamente indichiamo le condizioni iniziali. Spesso queste sono messe a zero.

- **Moto rettilineo uniforme:**  $x(t) = x_0 + v_0 t$  con  $t_0 = 0$
- **Moto rettilineo: velocità media**  $\bar{v} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$ ; **accelerazione media**  $\bar{a} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$ ;
- **Equazioni cinematiche del moto rettilineo (ad esempio su asse x) uniformemente accelerato:**

$$v_x = v_{0x} + a_x t \quad x - x_0 = v_{0x} t + \frac{1}{2} a_x t^2$$
- **Moto circolare uniforme.** Raggio  $R$ , Periodo  $T$ , Frequenza  $f$ , Velocità angolare  $\omega = v/R$ 

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad a_c = \frac{2\pi v}{T} = \frac{v^2}{R}$$
- **Moto armonico:** Equazione su asse x nel caso della molla:  $\frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{k}{m} x$ 

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$$

$A =$  ampiezza,  $\varphi =$  fase iniziale,  $\omega =$  pulsazione [rad/s],  $f =$  freq. [Hz],  $T =$  periodo

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$
  - > **Pendolo:**  $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$
  - > **Molla:**  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$
- **Secondo Principio della dinamica:**  $\vec{F} = m\vec{a}$
- **Forza gravitazionale caso generale**  $\vec{F} = -\frac{GMm\hat{r}}{r^2}$  con  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$
- **Forza attrito:**  $\vec{F} = \mu \vec{N}$ ; **Forza elastica:**  $\vec{F} = -k(\vec{x} - \vec{x}_0)$
- **Lavoro di una forza:**  $L = \int_i^f \vec{F} \cdot d\vec{s}$
- **Energia cinetica:**  $K = \frac{1}{2} m v^2$ ; **Teorema dell'energia cinetica:**  $L = \Delta K$
- **Potenza media:**  $\bar{P} = \frac{L}{\Delta t}$ ; **Potenza istantanea:**  $P = \vec{F} \cdot \vec{v}$
- **Energia potenziale, forze conservative:**  $U_f - U_i = -L$ 
  - \* **Energia potenziale gravitazionale sulla Terra:**  $U = mgy$
  - \* **Energia potenziale elastica:**  $U = \frac{1}{2} kx^2$
  - \* **Energia potenziale gravitazionale:**  $U = \frac{-GMm}{r}$
- **Conservazione energia meccanica:**  $K_i + U_i = K_f + U_f$
- **Quantità di moto:**  $\vec{p} = m\vec{v}$ ;
- **Impulso di una forza:**  $I = F\Delta t$ . **Variazione quantità di moto:**  $\Delta p = mv_f - mv_i$ ;  $\Delta p = F\Delta t$
- **Conservazione quantità di moto:**  $\vec{p}_{1i} + \vec{p}_{2i} = \vec{p}_{1f} + \vec{p}_{2f}$

- **Centro di massa, posizione e velocità, sistema di due masse puntiformi su un asse x:**

$$x_{cm} = (m_1x_1 + m_2x_2)/(m_1 + m_2) \quad v_{cm} = (m_1v_1 + m_2v_2)/(m_1 + m_2)$$

- **Fluidi:**

- Densità:  $\rho = m/V$
- Legge di Stevino:  $p_2 = p_1 + \rho gh$
- Principio di Archimede:  $F_{arc} = \rho_{fluido} g V_{fluido}$
- Teorema di Bernoulli:  $p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$
- Portata:  $Q = Av$ ; la portata si conserva  $A_1v_1 = A_2v_2$

$$1 \text{ atm} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mm Hg} \quad \rho_{acqua} = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \rho_{aria} = 1.29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

### Formulario di TERMODINAMICA

**Calore specifico:**  $c = \frac{1}{m} \frac{dQ}{dT}$  Per l' acqua =  $4.18 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$

**Capacità termica:**  $m \cdot c = C = \frac{Q}{\Delta T}$

**1 caloria = 4.184 Joule.**

**1 kcaloria = 4184 Joule.**

**Calore se non c'è cambiamento di fase:**  $\Delta Q = mc(T_f - T_i)$  (viene + se assorbito, - se ceduto)

**Calore se c'è cambiamento di fase:**  $Q = \pm m\lambda$  (usare + se assorbito, - se ceduto)

**Calore latente per acqua:**

**Fusione  $\lambda = 80 \text{ cal/g} = 333.5 \text{ kJ/kg}$ .**

**Evaporazione  $\lambda = 540 \text{ cal/g} = 2272 \text{ kJ/kg}$**

**Primo principio della Termodinamica:**  $\Delta U = Q - L$  ( $L$ =lavoro compiuto dal gas, positivo. Se il sistema riceve calore  $Q > 0$ , se cede calore  $Q < 0$ )

**Trasformazioni reversibili:**  $L = \int p dV$  (lavoro compiuto dal gas)

**Energia interna di un gas perfetto:**  $\Delta U = nc_v \Delta T$ , **relazione di Mayer:**  $R = c_p - c_v$

$$R = 0.0821 \frac{\text{l} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 8.31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mole}} = 1.98 \frac{\text{cal}}{\text{K} \cdot \text{mole}}$$

$$c_v = 3/2 \cdot R \text{ (gas monoatomico)} \quad c_v = 5/2 \cdot R \text{ (gas biatomico)}$$

**Equazione di stato dei gas perfetti:**  $PV = nRT$  con  $n = \frac{m}{M_{molare}}$

**Trasformazioni termodinamiche di un gas perfetto** (alcune equazioni sono valide solo per trasformazioni reversibili):

**Isocore:**  $V = \text{costante}$ ,  $L = 0$ ,  $Q = nc_v \Delta T$ ;  $\Delta S = nc_v \ln(T_f/T_i)$

**Isobare:**  $P = \text{costante}$ ,  $L = P \Delta V$ ,  $Q = nc_p \Delta T$ ;  $\Delta S = nc_p \ln(T_f/T_i)$

**Isoterme:**  $T = \text{costante}$ ,  $L = nRT \ln(V_f/V_i)$ ;  $\Delta U = 0$ ,  $\Delta S = nR \ln(V_f/V_i)$

**Adiabatiche:**  $Q = 0$ ;  $PV^\gamma = \text{costante}$ ,  $TV^{\gamma-1} = \text{costante}$ ,  $P^{1-\gamma}T^\gamma = \text{costante}$

**Secondo Principio della termodinamica:**  $L = Q_{\text{caldo}} - |Q_{\text{freddo}}|$ , ( $Q_{\text{caldo}} = Q_{\text{assorbito}}$ ,  $Q_{\text{freddo}} = Q_{\text{ceduto}}$ )

**Macchine termiche:**

$$\text{rendimento } \eta = \frac{L}{Q_{\text{caldo}}} = 1 - \frac{Q_{\text{freddo}}}{Q_{\text{caldo}}}; \text{ se reversibile } \eta_{\text{rev}} = 1 - \frac{T_f}{T_c}$$

$$\text{C.O.P. frigorifero} = \frac{Q_f}{L} \text{ (ciclo antiorario } L < 0); \text{ se reversibile C.O.P.} = \frac{T_c}{T_c - T_f}$$

$$\text{C.O.P. pompa di calore} = \frac{Q_c}{L}; \text{ se reversibile C.O.P.} = \frac{T_c}{T_c - T_f}$$

**Entropia:**  $\Delta S = S(B) - S(A) = \int_A^B \frac{dQ}{T}$  (la trasformazione sull'integrale deve essere reversibile)

### Formulario di ELETTROSTATICA, CORRENTI e MAGNETISMO

**Legge di Coulomb:**  $\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{n}_r$   $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$   $\epsilon_0 = 8.8542 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{Nm}^2)$

$$F = qE$$

**Campo elettrico generato da una carica puntiforme:**  $\vec{E} = k \frac{q}{r^2} \vec{n}_r \left[ \frac{\text{N}}{\text{C}} \right] \left[ \frac{\text{Volt}}{\text{m}} \right];$

**Valore del campo elettrico in prossimità di un conduttore:**  $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{q}{A\epsilon_0}$

**Flusso del campo elettrico:**  $\Phi(\vec{E}) = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \left[ \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}} \right]$

**Teorema di Gauss:**  $\Phi(\vec{E}) = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q_m}{\epsilon_0}$

**Differenza di Energia Potenziale  $\Delta U$  e Differenza di Potenziale  $\Delta V$ :**

$$U(B) - U(A) = -q_0 \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s}; \quad L = -\Delta U = -q\Delta V$$

**Differenza di potenziale di una carica puntiforme rispetto all'infinito:**  $V(B) - V(\infty) = k \frac{q}{r}$

**Capacità di un conduttore:**  $C = \frac{Q}{\Delta V}$

**Condensatore piano:**

$$\text{Capacità: } C = \epsilon_0 \frac{A}{d} \text{ Differenza di potenziale tra le armature distanti } d: \Delta V = \frac{\sigma}{\epsilon_0} d$$

Valore del campo elettrico (uniforme, ortogonale alle armature):  $E = \sigma/\epsilon_0$

**Corrente elettrica:**  $i = dQ/dt$ ,  $i = nqv_d A$ ; densità di corrente:  $J = nqv_d$

**Resistenza:**  $R = \Delta V/i$

Conduttore lungo  $l$  e di sezione  $A$ :  $R = \rho \frac{l}{A} \left[ \frac{\Omega}{m} \right]$

Resistività versus temperatura:  $\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$

Resistenze in serie:  $R_{eq} = R_1 + R_2 + ..$

Resistenze in parallelo:  $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ...$

**Potenza dissipata (effetto Joule):**  $P = i \Delta V = \Delta E / \Delta t$

**Calore rilasciato per effetto joule:**  $Q = P \Delta t$

**Campo magnetico (induzione magnetica) in modulo, generato da un filo rettilineo indefinito percorso da corrente  $i$  ;**

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r} \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} Tm / A$$

**Forza Magnetica:**  $\vec{F}_l = q\vec{v} \times \vec{B}$  su carica/cariche in moto.

$$d\vec{F} = i d\vec{l} \times \vec{B} \text{ su un conduttore percorso da corrente}$$

**Modulo della forza per unità di lunghezza fra due fili rettilinei indefiniti, a distanza  $d$ , percorsi da correnti  $i_1$  e  $i_2$ :**

$$\frac{F_1}{l} = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi d}$$

**Traiettoria di una carica  $q$ , massa  $m$ , velocità  $v$  ortogonale a  $B$ , in campo magnetico costante, ortogonale al piano dell'orbita:**

Raggio:  $R = \frac{mv}{qB}$ ; Periodo:  $T = \frac{2\pi m}{qB}$

**Campo solenoide rettilineo indefinito:**  $B = \mu_0 \frac{N}{L} i$  ( $N$  = numero di spire)

**Teorema circuitazione di Ampere:**  $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 i$

**1kwattora** =  $3.6 \times 10^6$  joule; **1 eV** =  $1.6022 \times 10^{-19}$  joule

**Carica elettrone:**  $-1.6021917 \times 10^{-19}$  C

**Massa elettrone  $m_e$ :**  $9.1095 \times 10^{-31}$  kg ; **Massa protone:**  $1.67261 \times 10^{-27}$  kg =  $1800 \cdot m_e$

**Costante dielettrica del vuoto:**  $\epsilon_0 = 8.8542 \times 10^{-12} C^2 / (Nm^2)$  (o farad/m)

**Permeabilità magnetica vuoto:**  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} Tm / A$  (o henry/m)

**Urti centrali ELASTICI.** Relazione generale fra le velocità di 2 punti materiali di massa  $m_1$  ed  $m_2$  prima (indicate senza apici) dell'urto e dopo l'urto (indicate con apici) centrale ed elastico:

$$v'_1 = \frac{2 m_2 v_2 + (m_1 - m_2) v_1}{m_1 + m_2}$$

$$v'_2 = \frac{2 m_1 v_1 + (m_2 - m_1) v_2}{m_1 + m_2}$$

