Ingegneria Biomedica

Teoria ed Esercitazioni
Del Corso di
Fisica II

master COPY COPISTERIA

Prof. Paoloni-Ciocci

2021/2022

master COPY COPISTERIA

master COPY

A Cura di Deborah

Fisica Generale II

27/09/21

La materia è fatta di atomi, dentro di essi ci sono gli elettroni e un nucleo con protoni e neutroni. L'interazione elettromagnetica tiene insieme elettroni e nuclei per formare atomi, insieme gli atomi per formare le molecole e insieme le molecole per formare oggetti macroscopici.

Tutti i fenomeni elettromagnetici dipendono dalla CARICA ELETTRICA:

> la materia contiene 2 tipi di carica: positiva e negativa

Cariche in eccesso dello stesso segno ⟶ respingono

Cariche in eccesso di segno diverso ⟶ attraggono

Stessa quantità di carica positiva e negativa ⟶ ELETTRICAMENTE NEUTRO

2 TIPI DI MATERIALI
- ⟶ CONDUTTORE: carica fluisce facilmente (Metalli)
- ⟶ ISOLANTE: carica non fluisce liberamente (Non Metalli)

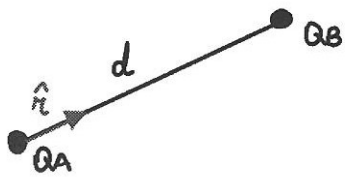
Quantizzazione della carica elettrica: le particelle elementari di cui è costituita la materia sono elettricamente neutre o hanno una carica con un determinato valore.

$e = 1{,}602 \cdot 10^{-19}$ C $\quad$ { carica protone $+e$; carica elettrone $-e$ }

CARICA DEL CORPO TOTALE ⟶ $\boxed{q = (N_p - N_e)\, q_e}$

N_p = n° protoni
N_e = n° elettroni
N_N = n° neutroni

Legge di Coulomb ⟶ descrive l'interazione elettrica tra due particelle A e B che possiedono carica Q_A e Q_B (per cariche statiche!)



$$\boxed{F_{AB} = K \frac{Q_A Q_B}{r^2} \hat{r}} \qquad |\hat{R}| = 1 \qquad \vec{f}_{AB} + \vec{f}_{BA} = 0$$

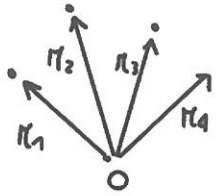
⟶ forza esercitata da A su B
è attrattiva se Q_A e Q_B hanno segno opposto
è repulsiva se Q_A e Q_B hanno stesso segno

$$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8{,}987 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$$ (numero grande)

$$\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$$ (costante dielettrica del vuoto)

Principio di sovrapposizione degli effetti: la forza agente su una carica q, in presenza di 2 o più cariche elettriche ($q_1, q_2 \dots q_n$) può essere calcolata come la somma delle forze elettriche esercitate su q da ciascuna delle n cariche elettriche considerate singolarmente.

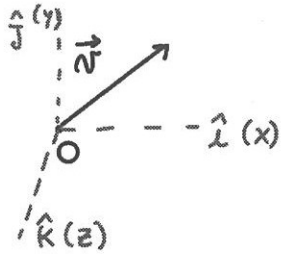
$$\vec{F} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{31} + \vec{F}_{41}$$



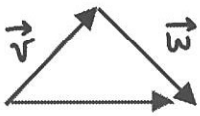
$$\vec{F}_{K1} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q_1 \cdot Q_K}{|r_1 - r_K|^3} (\vec{r}_1 - \vec{r}_K) \qquad \frac{\vec{r}_1 - \vec{r}_K}{|r_1 - r_K|} \text{ versore da } Q_K \text{ a } Q_1$$

$$\boxed{\vec{F}_{TOT} = \sum_{K=2}^{N} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q_1 Q_K}{|r_1 - r_K|^3} (\vec{r}_1 - \vec{r}_K)}$$

CALCOLO VETTORIALE → per spostare il sistema di riferimento da un origine O ad un punto qualsiosi



$$\vec{v} = v_x \hat{\imath} + v_y \hat{\jmath} + v_z \hat{k}$$



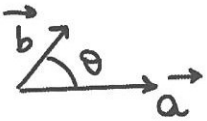
$$\vec{v} = v_x \hat{\imath} + v_y \hat{\jmath} + v_z \hat{k}$$
$$\vec{w} = w_x \hat{\imath} + w_y \hat{\jmath} + w_z \hat{k}$$
$$\vec{v} + \vec{w} = (v_x + w_x)\hat{\imath} + (v_y + w_y)\hat{\jmath} + (v_z + w_z)\hat{k}$$

componenti cartesiane — versori

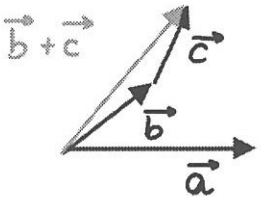
$$\vec{v} + \vec{x} = \vec{w} \longrightarrow \vec{x} = \vec{w} - \vec{v}$$
$$= (w_x - v_x)\hat{\imath} + (w_y - v_y)\hat{\jmath} + (w_z - v_z)\hat{k}$$

$$\vec{v} + \vec{v} = 2\vec{v}$$
$$\alpha \vec{v} = (\alpha v_x)\hat{\imath} + (\alpha v_y)\hat{\jmath} + (\alpha v_z)\hat{k}$$

PRODOTTO SCALARE



$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}||\vec{b}| \cos\theta \overset{!}{=} a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$$



$$\longrightarrow \vec{a} \cdot (\vec{b} + \vec{c}) = \vec{a} \cdot \vec{b} + \vec{a} \cdot \vec{c}$$

PRODOTTO VETTORIALE $\vec{a} \times \vec{b} = a_y b_z \hat{i} + a_z b_x \hat{j} + a_x b_y \hat{k} - a_y b_x \hat{k}$

$$\begin{vmatrix} i & j & k \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix}$$

$$\left| \begin{array}{l} - a_z b_y \hat{i} - a_x b_z \hat{j} \end{array} \right.$$

$$= (a_y b_z - a_z b_y)\hat{i} + (a_z b_x - a_x b_z)\hat{j} + (a_x b_y - a_y b_x)\hat{k}$$

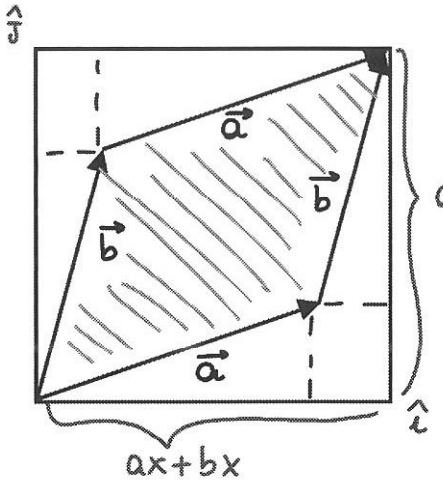
$\vec{a} \times \vec{b} \perp \vec{a}$
$\vec{a} \times \vec{b} \perp \vec{b}$

$(\vec{a} \times \vec{b}) \cdot \vec{a} = 0$ e $(\vec{a} \times \vec{b}) \cdot \vec{b} = 0$

$\vec{b} \times \vec{a} = (b_y a_z - b_z a_y)\hat{i} + (b_x a_z - b_z a_x)\hat{j} + (b_x a_y - b_y a_x)\hat{k}$

$\vec{a} \times \vec{b} = -\vec{b} \times \vec{a}$ anticommutativo

$\vec{a} \times (\vec{b} + \vec{c}) = \vec{a} \times \vec{b} + \vec{a} \times \vec{c}$ distributivo



AREA PARALLELOGRAMMA $= (a_x + b_x) \cdot (a_y + b_y)$

$- b_x a_y - b_x a_y - \frac{1}{2} a_x a_y - \frac{1}{2} b_x b_y$

$- \frac{1}{2} a_x a_y - \frac{1}{2} b_x b_y$

$= a_x a_y + a_x b_y + b_x a_y + b_x b_y$

$\left| \begin{array}{l} - 2 b_x a_y - a_x a_y - b_x b_y \end{array} \right.$

$= a_x b_y - a_y b_x = (\vec{a} \times \vec{b})_z$

Campo Elettrico

$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ è una funzione che, dato un punto arbitrario nello spazio, restituisce il vettore campo elettrico

Data una particella di prova q, che si trova nel punto P vicino ad un gruppo di particelle cariche, il campo elettrico in P dovuto a esse è definito come il rapporto fra la forza $\vec{F}$ esercitata dal gruppo sulla carica di prova e la carica di prova q.

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Qq}{|\vec{r}|^3} \cdot \vec{r} = \vec{E} q$$



$$\hookrightarrow \boxed{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q\vec{r}}{|r|^3}}$$ CAMPO ELETTRICO GENERATO DA UNA CARICA PUNTIFORME N/C

Se ho più cariche puntiformi uso il principio di sovrapposizione

$$\vec{E}(r) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \sum_{i=1}^{N} \frac{Q_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|^3} (\vec{r} - \vec{r}_i)$$

CAMPO ELETTRICO GENERATO DA + CARICHE PUNTIFORMI

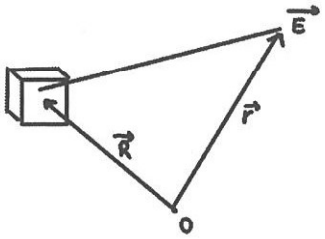
Le <u>LINEE DI CAMPO</u> sono rette che hanno origine dove c'è la carica q e si irraggiano nello spazio

↳ CAMPO USCENTE SE Q POSITIVA
CAMPO ENTRANTE SE Q NEGATIVA



NB. + sono vicino alla carica e più è intenso il campo!

- ρ = DENSITÀ DI CARICA VOLUMETRICA $\frac{C}{m^3}$ $\quad Q_{TOT} = \rho V$
- σ = DENSITÀ DI CARICA SUPERFICIALE $\frac{C}{m^2}$ $\quad Q_{TOT} = \sigma A$
- λ = DENSITÀ DI CARICA LINEARE $\frac{C}{m}$ $\quad Q_{TOT} = \lambda \ell$



$\vec{r}_i = \vec{R}$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \sum_{i=1}^{\infty} \frac{q_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|^3} (\vec{r} - \vec{r}_i) \simeq \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{\vec{r} - \vec{r}_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|^3} \rho(\vec{R}) \Delta V$$

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \sum \Delta V_i \cdot \rho(\vec{R}_i) \frac{1}{|\vec{r} - \vec{R}|^3} (\vec{r} - \vec{R})$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \int dV \, \rho(\vec{R}) \cdot \frac{1}{|\vec{r} - \vec{R}|^3} (\vec{r} - \vec{R})$$

ESERCIZI

30/09/21

1) Il campo elettrico nell'atmosfera vale $|\vec{E}| = 150\ N/C$ ed è diretto in verticale verso il basso. Confronta la forza che esercita il campo su un protone $q_e = 1{,}6 \cdot 10^{-19} C$, $m_p = 10^{-23} g$ con quella che la terra esercita sul protone stesso.

$$\vec{F}_e = q_e \cdot \vec{E} \qquad |\vec{F}_e| = 1{,}6 \cdot 10^{-19} C \cdot 150 \frac{N}{C} = 2 \cdot 10^{-17} N$$

$$\vec{F}_{gr} = m_p \cdot \vec{g} \qquad |\vec{F}_{gr}| = 10^{-23} g \cdot 9{,}8\ m/s^2 = 10^{-22} \frac{g\,m}{s^2} = 10^{-25} N$$

$$\frac{|\vec{F}_e|}{|\vec{F}_{gr}|} = \frac{2 \cdot 10^{-17} N}{10^{-25} N} = 2 \cdot 10^8 = 200.000.000$$

il campo esercita forza 200 milioni di volte più grande di quella terrestre