

# FISICA 2

6/10/20

Fisica disciplina induttivo-deduttiva

OSSERVAZIONI  
ESPERIMENTI

INDUZIONE

PRINCIPIO  
FISICO

fatti

ASSIOMA o  
POSTULATO

DEDUZIONE

TEORIA  
FISICA

esempio induzione: il sole sorgerà ~~tutte le mattine~~

" deduzione: sillogismo  $\left. \begin{array}{l} \text{tutti uomini bipedi} \\ \text{Lor è uomo} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{Lor bipede}$

MATEM → DEDUTTIVA

ESEMPI

ELETTROM CLASSICO → studio del campo  
el magnetico

$\vec{E}(\vec{r}, t)$   $\vec{B}(\vec{r}, t)$

$\vec{F}(\vec{r}, t)$   $\neq$  tensore di campo  
elm

ASSIOMI ELM

def di CAMPO : Forza di Lorentz

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

↑ carica di prova

↑ velocità

Eq di MAXWELL: equivalenti ai principi fisici

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad \vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$$

densità di carica

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

cost fisiche

densità di corrente

6 incognite  $\vec{E}, \vec{B}$   
 vdi. Misura  $\rightarrow$  MKS

## ESEMPIO 2 $\rightarrow$ Relatività speciale

Assiomi  $\left\{ \begin{array}{l} \text{tutti i sistemi di riferim inerziali sono} \\ \text{equivalenti (Galileo)} \\ \text{la velocità della luce } c \text{ è invariante} \end{array} \right.$

# ELETTROSTATICA

cariche libere

def CARICA ELETTRICA:

proprietà di alcune particelle  
si manifesta come una forza tra queste  
particelle

↓  
Tra  $\forall$  2 particelle cariche  $\Rightarrow$  posso  
descrivere come un n. REALE  $\left\{ \begin{array}{l} \text{positivo} \\ \text{negativo} \end{array} \right.$   
convenzione elettrone  $\rightarrow$  carica negativa

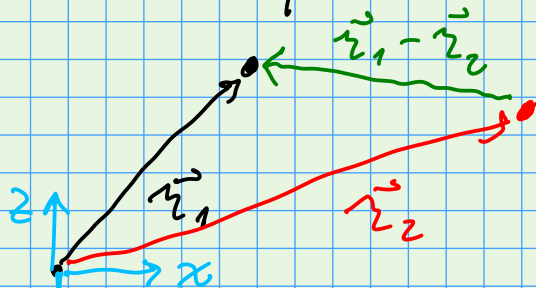
Dati sperimentali  $\rightarrow$  INDUTTIVO

① Forza tra 2 cariche  $\propto$  al prodotto delle  
cariche

$$F \propto q_1 q_2$$

② Forza  $\propto$  prop all'inverso quadrato distanza

$$F \propto \frac{1}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^2}$$

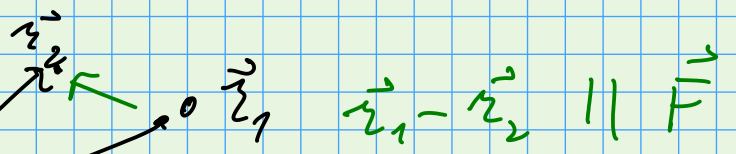


$\vec{r}_1 =$  vettore posiz part 1  
 $\vec{r}_2 =$  " " " 2

$$\vec{r}_1 = \vec{r}_2 + (\vec{r}_1 - \vec{r}_2)$$

$|\vec{r}_1 - \vec{r}_2| =$  distanza tra le due cariche

③ La direzione della forza  
 // all'asse tra le due cariche



④ Il verso del vettore ←  
 attrattiva  
 repulsiva

① + ② + ③ + ④ ⇒ LEGGE di COULOMB

$$\vec{F}_{12} = k q_1 q_2 \frac{(\vec{r}_1 - \vec{r}_2)}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^3} = k \frac{q_1 q_2 (\vec{r}_1 - \vec{r}_2)}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^3}$$

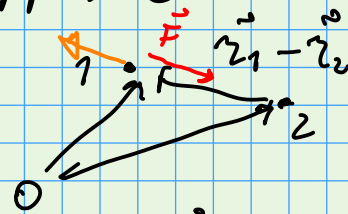
↑ versore

Forza che la carica 2 esercita sulla carica 1  
 = - Forza " " " " " " " " 2

Forza attrattiva se cariche opposte

$$\vec{F}_{12} = k q_1 q_2 \frac{(\vec{r}_1 - \vec{r}_2)}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^3}$$

$k > 0$



se  $q_1$  e  $q_2$  hanno segno opposto ⇒  $\vec{F}_{12}$  ha verso  
 OPPOSTO a  $\vec{r}_1 - \vec{r}_2$   
 $\vec{F}_{12}$  stesso verso  $\vec{r}_1 - \vec{r}_2$   
 " " " " stesso segno

def di carica  
 ↓

① + ② + ③ + ④ ⇒ LEGGE di COULOMB

## ⑤ PRINCIPIO di SOVRAPPOSIZIONE

se aggiungo altre cariche, la forza totale è la SOMMA delle forze che avrei considerando ciascuna carica indipendentemente.

$$\vec{F}_{1TOT} = k q_1 \sum_i \frac{q_i (\vec{r}_1 - \vec{r}_i)}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_i|^3}$$

Unità di Misura → valore di  $k$

- Unità di Gauss (cgs) →  $k=1$  adimensionale  
 ⇒ la carica elettrica è misurata in ESU:

$$1 \text{ ESU} = \frac{1 \text{ cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2}}{\text{s}}$$

- Unità MKS (SI sistema Internazionale) ⇒  $q$  è misurata in Coulomb:  $1 \text{ C} \stackrel{\text{def}}{=} \text{forza tra 2 conduttori attraversati da una corrente di } 1 \text{ C al secondo e } 1 \text{ m}$   
 ↑ Legge di Ampere

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

$$\epsilon_0 = 8.9 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}}{\text{V m}}$$

permettività del vuoto

$$\text{cgs} \quad F = \frac{q_1 q_2}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^2}$$

$$\text{MKS} \quad F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^2}$$

# PARENTESI → TRUCCO del CONTROLLO DIMENSIONALE

$$A = B$$

$$A + B$$

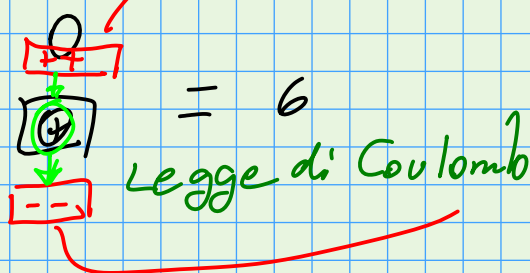
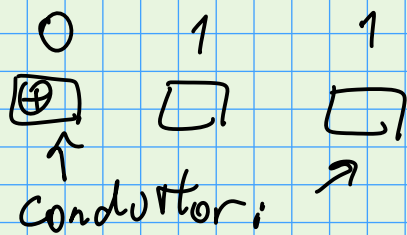
A e B devono avere la stessa unità di misura (stesse dimensioni)

$$1L \neq 2m$$

## APPLICAZIONE legge di Coulomb

### MEMORIA FLASH

matrice di isole e di conduttori circondate da isolanti



## CAMPO ELEITRICO

Dato un set di cariche vogliamo determinare il campo di forze che esercita su una carica di prova cioè prendiamo una carica  $Q$  e la mettiamo in ogni punto dello spazio e misuriamo la forza

$$\vec{E} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\vec{F}}{Q}$$

$$\vec{E}(\vec{r}, t) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\vec{F}(\vec{r}, t)}{Q}$$

$$\text{Forza di Lorentz} \quad \vec{F} = Q\vec{E}$$

$\vec{E}$  è il campo prodotto da tutte le cariche tranne la carica di prova  $Q$

Se ho  $N$  cariche  $\rightarrow$  prin di sovrapp

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_1 (\vec{r}_Q - \vec{r}_1)}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_Q|^3} + \frac{q_2 (\vec{r}_Q - \vec{r}_2)}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_Q|^3} + \dots \right)$$

↑  
posiz carica 1

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N \frac{q_i (\vec{r} - \vec{r}_i)}{|\vec{r} - \vec{r}_i|^3} = \sum_i \vec{E}_i(\vec{r})$$

↑  
carica part i

↑  
posiz part i

↑  
campo e prodotto da part i

IL campo è "REALE"?  $\rightarrow$  Sì il campo possiede energia e momento

↑  
?

• CAMPO DOVUTO ad una distribuzione continua di cariche

facciamo finta che la carica non sia <sup>discreta</sup> quantizzata

buona approssimazione se consideriamo cariche  $\gg$  del quanto di carica  $\sim 10^{-19} \text{C}$

APPROSSIMAZ che funziona bene  $\rightarrow$  fenomeni macroscopici

$$\hookrightarrow dq(\vec{r})$$

campo scalare  $\rightarrow$  quantifier infinitesimi di cariche nella posizione  $\vec{r}$