

INTRODUZIONE AL CORSO

massa --> carica

ricevimento

testo

(Mencuccini-Silvestrini / Mazzoldi-Nigro-Voci
/ Giancoli / Serway / Tipler / Halliday)

come si studia (problema di fisica o di matematica?)

esame

passaggio II anno

tutoring

FISICA II

<http://www.sbai.uniroma1.it/sciubba-adalberto/fisica-ii/2017-2018>

LEZ 1

SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

FISICA

dal corso precedente

azioni sui corpi (forze e momenti di forze)

leggi di conservazione

energia potenza

trigonometria

vettori

derivate

integrali

tecniche per la soluzione di problemi applicativi

LEZ 1

SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

PROGRAMMA	ESEMPI DI APPLICAZIONI
1) elettrostatica nel vuoto	inkjet, xerox, radiografie
2) elettrostatica nella materia	elettrodi ECG, elettroforesi
3) corrente elettrica stazionaria	motori D.C., illuminazione LED
4) corrente elettrica lentamente	defibrillatore, pacemaker
5) campo magnetico nel vuoto	RM, motori elettrici
6) campo magnetico nella mater	magneti
7) induzione elettromagnetica	generatori, trasf., acc. med. nucl.
8) onde elettromagnetiche	telecomunicazioni
9) ottica geometrica	strumenti ottici, fibre ottiche
10) ottica fisica	OCT:tomografia a coerenza ottica

LEZ 1

SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

$$\begin{aligned}
 \vec{\nabla} \cdot \vec{D} &= \rho \\
 \vec{\nabla} \cdot \vec{B} &= 0 \\
 \vec{\nabla} \times \vec{E} &= -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\
 \vec{\nabla} \times \vec{H} &= \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}
 \end{aligned}
 \text{MAXWELL}$$

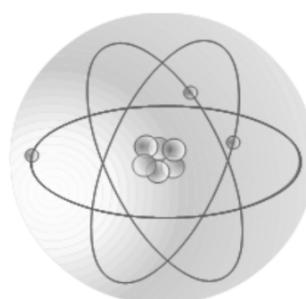
1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO

da cosa è costituita la materia?

vuoto !!!

$$r_{\text{elettrone}} < 10^{-20} \text{ m}$$

$$r_{\text{atomo}} \approx 10^{-10} \text{ m}$$



$$r_{\text{nucleo}} \approx 10^{-14} \text{ m}$$

+ forze fondamentali: Coulomb

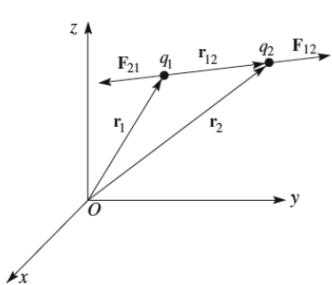
+ forza forte (neutroni)

LEZ 1

SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO

legge di Coulomb
(cariche puntiformi, ferme nel vuoto)



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

$\widehat{r_{12}}$ da \vec{r}_1 a \vec{r}_2

$$k = 9,0 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad \epsilon_0 = 8,9 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Nm}^2}$$

costante dielettrica (o permittività) del vuoto

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \widehat{r_{12}}$$

SI: un coulomb è la carica trasportata da una corrente di intensità un ampere in un secondo: $1 \text{ C} = 1 \text{ A} \times 1 \text{ s}$

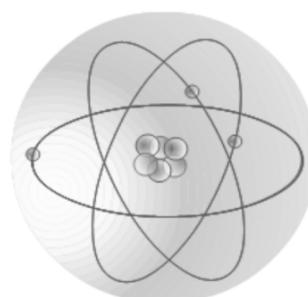
LEZ 1

SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO caratteristiche delle cariche

quantizzazione della carica $q_p = -q_e = e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
 e = unità di carica elementare indivisibile

il coulomb è una carica enorme:
 μC = micro coulomb: 10^{-6} C
 nC = nano coulomb: 10^{-9} C
 pC = pico coulomb: 10^{-12} C

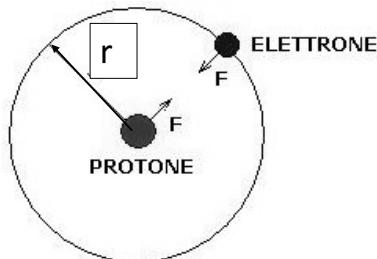


LEZ 1

SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO

intensità della forza



$$\overrightarrow{F_{Coulomb}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$$

$$\overrightarrow{F_{\text{grav}}} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{r}$$

$$\frac{F_C}{F_g} = \frac{9,0 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2}{-6,7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2} \frac{+1,6 \times 10^{-19} \text{ C}}{1,7 \times 10^{-27} \text{ kg}} \frac{-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}}{9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}} \approx 2 \cdot 10^{39}$$

LEZ 1

SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO

intensità della forza

se le forze di natura elettrica sono così intense perché invece percepiamo soprattutto la gravità?

$$Q_{TOT} = N_{protoni} \times (+e) + N_{elettroni} \times (-e) \quad \text{con } N_{protoni} = N_{elettroni} \\ \rightarrow Q_{TOT} = 0 !!!$$

LA MATERIA E' MACROSCOPICAMENTE NEUTRA

LEZ 1

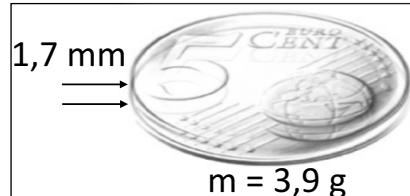
SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

1) ELETROSTATICA NEL VUOTO

$N_{\text{protoni}} = N_{\text{elettroni}}$?



X 2



5 centesimi di euro (€ 0,05) è uno degli 8 tagli delle monete in euro. Come le monete da 1 e 2 centesimi è di acciaio con placcatura in rame (da cui il colore rossastro): la percentuale di acciaio è del 94,64% mentre quella del rame del 5,36%.

acciaio ~ ferro : $A = 56$; $Z = 26$

Q_{protoni} :

$$\frac{3,9 \text{ g}}{56 \text{ g/mol}} \times 6 \cdot 10^{23} \frac{\text{nuclei}}{\text{mol}} \times 26 \frac{\text{protoni}}{\text{nucleo}} \times 1,6 \cdot 10^{-19} \frac{\text{coulomb}}{\text{protone}} = 174 \text{ kC}$$

se ci fosse un eccesso al 10^{-13} = $1/10\ 000\ 000\ 000\ 000 \rightarrow 17,4 \text{ nC}$

$$a = F/m = 9 \cdot 10^9 \times \frac{(17,4 \times 10^{-9})^2}{(1,7 \times 10^{-3})^2} \times \frac{1}{3,9 \times 10^{-3}} \approx 200 \text{ m/s}^2 !!!$$

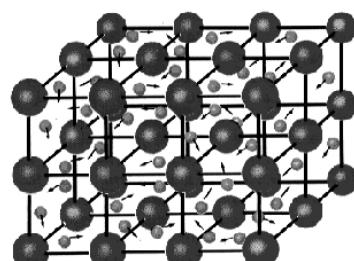
LEZ 1

SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

1) ELETROSTATICA NEL VUOTO come perdere la neutralità (localmente)

MATERIALI

- isolanti - dielettrici (cariche fisse)
- conduttori (cariche libere di muoversi)



ROSSO elettroni di valenza

BLU elettroni di conduzione (liberi)

LEZ 1

SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO come perdere la neutralità (localmente)



ELETTRIZZAZIONE

- **strofinio (isolanti)**
- **contatto (conduttori)**
- **induzione**

per ottenere una carica di 1 nC è sufficiente spostare un elettrone ogni 10^{13} - 10^{14}

LEZ 1

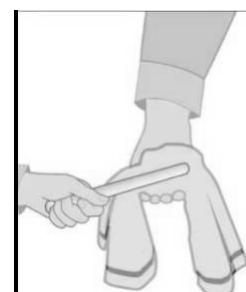
SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO

elettrizzazione

STROFINIO FRA MATERIALI ISOLANTI

la forza di attrito strappa alcuni elettroni che passano da un materiale all'altro



l'ambra prende e^- (elettricità resinosa – PVC^-)
il vetro cede e^- (elettricità vetrosa – plexiglas^+)

si possono ottenere microcoulomb

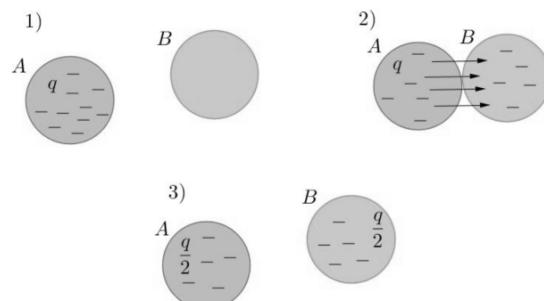
ambra \leftrightarrow electron

LEZ 1

SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

1) ELETROSTATICA NEL VUOTO**elettrizzazione****CONTATTO FRA MATERIALI CONDUTTORI**

nel contatto gli elettroni si ridistribuiscono fra i due corpi

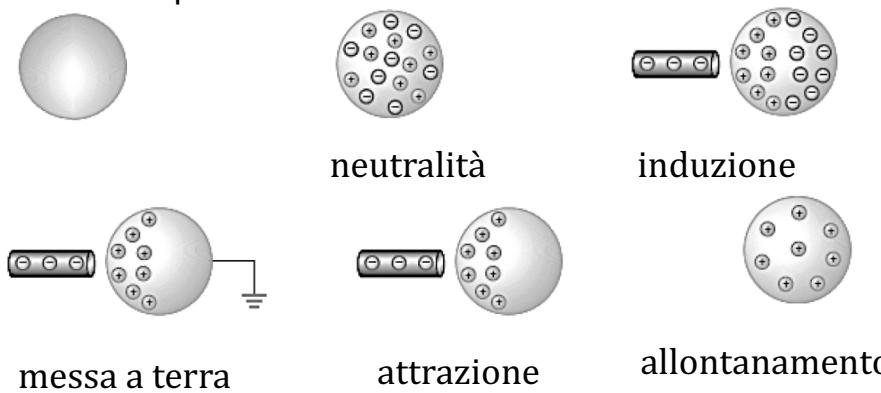


LEZ 1

SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

1) ELETROSTATICA NEL VUOTO**elettrizzazione****INDUZIONE SU MATERIALI CONDUTTORI**

gli elettroni si ridistribuiscono per allontanarsi quanto più possibile tra di loro ma risentendo dell'eventuale attrazione da parte di cariche positive



LEZ 1

SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

1) ELETROSTATICA NEL VUOTO**elettrizzazione****INDUZIONE SU MATERIALI ISOLANTI**

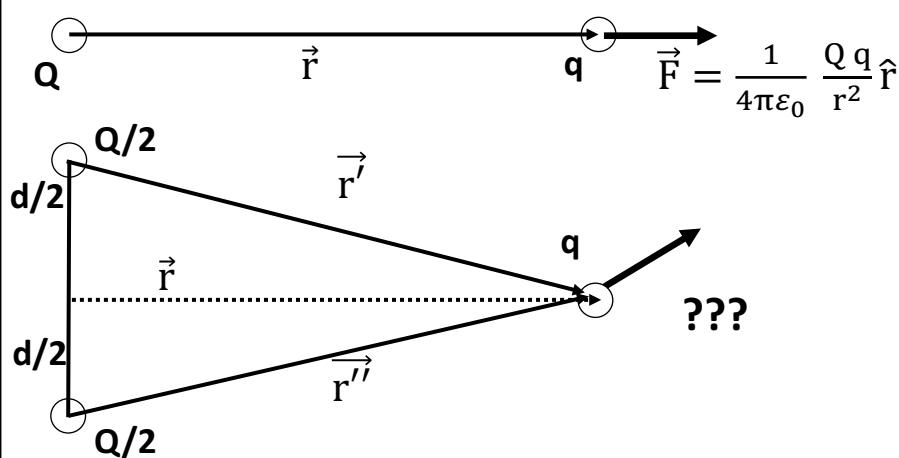
gli elettroni del dielettrico subiscono l'azione delle forze originate dal corpo carico ma non sono in grado di allontanarsi dai rispettivi nuclei (polarizzazione) → vedremo dopo

LEZ 1

SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

1) ELETROSTATICA NEL VUOTO**esempio**

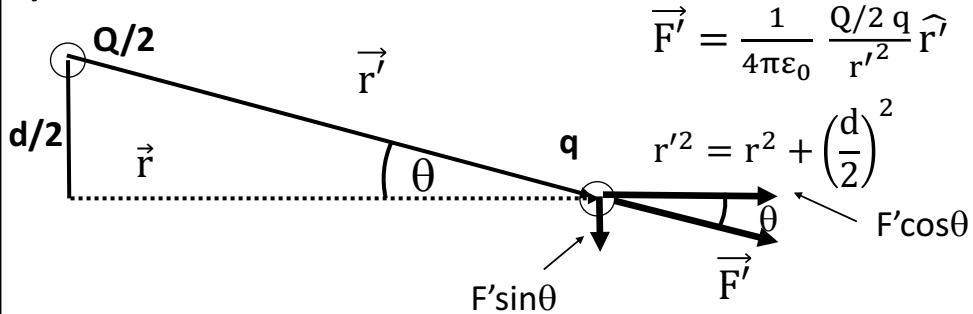
$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12}$$



LEZ 1

SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

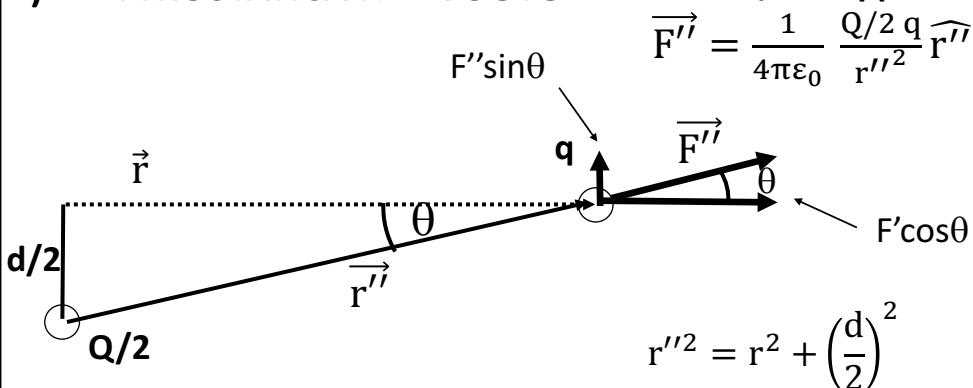
1) ELETROSTATICA NEL VUOTO additività/sovraposizione



LEZ 1

SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

1) ELETROSTATICA NEL VUOTO additività/sovraposizione



LEZ 1

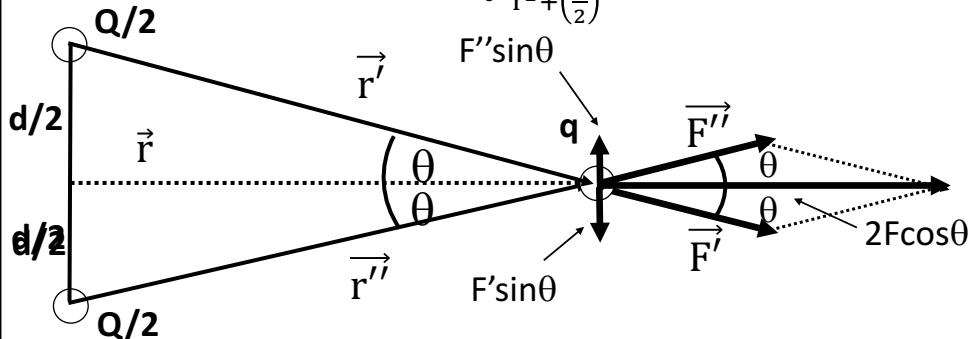
SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO additività/sovraposizione

$$\vec{F}' = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q/2 q}{r'^2} \hat{r}' \quad \vec{F}'' = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q/2 q}{r''^2} \hat{r}''$$

$$r'^2 = r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2 \quad r''^2 = r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2 \quad r'^2 = r''^2 = r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

$$F' = F'' = F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q/2 q}{r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2} \quad \vec{F}' \neq \vec{F}'' !!!$$



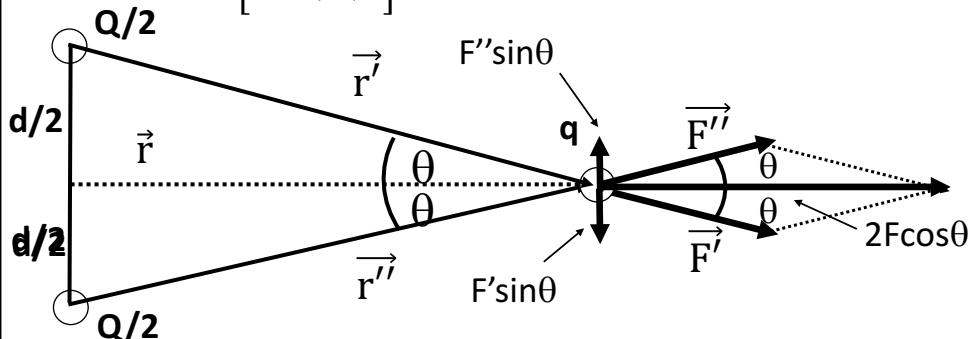
LEZ 1

SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO additività/sovraposizione

$$F' = F'' = F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q/2 q}{r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2} \quad 2F\cos\theta = 2 \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q/2 q}{r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2} \frac{r}{\sqrt{r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2}}$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q q}{r^2} \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{d}{2r}\right)^2\right]^{3/2}} \quad \text{se } d \ll r \text{ allora } \cos\theta \sim 1$$



LEZ 1

SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18

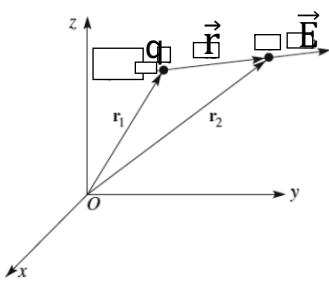
1) ELETROSTATICA NEL VUOTO dalla forza al campo

q_0 CARICA ESPLORATRICE

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12}$$

$\vec{E}(\vec{r})$ CAMPO VETTORIALE

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q q_0}{r^2} \hat{r}$$



$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r}$$

$$\vec{g} = \frac{\vec{F}_{\text{peso}}}{m} \quad \vec{g} = -G \frac{M_{\text{terra}}}{R^2} \hat{r}$$

$$[E] = \text{N/C} = \text{V/m} = \text{volt/metro}$$

LEZ 1

SAPIENZA - Ingegneria Clinica - FISICA II – A. Sciubba 2017-18