

Formulario di Fisica

UniShare

Davide Cozzi
@dlcgold

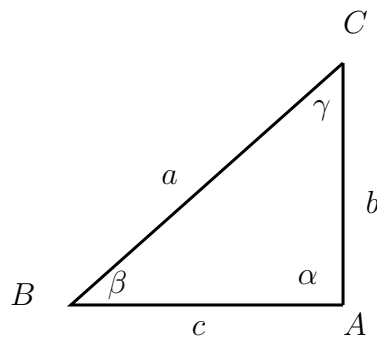
Indice

1	Introduzione	2
1.0.1	Trigonometria	2
1.1	vettori	3
1.2	Costanti	3
2	Meccanica	4
2.1	Cinematica	4
2.2	Dinamica	8
2.3	Gravitazione	10
2.4	Moto Armonico	12
2.5	Fluidodinamica	13
2.6	Termodinamica	14
2.7	Elettrostatica	17
2.8	Accenni di Magnetismo	24

Capitolo 1

Introduzione

1.0.1 Trigonometria



$$b = a \sin \beta$$

$$c = a \sin \gamma$$

$$b = a \cos \gamma$$

$$c = a \cos \beta$$

$$c = b \tan \gamma$$

$$b = c \tan \beta$$

quindi su un piano inclinato:

$$l = \frac{h}{\sin \theta}$$

inoltre:

$$\sin^2(\theta) + \cos^2(\theta) = 1$$

$$\sin(2\theta) = 2 \sin(\theta) \cos(\theta)$$

$$\cos(2\theta) = \cos^2(\theta) - \sin^2(\theta)$$

1.1 vettori

prodotto scalare tra vettori: $\vec{x} \cdot \vec{y} = ||x|| \cdot ||y|| \cdot \cos \theta$

prodotto vettoriale tra vettori: $\vec{x} \times \vec{y} = ||x|| \cdot ||y|| \cdot \sin \theta$

1.2 Costanti

- **accelerazione di gravità:** $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$
- **costante gravitazionale:** $6,67 \times 10^{-11} \frac{m^3}{s^2 kg}$
- **raggio terra:** $R_L = 6,37 \times 10^6 m$
- **massa terra:** $M_T = 5,96 \times 10^{24} kg$
- **massa sole:** $M_S = 1,99 \times 10^{30} kg$
- **massa luna:** $M_L = 7.36 \times 10^{22} kg$

Capitolo 2

Meccanica

2.1 Cinematica

Moto rettilineo

- **velocità media:** $v_m = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{2}$
- **velocità istantanea:** $v(t) = \frac{d\vec{x}(t)}{dt}$
- **equazione del moto rettilineo uniforme:** $x(t) = x_0 + v(t - t_0)$
- **accelerazione media:** $a_m = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
- **velocità moto uniformemente accelerato:** $v(t) = v_0 + at$
- **equazione del moto rettilineo uniformemente accelerato:**

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{a}{2} t^2$$

- **velocità finale moto uniformemente accelerato:**

$$v_{fin}^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$$

Moto verticale

- **punto ad altezza h lasciato cadere:**

$$\vec{x}(t) = h - \frac{1}{2}gt^2$$

$$\vec{v}(t) = -gt$$

$$t_{caduta} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$\vec{v}_{suolo} = -\sqrt{2gh}$$

- **punto ad altezza h spinto in basso con una certa velocità verso il basso:**

$$\vec{x}(t) = h - \vec{v}_1 t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$\vec{v}(t) = -\vec{v}_1 - gt$$

$$t_{caduta} = -\frac{\vec{v}_1}{g} + \frac{1}{g}\sqrt{\vec{v}_1^2 + 2gh}$$

$$v_{suolo} = -\sqrt{\vec{v}_1^2 + 2gh}$$

- **punto ad altezza 0 spinto in alto con una certa velocità:**

$$\vec{x}(t) = \vec{v}_2 t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_2 - gt$$

con $v = 0$ si ha l'altezza massima:

$$t_{x_{max}} = \frac{\vec{v}_2}{g}$$

e quindi:

$$x(t_{max}) = \frac{1}{2} \frac{\vec{v}_2^2}{g}$$

$$t_{caduta} = \frac{\vec{v}_2}{g}$$

$$t_{tot} = t_{max} + t_c = \frac{2\vec{v}_2}{g}$$

Moto Circolare

- **arco:** $l_a = \frac{\Delta s}{R}$
- **angolo:** $\theta = \frac{l_a}{R}$
- **velocità angolare media nel moto uniforme:** $\omega_m = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$
- **velocità angolare istantanea nel moto uniforme:** $\omega = \frac{v}{R}$
- **accelerazione centripeta (quella tangenziale è nulla) nel moto uniforme:**

$$a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R = \omega v$$

- **equazioni del moto uniforme:**

$$s(t) = s_0 + vt$$

$$\theta(t) = \theta_0 + \omega t$$

- **periodo:**

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi R}{\omega R} = \frac{2\pi}{\omega}$$

- **accelerazione nel caso di moto non uniforme:**

$$\vec{a} = \vec{a}_T + \vec{a}_N$$

$$\alpha_{media} = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

$$\alpha_{istantanea} = \frac{1}{R} a_T$$

$$a_N = \omega^2 R$$

$$a_T = \alpha R$$

- **equazioni del moto circolare non uniforme:**

$$\omega(t) = \omega_0 + \alpha t$$

$$\theta(t) = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$a_N = \omega^2 R = (\omega_0 + \alpha t)^2 R$$

$$|\vec{v}| = \omega R$$

Moto Parabolico

- **moto parabolico da terra, con angolo e velocità iniziale:**

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cos \theta_0 \\ v_y = v_0 \sin \theta_0 - gt \end{cases}$$

$$\begin{cases} x(t) = (v_0 \cos \theta_0)t \\ y(t) = (v_0 \sin \theta_0)t - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \theta_0}$$

$$y(x) = (\tan \theta_0)x - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \theta_0}x^2 \text{ (traiettoria)}$$

$$x_G = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\theta_0) \text{ (gittata, } y(x)=0)$$

$$x_G = \frac{v_0^2}{g} \text{ (gittata massima)}$$

$$x_M = \frac{1}{2} \frac{v_0^2}{g} \sin(2\theta_0) \text{ (altezza massima)}$$

$$y_M = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \theta_0 \text{ (altezza massima lungo la traiettoria)}$$

$$Y_{M_{max}} = \frac{v_0^2}{2g} \text{ (altezza massima, la verticale)}$$

$$t_{volo} = \frac{2v_0}{g} \sin \theta_0$$

$$t_{volo_{max}} = \frac{2v_0}{g}$$

$$\begin{cases} v_x(t_G) = v_x(t_0) = v_0 \cos \theta_0 \\ v_y(t_G) = -v_y(t_0) = -v_0 \sin \theta_0 \end{cases} \text{ (velocità finali)}$$

- **moto parabolico da altezza h:**

$$\begin{cases} x(t) = v_0 t \\ y(t) = h - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_x(t) = v_0 \\ v_y(t) = -gt \end{cases}$$

$$t_{volo} = \frac{x}{v_0}$$

$$y(x) = h - \frac{g}{2v_0^2}x^2 \text{ (traiettoria)}$$

$$t_{caduta} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$x(t_c) = x_G = v_0 t_c = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}} \text{ (gittata)}$$

$$\begin{cases} v_x(t_c) = v_0 \\ v_y(t_c) = -\sqrt{2gh} \end{cases} \text{ (velocità finali)}$$

$$v_{caduta} = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

2.2 Dinamica

- seconda legge della dinamica: $\vec{F} = m\vec{a}$

- forza elastica:

$$\begin{aligned} \vec{F}_e &= -k\Delta\vec{x} \\ \vec{a} &= \frac{-k(x - x_0)}{m} \end{aligned}$$

- forza peso: $\vec{F}_p = mg$

- forza d'attrito:

$$\begin{aligned} \vec{f}_{AD} &= -\mu_D N \\ \vec{f}_{AS} &= -\mu_S N \end{aligned}$$

- lunghezza piano inclinato:

$$L = \frac{h}{\sin\theta}$$

Lavoro e Energia

- lavoro:

$$L = \vec{F}_x \Delta \vec{x}$$

$$L = |\vec{F}| |\Delta \vec{x}| \cos \theta = \vec{F} \vec{s}$$

- energia cinetica: $E_k = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$
- energia potenziale $E_P = mgz_B - mgz_A$
- lavoro della forza elastica: $E_{Pe} = \frac{1}{2}kx^2$
- lavoro della forza d'attrito: $W_{AD} = -\mu_D N l_{AB}$
- conservazione dell'energia meccanica con forze conservative:

$$E_{KB} + E_{PB} = E_{KA} + E_{PA}$$

- conservazione dell'energia meccanica con forze conservative:

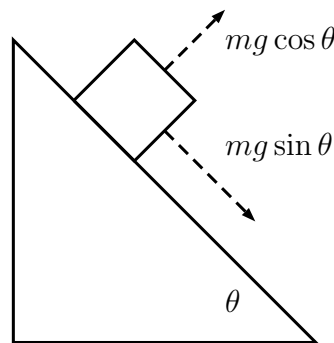
$$E_{KB} + E_{PB} - E_{KA} + E_{PA} = E_{MB} - E_{MA} = \Delta E_M$$

$$W = W_{cons} + W_{non-cons}$$

$$W_{non-cons} = \Delta E_M$$

- energia meccanica nel caso di presenza di forze d'attrito:

$$\Delta E_M = -\mu_D N l_{AB}$$

Piano inclinato

forza normale: $N = mg \cos \theta$
 lavoro attrito: $W_{AD} = \mu_D mg \cos \theta l_{AB}$

2.3 Gravitazione

- terza legge di Keplero:

$$T^2 = k_S a^3$$

con

$$r_1 + r_2 = 2a$$

- legge di gravitazione universale:

$$F = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \vec{u}_r$$

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$$

$$g = \frac{F m_T}{r_T^2}$$

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2} \quad 6,67 \times 10^{-11} \frac{Nm^3}{s^2 kg}$$

$$g = G \frac{M_t}{r_T^2}$$

- campo gravitazionale:

$$\vec{\eta}(\vec{r}) = \left(-G \frac{M}{r^2} \vec{u}_r \right)$$

$$\vec{\eta}(P) = \sum \vec{\eta}_i = -g \sum \frac{M_i}{r_i^2} \vec{u}_i$$

- energia potenziale gravitazionale:

$$E_P = -G \frac{Mm}{r}$$

- velocità di fuga:

$$\frac{1}{2} m v_f^2 - G \frac{Mm}{r} = 0$$

↓

$$v_f = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

- velocità orbitale:

$$F = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$\downarrow$$

$$\frac{Mm}{r^2} = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

- teorema del guscio:

$$\rho = \frac{M_T}{V_T} = \frac{M_T}{\frac{4}{3}\pi r^3}$$

$$F = G \frac{m_T m}{r_T^2} = G \frac{\rho \frac{4}{3}\pi r^3 m}{r^2} = G \frac{4}{3} \rho m r \text{ che con } k = G \frac{4}{3} \rho m \rightarrow F = -kr \text{ negativo attrazione}$$

- energia:

$$E_P = G \frac{Mm}{r}$$

$$E_K = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 r^2$$

$$G \frac{Mm}{r^2} = m a = m \frac{v^2}{r} \rightarrow \omega^2 r^2 = G \frac{m}{r}$$

$$E_K = G \frac{Mm}{2r}$$

$$E_M = E_K + E_P = G \frac{Mm}{2r} - G \frac{Mm}{r} = -G \frac{Mm}{2r}$$

2.4 Moto Armonico

- equazioni del moto:

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

$$v(t) = -A \sin(\omega t + \varphi)$$

$$a(t) = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

- dinamica:

$$F = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$E_K = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \sin^2(\omega T)$$

$$E_U = \frac{1}{2} k A^2 \cos^2(\omega T)$$

$$E_M = E_K + E_U = \frac{1}{2} k A^2$$

- pendolo:

$$F_p = -mg \sin \theta$$

$$F = ma = -mg \sin \theta$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -g \sin \theta$$

$$x = -\frac{g}{L} \sin \theta$$

$$\theta(t) = \theta_{max} \cos(\omega t + \phi)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

$$t = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

2.5 Fluidodinamica

- densità:

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

- pressione:

$$p = \frac{F}{S}$$

$$dW_P = df \, dh = p \, dS \, dh = p \, dV$$

$$dF_{\text{peso}} = g \, dm = g \rho \, dV = g \rho \, dS \, dh$$

$$dF_{\text{pressione}} = -dp \, dS = [p(h) - p(h + dh)] \, dS$$

- equilibrio:

$$dF_{\text{peso}} + dF_{\text{pressione}} = 0$$

↓

$$g \rho \, dS \, dh - dp \, dS = 0$$

↓

$$g \rho \, dh - dp = 0$$

↓

$$\frac{dp}{dh} = g \rho$$

- legge di Stevino:

$$p(h) = p_0 + g \rho h$$

- principio di Archimede:

$$F_A = g \rho V$$

- portata:

$$q = vS = \text{costante}$$

- equazione di continuità:

$$v_1 S_1 = v_2 S_2$$

- teorema di Bernoulli:

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

- teorema di Torricelli

$$\Delta z = h, v_A = 0, S_A \gg S_a, P_A = p_0 \rightarrow v_a = \sqrt{2gh}$$

2.6 Termodinamica

- scale termiche:

$$t(^{\circ}C) = T(K) - 273,15$$

$$t(^{\circ}R) = \frac{9}{5}T(K)$$

$$t(^{\circ}F) = \frac{9}{5}T(K) - 459,67$$

$$t(^{\circ}F) = \frac{9}{5}T(^{\circ}C) + 32$$

$$t(^{\circ}C) = \frac{5}{9}[T(^{\circ}F) - 32]$$

- legge isoterma di Boyle per i gas perfetti:

$$T = costante \rightarrow pV = costante \rightarrow p_1V_1 = p_2V_2$$

- legge isobara di Volta-Gay Lussac, α coefficiente di dilatazione termica, dipendente dal gas:

$$p = costante \rightarrow V = V_0(1 + \alpha t)$$

- legge isocora di Volta-Gay Lussac, β costante indipendente dal gas, t temperatura in celsius:

$$V = costante \rightarrow p = p_0(1 + \beta t)$$

- proprietà dei gas perfetti:

$$\alpha = \beta = \frac{1}{273,15} ^{\circ}C^{-1}$$

$$V = V_0\alpha \left(\frac{1}{\alpha} + t \right) = V_0\alpha T$$

$$p = p_0\alpha \left(\frac{1}{\alpha} + t \right) = p_0\alpha T$$

- moli:

$$N_{molecole} = \frac{M_{gas}}{m_{molecola}} = \frac{M_{gas}}{m_{molare}}$$

$$m_{molecola} = M_{molare} m_{atomica} = M_{molare} 1,6604 \times 10^{-27}$$

$$N_{Avogadro} = 6,0221 \times 10^{23} \left[\frac{molecole}{moli} \right]$$

$$volume_{molare} = 0,022314 m^3$$

- Legge dei gas perfetti:

$$pV = nRT = Nk_B T$$

costante del gas perfetto:

$$R = 8,314 \frac{J}{mol} K = 8314 \frac{J}{kmol} K$$

costante di Boltzmann:

$$k_B = \frac{R}{N_A} = \frac{8,314}{6,0221 \times 10^{23}} = 1,3807 \times 10^{-23} \frac{J}{K}$$

$$\frac{p}{\rho} = \frac{RT}{A}$$

- energia interna di tutte le trasformazioni:

$$\Delta U = \frac{3}{2} n R \Delta T$$

- lavoro e calore delle trasformazioni:

- isoterma: $W = Q = nRT \ln \left(\frac{V_B}{V_A} \right)$
- isobara: $W = p(V_B - V_A) = p\Delta V$ e $Q = c_{specifico-molare-a-p-costante} n \Delta T$
- isocora: $W = 0$ e $Q = c_{specifico-molare-a-V-costante} n \Delta T = \frac{3}{2} R \Delta T$
- adiabatica $\Delta U = -W$ e $Q = 0$,

$$\frac{p_a V_a}{T_a} = \frac{p_b V_b}{T_b} = \frac{p_c V_c}{T_c} = nR$$

- esperimento di Joule sull'aumento della temperatura:

$$Q = \Delta U = -W$$

lavoro positivo se ceduto all'esterno

- teoria cinetica, E_k energia cinetica media:

$$pV = \frac{3}{2} N_{avogadro} E_k$$

$$E_k = \frac{3}{2} kT$$

- energia interna, n numero molecole:

$$U = nE_k = \frac{3}{2}nRT$$

- velocità quadratica media.

$$V_{qm} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

- primo principio della termodinamica:

$$Q - W = \Delta U \rightarrow Q = \Delta U + W$$

- trasformazione ciclica:

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

$Q > 0$ assorbe calore e fornisce lavoro $W > 0$

- trasformazione adiabatica:

$$Q = 0$$

- calore per far cambiare temperatura:

$$Q = mc_{specifico}\Delta T$$

- capacità termica:

$$C = mc$$

- calore specifico molare:

$$c = \frac{1}{n} \frac{dQ}{dT}$$

- calore per un cambio di fase, λ calore latente:

$$Q = m\lambda$$

- $1cal = 4,1J$

- primo principio per i gas ideali se c_v è costante:

$$dQ = nc_v dT + dW \rightarrow Q = nc_v \Delta T + W$$

$$\Delta U(T) = nc_v \Delta T$$

2.7 Elettrostatica

- particelle elementari:

- neutrone: $q_n = 0$ $m_n = 1,67 \times 10^{-27}$
- protone: $q_p = 1,6022 \times 10^{-19}$ w $m_p = 1,67 \times 10^{-27}$
- elettrone: $q_e = e = -1,6022 \times 10^{-19}$ $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$

- legge di Coulomb:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

- conseguenze forza di Coulomb:

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{q_1}{q_2}$$

- costante k e costante dielettrica nel vuoto:

$$k = 8,9875 \times 10^9 \sim 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = 8,8542 \frac{C^2}{Nm^2}$$

- seconda forma forza di Coulomb:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

- principio di sovrapposizione:

$$F = \sum_i F_i = \sum_i \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i q_0}{r_i^2} = q_0 \sum_i \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{r_i^2}$$

- campo elettrostatico:

$$E = \frac{F}{q_0} \left[\frac{N}{C} \right]$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1}{r_1^2}$$

- flusso del campo elettrico, se positivo uscente:

$$d\Phi(E) = E \cdot u_n d\Sigma = E \cos \theta d\Sigma = E_n d\Sigma$$

- angolo solido:

$$\Omega = \frac{\Sigma_0}{r^2}$$

- flusso di una carica attraverso una superficie finita:

$$d\Phi(E) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{u_r \cdot u_n d\Sigma}{r^2} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{d\Sigma \cos \theta}{r^2} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{d\Sigma_0}{r^2}$$

$$d\Phi(E) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} d\Omega$$

$$\Phi(E) = \int_{\Sigma} E \cdot u_n d\Sigma = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \int d\Omega = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \Omega$$

- carica interna alla superficie chiusa, Legge di Gauss:

$$\Phi(E) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} 4\pi = \frac{q}{\epsilon_0}$$

- carica esterna alla superficie chiusa:

$$\Phi(E) = 0$$

- principio di sovrapposizioni per cariche interne alla superficie:

$$\Phi(E) = \frac{1}{\epsilon_0} (\Sigma_i q_i)_{int}$$

- flusso per carica puntiforme:

$$\begin{cases} \Phi = ES_{sfera} = 4\pi r^2 E \\ \Phi = \frac{q_0}{\epsilon_0} \end{cases}$$

$$E = \frac{q_0}{4\pi r^2 \epsilon_0}$$

- flusso su filo infinito lungo h :

$$\sum \Phi = \sum E \Delta S_i = E 2\pi R h$$

$$\Phi = 2\Phi_{base} + \phi_{SL} = E 2\pi R h$$

$$E = \frac{1}{2\pi\epsilon} \frac{\lambda}{r}$$

$$\lambda = \frac{q}{h}$$

- distribuzione planare:

$$\begin{aligned}\varepsilon_0 \oint E dA &= q_{enc} \\ \varepsilon_0(EA + EA) &= \sigma A \\ E &= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\end{aligned}$$

- lavoro campo elettrico:

$$dW = F ds = q_0 E ds = q_0 E \cos \theta ds$$

campo e spostamento paralleli:

$$dW = q_0 E ds$$

- tensione elettrica:

$$T = \frac{W}{q_0}$$

- lavoro percorso chiuso, ξ circuitazione:

$$W = q_0 \xi = 0$$

- potenziale elettrostatico:

$$V_A - V_B = \int_A^B E ds$$

- differenza di potenziale:

$$W_{AB} = q_0(V_A - V_B) = q_0 \Delta V$$

- energia potenziale:

$$U = q_0 \Delta V$$

- per una carica puntiforme:

$$\begin{aligned}dW = q_0 E ds &= \frac{q_0 q}{4\pi\varepsilon_0} \frac{u ds}{r^2} = \frac{q_0 q}{4\pi\varepsilon_0} \frac{dr}{r^2} \\ E ds &= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \frac{dr}{r^2}\end{aligned}$$

- lavoro con spostamento tra A e B:

$$\int_A^B E ds = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \int_{r_A}^{r_B} \frac{dr}{r^2} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_A} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_B}$$

$$W = q_0 \int_A^B E ds = \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0 r_A} - \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0 r_B}$$

$$V_A - V_B = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_A} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_B}$$

$$U_e(A) - U_e(B) = \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0 r_A} - \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0 r_B}$$

$$V(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} + A$$

$$U_e(r) = \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0 r} + B$$

- caso particolare:

$$V(\infty) = U(\infty) = 0$$

- energia cinetica, d distanza percorsa:

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2 = q\Delta V = q_0 E d$$

- superficie equipotenziale:

$$V(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} = \text{costante} \longrightarrow r = \text{costante}$$

- conduttori, superficie equipotenziale:

$$E = 0 \text{ all'interno}$$

$$V(P_1) - V(P_2) = 0 \longrightarrow V(P_1) = V(P_2) = V_0$$

- densità superficiale:

$$\sigma = \frac{dq}{d\Sigma}$$

- teorema di Coulomb:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} u_n$$

- capacità di un conduttore:

$$C = \frac{q}{V_1 - V_2} = \frac{4\pi\epsilon_0 R_1 R_2}{R_2 - R_1}$$

- capacità conduttore isolato:

$$C = \frac{q}{V}$$

- capacità condensatore, tr due conduttori isolati:

$$C = \frac{q}{V_1 - V_2}$$

$$q = C(V_1 - V_2)$$

$$V_1 - V_2 = \frac{q}{C}$$

- collegamenti di condensatori:

- parallelo:

carica sul conduttore superiore:

$$q = q_1 + q_2 = (C_1 + C_2)V$$

carica sul conduttore inferiore:

$$-q = -(q_1 + q_2)V$$

capacità equivalente del sistema:

$$C_{eq} = \frac{q}{V} = C_1 + C_2$$

con n condensatori:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

- serie:

$$V_C - V_A = \frac{q}{C_1}$$

$$V_B - V_A = \frac{q}{C_2}$$

$$V = V_C - V_A = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} = q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right) = \frac{q}{C_{eq}}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \longrightarrow C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

per n condensatori:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

- velocità media elettroni:

$$v_m = \frac{1}{N} \sum v_i = 0$$

- intensità di corrente:

$$i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt}$$

- densità di corrente:

$$j = n_+ e v_d$$

$$di = j u_n d\Sigma$$

- rapporto corrente e flusso:

$$i = \Phi_\Sigma(j)$$

se superficie ortogonale e densità di corrente:

$$i = j \Sigma$$

- cammino medio tra urti:

$$\tau = \frac{l}{v}$$

- accelerazione in caso di campo elettrico:

$$a = \frac{F}{m} = -e \frac{E}{m}$$

- velocità di deriva:

$$v_{i+1} = v_i - \frac{eE}{m} \tau$$

$$v_d = \frac{1}{N} \sum_i v_{i+1} = -\frac{e\tau}{m} E$$

- seconda forma della densità di carica:

$$j = -n e v_d = \frac{n e^2 \tau}{m} E$$

- conduttività:

$$\sigma = \frac{n e^2 \tau}{m}$$

- Legge di Ohm della conduzione elettrica:

$$j = \sigma E \rightarrow E = \rho j$$

- resistività del conduttore:

$$\rho = \frac{1}{\sigma}$$

- conduttore metallico cilindrico:

$$j = \frac{1}{\rho} E = \sigma E$$

$$i = j \Sigma = \frac{\Sigma}{\rho} E$$

$$V = \int_A^B E ds = Eh$$

$$V = \frac{\rho h}{\Sigma} i$$

- resistenza del conduttore:

$$R = \rho \frac{h}{\Sigma}$$

- legge di Ohm per i conduttori metallici:

$$V = Ri$$

- conduttanza:

$$G = \frac{1}{R} = \frac{\Sigma}{\rho h} = \frac{\sigma \Sigma}{h}$$

- collegamenti tra resistori:

- serie, corrente che attraversa i resistori costante:
differenza di potenziale ai capi delle resistenze:

$$V_{tot} = (R_1 + R_2)i = R_{eq}i$$

- parallelo differenza di potenziale agli estremi uguale : condizione di stazionarietà:

$$i_f = i_1 + i_2 + \dots i_n$$

calcolo corrente:

$$i = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{V}{R_{eq}}$$

resistenza equivalente:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n}$$

- leggi di Kirchhoff:

– prima legge (dei nodi):

$$\sum_k i_k = 0$$

– seconda legge (delle maglie). ξ forza elettromotrice:

$$\sum_k R_k i_k = \sum_k \xi_k$$

- rapporto tra numero nodi N e numero rami R :

$$M = R - (N - 1)$$

2.8 Accenni di Magnetismo

- flusso:

$$\oint B u_n d\Sigma = 0$$

- forza di Lorentz:

$$F = qv \times B = qv \sin \theta B$$

$$F = q(E + v \times B)$$

- il campo magnetico si misura in Tesla T
- campo magnetico attraverso cilindro lungo l e di base A :

$$i = nq_e v_i A$$

$$F = -q_e v_d \times B$$

$$N = nLA$$

$$F = -Nq_e v_d \times B = -nLAq_e(v_d \times B) = iL \times B$$

- prima legge elementare di Laplace, k_m costante nel vuoto, μ_0 permeabilità magnetica nel vuoto:

$$dB = k_m i \frac{ds \times u_r}{r^2} = k_m \frac{id s}{r^2} u_t \times u_r$$

$$k_m = 10^{-7} \frac{Tm}{A} = 10^{-7} \frac{H}{m}$$

$$k_m = \frac{\mu_0}{4\pi}$$

$$\mu_0 = 1,26 \times 10^{-6} \frac{H}{m}$$

- seconda forma della prima legge elementare di Laplace:

$$dB = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{ds \times u_r}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{id s}{r^2} u_t \times u_r$$

- legge di Ampère-Laplace, campo magnetico in circuito chiuso:

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \oint \frac{ds \times u_r}{r^2}$$

- filo indefinito rettilineo:

$$dB = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{ds \sin \theta}{r^2}$$

a metà filo:

$$B = \frac{\mu_0 i \cos \theta}{4\pi R}$$

- legge di Biot-Savart:

$$B = \frac{\mu_0 i u_\Phi}{2\pi R}$$

- fili paralleli distanti R:

$$F_{ab} = i_b L \times B_a = i_b L \frac{\mu_0 i u_\Phi}{4\pi R}$$

- spira circolare:

$$B = \frac{\mu_0 i}{2R} u_n$$

- equazioni di Maxwell nel vuoto per un campo statico (j densità di corrente):

—

$$\oint F dA = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

—

$$\oint B dA = 0$$

—

$$\oint E ds = 0$$

—

$$\oint B ds = \mu_0 j$$

in caso di campo non statico le ultime due cambiano:

—

$$\oint E ds = \frac{-d\Phi_B}{dt}$$

—

$$\oint B ds = \mu_0 j + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t}$$

- particella in rotazione in un campo magnetico:

$$r = \frac{vm}{qB}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$$