INDICE

1) APPUNTI DEL CORSO ED ESERCIZI CORREZIONE DI 2 COMPITINI
2) RICEVIMENTO POMERIDIANO
3) COMPITI D'ESAME SVOLTI
4) SCHEMA DI TEOREMI E DIMOSTRAZIONI PER L'ORALE

master COPY COPISTERIA
MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745
050/8312126 388/9837745


master
COPY
COPISTERIA
050/8312126 388/9837745

FORMULARIO E CONCETTI CHIAVE

CAPITOLO 21: CARICA ELETTRICA

LEGGE DI COULOMB:

$$F = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

Agisce lungo la congiungente delle 2 cariche

$k = 8{,}99\cdot10^{9}\ N m^2/C^2$

$\varepsilon_0 = 8{,}85\cdot10^{-12}\ C^2/Nm^2$ costante dielettrica del vuoto

Principio di sovrapposizione:

$$F_{1\,net} = F_{12} + F_{13} + F_{14} + F_{15} \dots + F_{1n}$$

CARICA ELETTRICA = caratteristica intrinseca delle particelle fondamentali che costituiscono la materia
[C] = Coulomb
cariche dello stesso segno si attraggiono; di segno opposto si respingono

CARICA QUANTIZZATA

$$q = n\cdot e \qquad n = \pm1, \pm2, \pm3\dots$$

$e = 1{,}602\cdot10^{-19}\ C$ (carica elementare)

Conduttori sferici
Una carica in eccesso in 1 conduttore si sparge uniformem. sulla superficie (esterna)

Corrente:

$$I = \frac{dq}{dt} \qquad [A] = \frac{[C]}{[s]}$$

Ricorda:

$s = r\cdot\theta$

CAPITOLO 22: CAMPI ELETTRICI

CAMPO ELETTRICO

$$E = \frac{F}{q_0} \qquad [N/C]$$

linee di campo = linea orientata le cui rette tangenti indicano la direzione del vettore campo $\vec{E}$



Escono da cariche ⊕
entrano in cariche ⊖

CAMPO ELETTRICO GENERATO DA UNA CARICA PUNTIFORME

$$E = \frac{F}{q_0} = \frac{1}{q_0}\cdot\left(k\frac{|q||q_0|}{r^2}\right) = k\cdot\frac{|q|}{r^2}$$

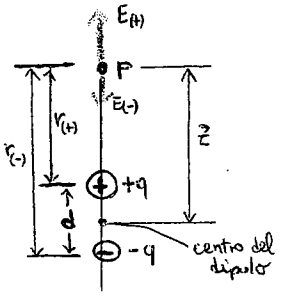
MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Campo elettrico netto o risultante generato da + di una carica puntiforme → PRINCIPIO DI SOVRAPPOSIZ.

$$F_0 = F_{01} + F_{02} + F_{03} \dots F_{0N}$$

$$E = \frac{F_0}{q_0} = \frac{F_{01}}{q_0} + \frac{F_{02}}{q_0} + \dots \frac{F_{0n}}{q_0} = E_1 + E_2 + E_3 \dots + E_n$$

CAMPO ELETTRICO GENERATO DA UN DIPOLO ELETTRICO → = composto da 2 particelle con cariche di uguale intensità q ma di segno opposto, poste ad una distanza d



$$E = E_{(+)} - E_{(-)} = k\frac{q}{r_{(+)}^2} - k\frac{q}{r_{(-)}^2} = kq\left(\frac{1}{(z-d/2)^2} - \frac{1}{(z+d/2)^2}\right)$$

$$= \frac{kq}{z^2}\left[\frac{1}{(1-\frac{d}{2z})^2} - \frac{1}{(1+\frac{d}{2z})^2}\right] = \frac{kq}{z^2}\cdot\left[\left(1-\frac{d}{2z}\right)^{-2} - \left(1+\frac{d}{2z}\right)^{-2}\right]$$

sviluppo binomiale: $\left[\left(1+\frac{2d}{2z(1!)}+\dots\right) - \left(1-\frac{2d}{2z(1!)}\right)\right]$

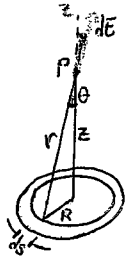
$$= \frac{kq}{z^2}\cdot\left[\left(1+\frac{d}{z}+\dots\right) - \left(1-\frac{d}{z}+\dots\right)\right] \overset{d/z \ll 1}{\approx} \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 z^2}\cdot\left(\frac{2d}{z}\right) = \frac{q}{2\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{d}{z^3}$$

$$E = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{p}{z^3}$$



$p = qd$ momento di dipolo elettrico
Ha direzione che va dalla carica ⊖ a quella ⊕.

CAMPO ELETTRICO GENERATO DA UNA CARICA LINEARE (ANELLO)



λ = densità di carica lineare

$$dE = K\cdot\frac{dq}{r^2} = K\cdot\frac{\lambda\, ds}{r^2} = K\cdot\frac{\lambda\, ds}{(z^2+R^2)}$$

$dq = \lambda\cdot ds$ ← Poiché $\lambda = \frac{q}{\ell}$ la lunghezza di un qualsiasi elemento differenziale ds (arco) dell'anello ha una carica dq data dall'ultima equazione.

La somma delle componenti perpendicolari $dE_\perp$ è nulla poiché per ogni componente $\perp$ che ha una certa direzione, esiste una componente che ha la medesima direzione ma verso opposto.
Consideriamo solo la componente parallela (a $\hat{z}$) di dE:

$$dE\cdot\cos\theta = K\cdot\frac{\lambda\, ds}{(z^2+R^2)}\cdot\cos\theta$$

$$\cos\theta = \frac{z}{r} = \frac{z}{(z^2+R^2)^{1/2}}$$

$$= K\cdot\frac{z\lambda}{(z^2+R^2)^{3/2}}\cdot ds$$

Per sommare tutte le componenti // di dE, integriamo sulla circonferenza dell'anello

$$E = \int dE\cos\theta = \int_0^{2\pi R}\frac{Kz\lambda}{(z^2+R^2)^{3/2}}\cdot ds = \frac{Kz\lambda}{(z^2+R^2)^{3/2}}\cdot\int_0^{2\pi R} ds = \frac{Kz\lambda}{(z^2+R^2)^{3/2}}\cdot(2\pi R)$$

$2\pi R = q$

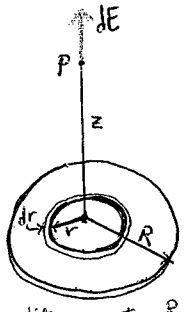
$$E = K\frac{qz}{(z^2+R^2)^{3/2}} \quad \text{(ANELLO CARICO)}$$

↓ Per un punto sull'asse centrale talmente lontano: $z \gg R$

$$E = K\cdot\frac{qz}{z^3} = K\cdot\frac{q}{z^2}$$ (Anello carico a grande distanza) $\Rightarrow$ A distanze sufficientemente grandi, l'anello "appare" come una carica puntiforme

Al centro dell'anello ($z=0$) $\rightarrow E = 0$
La F_{net} sarebbe nulla: la F prodotta da qualsiasi elemento dell'anello sarebbe compensata dalla F prodotta dall'elemento opposto dell'anello.

CAMPO GENERATO DA UN DISCO CARICO



Scomponiamo il disco in sottili anelli concentrici.

$$dE = K\cdot\frac{z\,dq}{(z^2+r^2)^{3/2}}$$ (anello)

$\sigma = \frac{q}{A}$ densità di carica superficiale

$dq = \sigma\cdot dA = \sigma\cdot(2\pi r\cdot dr)$ ← spessore radiale

$$= K\cdot\frac{z\cdot(\sigma\, 2\pi r\, dr)}{(z^2+r^2)^{3/2}}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{z\cdot\sigma 2\pi r\, dr}{(z^2+r^2)^{3/2}} = \frac{z\cdot\sigma}{2\varepsilon_0}\cdot\frac{2r\, dr}{(z^2+r^2)^{3/2}}$$

se la differenza tra R_{est} e R_{int} è trascurabile, altrimenti si integra da R_{int} a R_{est} (conviene da 0 a R)

$$E = \int dE = \frac{z\sigma}{4\varepsilon_0}\int_0^R (z^2+r^2)^{-3/2}\cdot 2r\, dr = \frac{z\sigma}{4\varepsilon_0}\left[\frac{(z^2+r^2)^{-1/2}}{-1/2}\right]_0^R = \frac{z\sigma}{2\varepsilon_0}\left(-(z^2+R^2)^{-1/2}+(z^{-1})\right)$$

$$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1}$$

$$= \frac{z\sigma}{2\varepsilon_0}\cdot\left(\frac{1}{z}-\frac{1}{\sqrt{z^2+R^2}}\right)$$

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\cdot\left(1-\frac{z}{\sqrt{z^2+R^2}}\right)$$ (z: distanza sull'asse del disco dove viene calcolato E; R: raggio disco)

↓ $R\to\infty$

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$ (PIANO INFINITO) $\rightarrow$ $\vec{E}$ generato da una distribuz. di carica uniforme su un piano infinito

CARICA PUNTIFORME IN UN CAMPO ELETTRICO

Forza elettrostatica che agisce su una particella carica in un campo elettrico esterno:

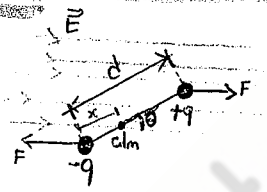
$F = qE$ → ha stesso orientamento di E se q è positiva
ha orientamento opposto a E se q è negativa

DIPOLO DI UN CAMPO ELETTRICO

MOMENTO DI UN DIPOLO (p) → vettore diretto lungo l'asse di dipolo, nel verso che va dalla carica ⊖ a ⊕.
Quando un dipolo elettrico, il cui momento di dipolo è p, si trova in un campo elettrico E, il campo esercita un momento torcente τ sul dipolo stesso:

$$\boxed{\tau = p \times E} = \boxed{\tau \cdot E \cdot \sin\theta} \quad \text{(momento torcente su un dipolo)}$$

↳ Dimostrazione



Le forze elettrostatiche +e -F agiscono in direzioni opposte ma con stessa intensità (qE)
Campo uniforme => $F_{net} = 0$
Queste forze però esercitano sul dipolo un "τ" rispetto al centro di massa (cdm)

$$\tau = F \cdot r \cdot \sin\theta$$

$$\tau_{net} = F \cdot x \cdot \sin\theta + F(d-x)\cdot\sin\theta = F \cdot d \sin\theta$$

$$\tau = (qE)\cdot\left(\frac{p}{q}\right)\cdot\sin\theta = pE\sin\theta \qquad p = qd$$

Il dipolo elettrico ha un' ENERGIA POTENZIALE U associata all'orientam. del campo:

$$U = -p \cdot E = -pE\cos\theta$$

$U_{min} \Leftrightarrow \theta = 0$ (p e E // e concordi)
$U_{max} \Leftrightarrow \theta = 180°$ (p e E // e discordi)

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

$$\Delta U = -L$$

$$U_f - U_i = -\int_{\theta}^{90°} \tau\, d\theta$$

$$U_f = +\int_{90°}^{\theta} pE\sin\theta\, d\theta = pE\int_{90°}^{\theta}\sin\theta\, d\theta = pE\left[-\cos\theta\right]_{90°}^{\theta} = \boxed{pE\left(-\cos\theta\right)}$$

L svolto da E sul dipolo:

$$L = -\Delta U = -(U_f - U_i) = U_i - U_f$$

L svolto dal momento torcente applicato è l'opposto del lavoro svolto sul dipolo da E

$$L_\tau = -L = U_f - U_i$$