FISICA II

Prof. Giuliana Rizzo

Testo: "Fisica per scienze e ingegneria" (volume 2) (IV° edizione) Serway–Jewett (Edises)
(Fare es. in fondo, quando li dà)

homepage → testi esame + soluzioni

modalità esame: scritto ≥18 + ORALE
(no limiti di consegne)

Ricevimento: Giovedì/Ven. pomeriggio
da confermare per email

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Strumenti utili:
- vettori
- derivate
- integrali (di linea, sup. e volume)
- eq. differenziali (a coeff. costanti)

Argomenti:
- campo elettrico
- campo magnetico (magnetismo)
- corrente e circuiti in corrente continua

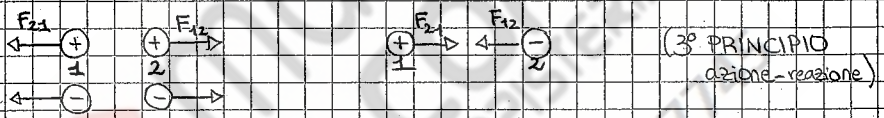
24/09/15

ELETTROSTATICA

I Greci già conoscevano le forze di tipo elettrico o magnetico.
Nel 700-800 (Millikan) si studiarono meglio questi fenomeni.

Proprietà note delle cariche elettriche:

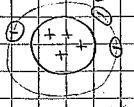
1) Esistono 2 tipi di cariche, per convenzione delle positive e negative.
Cariche dello stesso segno si respingono, cariche di segno opposto si attraggono.



(3° PRINCIPIO azione-reazione)

2) La carica (elettrica) in un sistema isolato si conserva.
Non può essere né creata né distrutta, posso solo spostarla all'interno del sistema isolato → la carica totale rimane invariata.

La materia è neutra ed è costituita da cariche positive e negative in ugual numero. Le cariche positive sono confinate all'interno del nucleo, quelle negative (elettroni) sono confinate all'interno degli orbitali o "livelli energetici".



Fenomeno dell'elettrizzazione per STROFINIO:
Se strofino una bacchetta neutra con un panno di lana, quest'ultimo sottrae un elettrone, diventando carico negativamente, mentre la bacchetta diventa carica positivamente.
In questo modo riesco a caricare un materiale isolante, il quale potrà attirare pezzi di carta.
(vedremo perché)

3) La carica elettrica è quantizzata, cioè esiste in multipli interi della carica elettrica elementare, ovvero quella dell'elettrone.

$|e^-| = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,C$ → Coulomb (unità di misura carica elementare)

$1\,C = \frac{1}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 6{,}24 \cdot 10^{18}\,e^-$

$$\begin{cases} q_{e^-} = -1{,}6 \cdot 10^{-19}\,C \\ q_{e^+} = +1{,}6 \cdot 10^{-19}\,C \end{cases}$$

e^+ → protone

$$\boxed{Q = N \cdot q_e}$$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Definizioni:

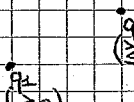
CONDUTTORE = materiale al cui interno le cariche elettriche sono libere di muoversi sotto l'azione di una forza elettrica.
metalli = portatori di e^- liberi

ISOLANTE = materiale al cui interno le cariche non sono libere di muoversi, ma stanno dove le posiziono (mantengono la posizione in cui vengono messe).

SEMICONDUTTORI = materiali intermedi che a seconda di come li tratto, possono variare di molti ordini di grandezza il numero dei portatori (o densità) di carica libera.

Forza di iterazione di cariche elettriche

o Forza di Coulomb = forza tra cariche puntiformi, libere nello spazio (nel vuoto).



$\vec{F}_{12}$ = Forza (di Coulomb) che q_1 esercita su q_2.

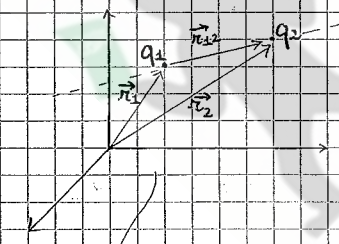
$$\vec{F}_{12} = K \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12}$$

versore (indica sempre la posiz./direzione della carica che subisce rispetto a quella che lo applica).

$\vec{r}_{12}$ = vettore posizione della carica q_2 che subisce la forza, rispetto a q_1, che genera questa forza.

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

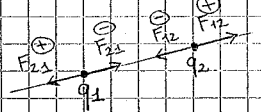
Devo stare attenta a come scrivo $\vec{r}_{12}$:



$$\vec{r}_{12} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

$$r_{12}^2 = |\vec{r}_{12}|^2 = \vec{r}_{12} \cdot \vec{r}_{12}$$

$$\hat{r}_{12} = \frac{\vec{r}_{12}}{|\vec{r}_{12}|}$$



$\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$

(3° Principio di Newton)

Regole:
① È una legge vettoriale (usare le relazioni tra vettori)
② La direzione è la congiungente tra i 2 punti dove si trovano le cariche.
③ verso: repulsivo se $q_1 q_2 > 0$ (stesso segno)
attrattivo se $q_1 q_2 < 0$ (segno opposto)
(dipende dal verso del versore e dal segno di $q_1 \cdot q_2$)
④ modulo: proporzionale a $\frac{1}{|r_{12}|^2}$, a $q_1 \cdot q_2$ e K.

$K = 9 \cdot 10^9 \ N m^2/C^2$

$[K] = \frac{[F] \cdot [l]^2}{[q]^2}$

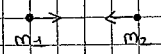
(analisi dimensionale da ripassare)

$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ ← cost. di Coulomb

ε_0 → costante dielettrica del vuoto o permeabilità del vuoto

$\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12} \ C^2/N \cdot m^2$ (Frivita)

Analogia con la:
Forza di attrazione gravitazionale

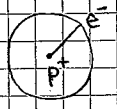


$$\vec{F}_G = -G\frac{m_1 m_2}{r_{12}^2}\cdot \hat{r}_{12} \qquad G = 6{,}67\cdot 10^{-11}\ \frac{N\cdot m^2}{Kg^2}$$

È sempre attrattiva perché $m_1 \cdot m_2 > 0$
La F_E come la F_G è conservativa.

Es. x casa
Valutare l'intensità della forza elettrica e gravitazionale tra il nucleo di un atomo di idrogeno H e il suo elettrone. Noterete che è la stessa.

Atomo di H



$r_e = 0{,}5\ \text{Å} = 0{,}5\cdot 10^{-10}\ m$

$m_e = 9\cdot 10^{-31}\ Kg$

$m_p = 1{,}6\cdot 10^{-27}\ Kg = 2000\ m_e$

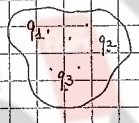
$|q_{e^-}| = |q_{e^+}| = 1{,}6\cdot 10^{-19}\ C$

F_e? F_G?

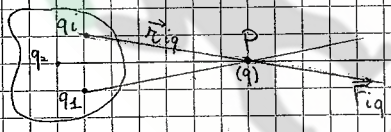
[FARE] ✓

DISTRIBUZIONE DI CARICA (Dq) = una serie di cariche puntiformi, quantizzate, disposte nello spazio in un certo modo.

Forza elettrostatica esercitata da una distribuzione di carica (Dq) su una carica q



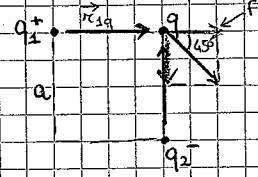
Vale il principio di sovrapposizione degli effetti per la forza elettrica, cioè:
la forza totale elettrostatica esercitata da una Dq su q in un punto P dello spazio è uguale alla somma vettoriale delle forze che le singole cariche q_i (che appartengono alla Dq) esercitano su q.



$$\vec{F}_{TOT\ elettr.} = \sum_i \vec{F}_{q_i,q}$$

$$\vec{F}_{iq} = K\frac{q_i q}{|\vec{r}_{iq}|^2}$$

Esercizio:
2 cariche sono disposte ai lati opposti di un quadrato di lato a=10cm. Hanno lo stesso modulo.



$a = 10\ cm$
$|q_1| = |q_2| = 2\ \mu C$
$q = +3\ \mu C$
$\vec{F}_{TOT\,q}$?

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Metodo grafico:

$$\vec{F}_{TOT} = \vec{F}_{q_2,q} + \vec{F}_{q_1,q}$$

$$\vec{F}_{q_1,q} = K\frac{q_1\cdot q}{|\vec{r}_{q_1q}|^2}\cdot \hat{r}_{q_1q}$$

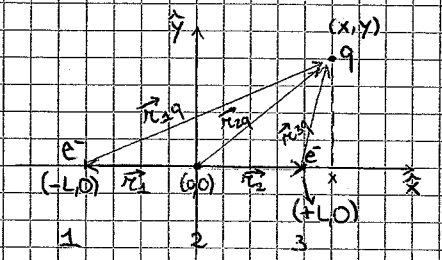
$$\vec{F}_{q_2,q} = K\frac{q_2 q}{|\vec{r}_{q_2q}|^2}\cdot \hat{r}_{q_2q}$$

$\vec{r}_{q_1q}$ = vettore posizione di q rispetto a q_1

Soluzione: $\vec{F}_{TOT}$ diretta verso il basso e disposta a 45° rispetto all'origine.

Metodo analitico

→ Scrivere/esprimere i vettori in componenti cartesiane (e poi scrivere i componenti)



- Adesso il metodo grafico non funziona.

$$\vec{F}_{tot,q}(x,y) = \sum_i K \frac{q_i q}{|\vec{r}_{iq}|^2}\hat{r}_{iq}$$ → posizione della carica q rispetto alla sorgente di forza q_i.

$\hat{r}_{iq} = \frac{\vec{r}_{iq}}{|\vec{r}_{iq}|}$ = vettore / = modulo

$$= \sum_i K \frac{q_i q}{|\vec{r}_{iq}|^3}\vec{r}_{iq}$$ → sommo le componenti dei vettori

Vettori:

$\vec{r}_1 = (-L,0)$ $\quad r_q = (x,y)$

$\vec{r}_2 = (0,0)$

$\vec{r}_3 = (+L,0)$

$\vec{r}_{1q} = \vec{r}_q - \vec{r}_1 = (x+L, y)$

$\vec{r}_{2q} = \vec{r}_q - \vec{r}_2 = (x, y)$

$\vec{r}_{3q} = \vec{r}_q - \vec{r}_3 = (x-L, y)$

modulo $|\vec{r}_{1q}| = [(x+L)^2 + y^2]^{1/2}$

$$\vec{F}_{tot,q} = Kq\left[\frac{q_1}{[(x+L)^2+y^2]^{3/2}}(x+L,y) + \frac{q_2}{[x^2+y^2]^{3/2}}(x,y) + \frac{q_3}{[(x-L)^2+y^2]^{3/2}}(x-L,y)\right]$$

$$= Kq\left[\frac{q_1[(x+L)\hat{x}+y\hat{y}]}{[(x-L)^2+y^2]^{3/2}} + \frac{q_2(x\hat{x}+y\hat{y})}{(x^2+y^2)^{3/2}} + \frac{q_3[(x+L)\hat{x}+y\hat{y}]}{[(x-L)^2+y^2]^{3/2}}\right]$$

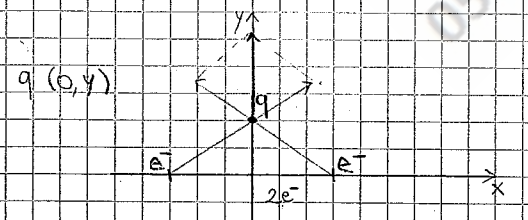
Cosa mi aspetto se:

- q sta sull'asse $\hat{x} \equiv (x,0)$, $y=0$
- q sta sull'asse $\hat{y} \equiv (0,y)$, $x=0$

→ quando $\hat{x} \equiv (x,0)$, $y=0$ → $F_{tot}(x,0) = (\ )\hat{x}$

$\hat{y} \equiv (0,y)$, $x=0$ → $F_{tot}(0,y) = (\ )\hat{y}$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745



Le componenti lungo l'asse x si annullano. Rimane solo la forza di 2e⁻ sull'asse y.

Vado a vedere cosa accade nella formula se $x=0$:

$$\vec{F}_{tot}(0,y) = Kq\left[\frac{q_1(-L,y)}{[L^2+y^2]^{3/2}} + \frac{q_2(0,y)}{y^3} + \frac{q_3(+L,y)}{[(-L)^2+y^2]^{3/2}}\right] = Kq\cdot\frac{q_2}{y^3}(0,y) = (\ )\hat{y}$$

opposti

↑ diretto lungo l'asse $\hat{y}$

OK

25/09/15

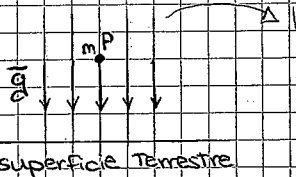
Esercizi cap. 23 (IV edizione)
nº 8, 11, 15, 17, 18 (da ora)
nº 21, 23, 27, 37, 41, 45, 49, 53, 57 (dalla 3ª lezione)

Ex compiti d'esame
Sett. 2013, 27/02/13, x/2/12, 2/7/14

CAMPO DI FORZA

↓
usato dai fisici per esprimere forze a distanza (non in contatto)

Campo di accelerazione di gravità



$\bar{F}_{peso,m}(P) = m\bar{g}(P)$ → $\bar{g}$ = campo di acceleraz. di gravità (vicino alla superficie terrestre). È definito in ogni punto dello spazio (uniforme).

Def.

$$\bar{g}(P) = \frac{\bar{F}_{m,peso}(P)}{m}$$

= è la forza peso per unità di massa (cioè forza divisa una massa) che subirebbe la massa m nel punto P.

in un punto generico P dello spazio

Se conosco il campo $\bar{g}$ in ogni punto P, conosco la forza peso ($\bar{F}_{peso}$) associata a quel campo in ogni punto.

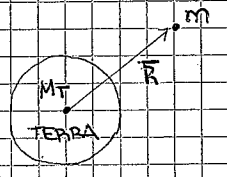
$\left(\bar{F}_{peso,m}(P) = m\bar{g}(P)\right)$

- $\bar{g}$ è un CAMPO VETTORIALE
- il campo $\bar{g}$ è presente nei punti P indipendentemente dalla massa m che posso mettere in P per misurare la forza.
- $\bar{g}$ campo dipende solo dalla sorgente della forza peso a cui è associato questo campo.
- $\bar{g}(P)$ è un campo uniforme ⇒ $\bar{g}$ (posso tralasciare le parentesi di dove è associato)

N.B. costante = costante nel tempo (non varia)

uniforme = uniforme nello spazio (non varia nello spazio).
⇒ Hanno derivata rispetto al tempo/o spazio, rispettivamente, nulla.

Campo gravitazionale



$$\bar{F}_{G,m}(\bar{R}) = \frac{-GM_T \cdot m}{R^2}\hat{R}$$ → forza gravitazionale che agisce su m in un punto individuato da $\bar{R}$

$$= \left(\frac{-G \cdot M_T}{R^2}\hat{R}\right) m$$

$\left(\frac{-G \cdot M_T}{R^2}\hat{R}\right) \Leftarrow \bar{G}$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745