Università degli Studi di Pavia
**CENTRO DI STUDI PER LA DIDATTICA**
**DELLA FACOLTA' DI SCIENZE**
via Bassi, 6 27100 PAVIA tel. 0382 507471

**A.I.F.**
**SEZIONE DI PAVIA**
via Bassi, 6 tel. 507471

# XXVIII CORSO DI AGGIORNAMENTO IN FISICA
# ANNO 2005
## Einstein e l'anno 1905

Adalberto Piazzoli

Esperienze di elettrodinamica

Pavia - Autunno 2005

" IL CAMPO MAGNETICO

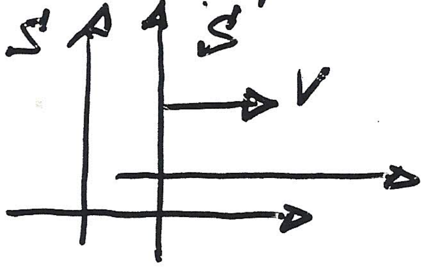
.... NON ... ESISTE! "

" CIÒ CHE MI CONDUSSE PIÙ O MENO DIRETTAMENTE ALLA TEORIA DELLA R. S. FU LA CONVINZIONE CHE LA FORZA ELETTROMAGNETICA AGENTE SU UN CORPO IN MOTO IN UN CAMPO MAGNETICO NON FOSSE ALTRO CHE UNA FORZA ELETTRICA "

ALBERT EINSTEIN

# TRASFORMAZIONI DI LORENTZ

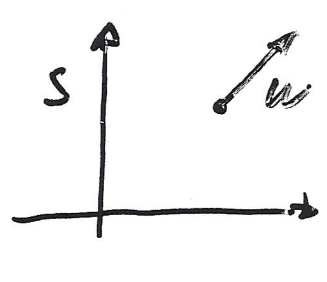
## 1- COORDINATE

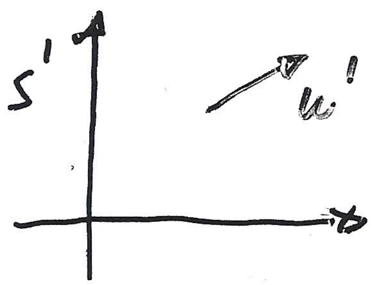



$$\begin{cases} x' = \gamma\,(x - vt) \\ y' = y \\ t' = \gamma\left(t - \dfrac{vx}{c^2}\right) \end{cases} \qquad \begin{cases} x = \gamma\,(x' + vt) \\ y = y' \\ t = \gamma\left(t' + \dfrac{vx'}{c^2}\right) \end{cases}$$

CON $\gamma = \dfrac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$

## 2- FORZE




$$\begin{cases} F_x' = \dfrac{F_x - v/c^2\, \vec{F} \times \vec{u}}{1 - \dfrac{v}{c^2} u_x} \\ \\ F_y' = \dfrac{F_y/\gamma}{1 - \dfrac{v}{c^2} u_x} \end{cases} \qquad \begin{cases} F_x = \dfrac{F_x' + \dfrac{v}{c^2}\, \vec{F'} \times \vec{u'}}{1 + \dfrac{v}{c^2} u_x'} \\ \\ F_y = \dfrac{F_y'/\gamma}{1 + \dfrac{v}{c^2} u_x'} \end{cases}$$

SE FOSSE $u = 0$ :

$$\begin{cases} F'_x = F_x \\ F'_y = \dfrac{F_y}{\gamma} \end{cases} \qquad \begin{cases} F_x = F_x' \\ F_y = \dfrac{F_y'}{\gamma} \end{cases}$$

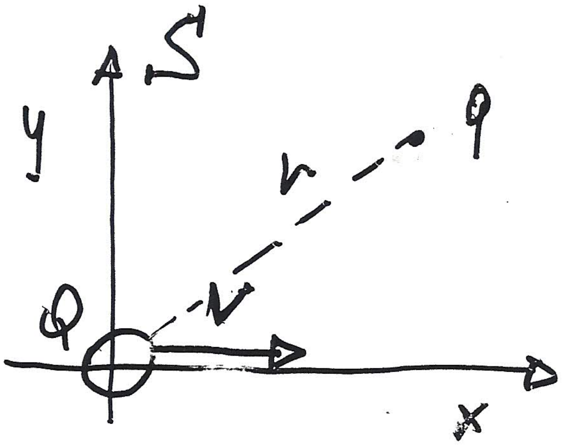
3 $m = \gamma m_0$

$Q = Q_0$ INVARIANTE RELATIVISTICO

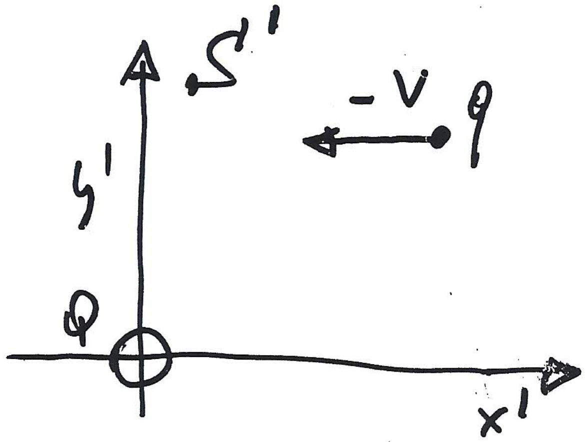
SPERIMENTALMENTE GARANTITO

(ES.: NEUTRALITÀ DEGLI ATOMI)

# 1° CASO




$E = ?$




$$E' = k \frac{Qq}{r'^2} \frac{\vec{r}_1}{r'}$$

DALLE T.L. $\left[\text{CON } u' = u'_x = -V\right]$ :

$$\begin{cases} F_x = F'_x & F_y = \gamma F'_y \\ x' = \gamma x & y' = y \end{cases}$$

QUINDI :

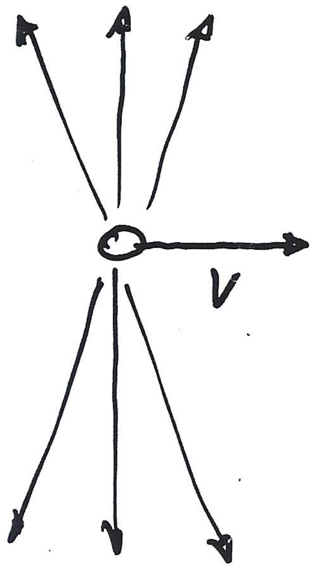
$$F'_x = k \frac{Qx'q}{r_1^3} \longrightarrow F_x = \frac{\gamma k Q x q}{(\gamma^2 x^2 + y^2)^{3/2}}$$

$$F'_y = \frac{k Q y' q}{r_1^3} \longrightarrow F_y = \frac{\gamma k Q y q}{(\gamma^2 x^2 + y^2)^{3/2}}$$

E ALLORA :

$$\vec{E} = k\, Q \, \frac{\gamma \vec{r}}{(\gamma^2 x^2 + y^2)^{3/2}}$$

CIOÈ

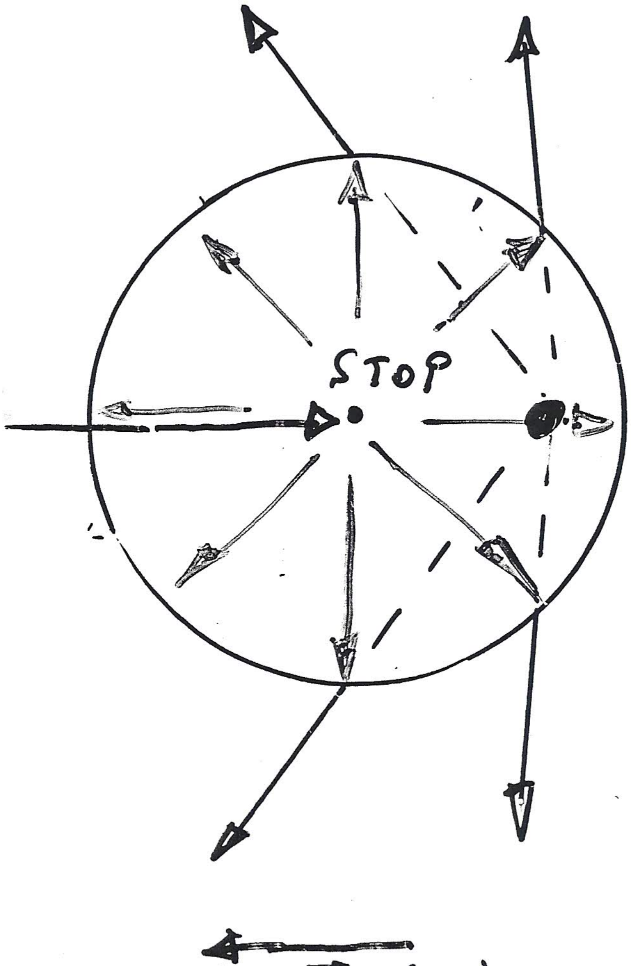



CONTRATTO MA...

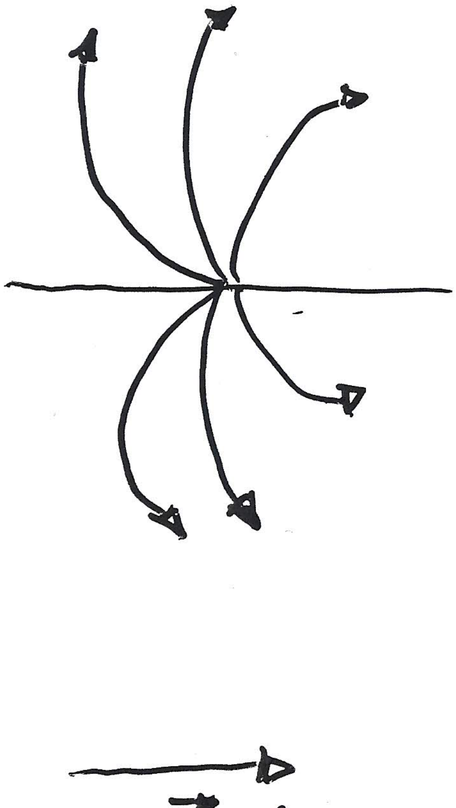
ANCORA RADIALE

COME È

POSSIBILE?

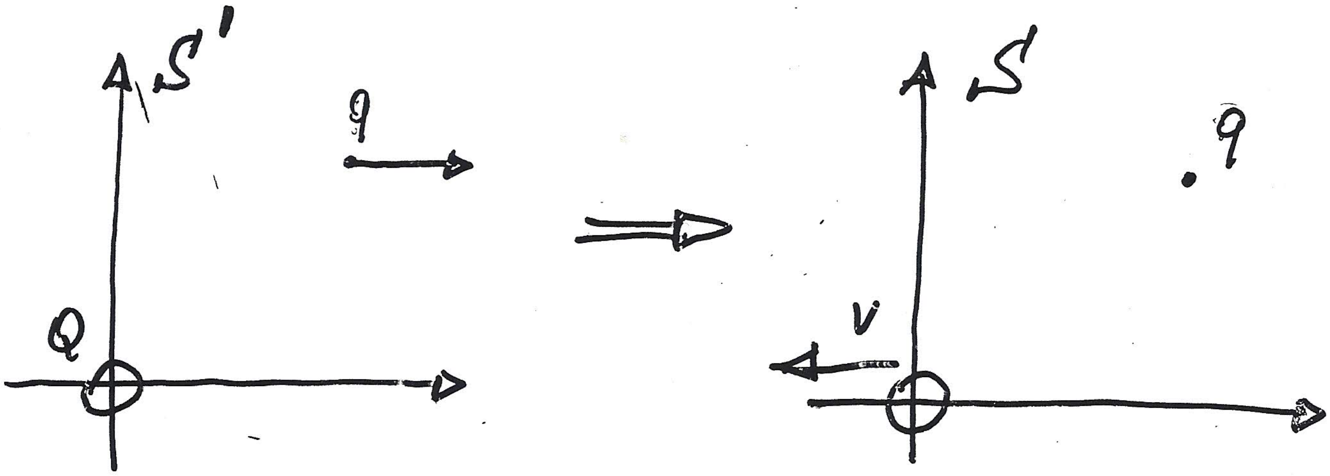



$\vec{a}$ ($\infty$)



$\vec{a}$ (FINITA)

2° CASO




COME 1° CASO :

DALLE T.L.
CON $\omega=0$

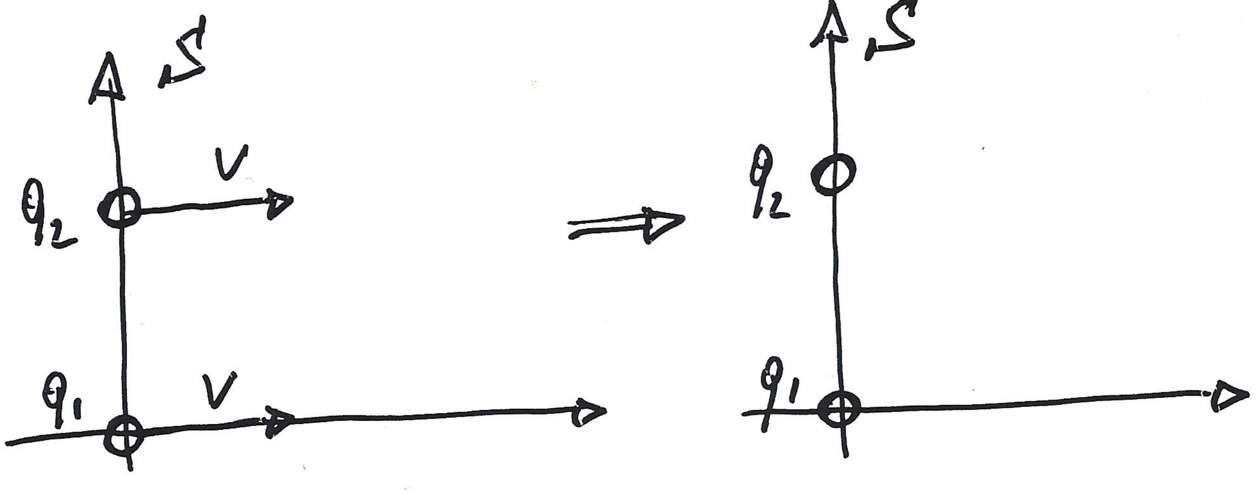
$$\begin{cases} F_x = \dfrac{k Q \gamma x q}{(\gamma^2 x^2 + y^2)^{3/2}} \\ F_y = \dfrac{k Q \gamma y q}{(\gamma^2 x^2 + y^2)^{3/2}} \end{cases}$$

$$F_x' = F_x = \frac{k Q x' q}{(x_1^2 + y_1^2)^{3/2}}$$

$$F_y' = \frac{F_y}{\gamma} = \frac{k Q y' q}{(x'^2 + y'^2)^{3/2}}$$

LA FORZA SUBITA DA UNA q POSTA IN P NON DIPENDE DAL SUO STATO DI MOTO

# 3° CASO




DALLE T.L. CON $u'=0$

$$\begin{cases} F_x' = 0 \\ F_y' = k\dfrac{q_1 q_2}{y'^2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_x = 0 \\ F_y = \dfrac{F_y'}{\gamma} \end{cases}$$

SE $q_2$ FOSSE IN QUIETE (IN S):

$$F_y^* = \gamma k \frac{q_1 q_2}{y^2} \qquad [\text{VEDI CASO } 1°]$$

ALLORA: $F_y - F_y^* = \left(\frac{1}{\gamma} - \gamma\right) k \frac{q_1 q_2}{y^2} = -\beta^2 \gamma k \frac{q_1 q_2}{y^2}$

QUALCOSA ANCORA NON VA?

$F_y$ IN $S$ E $\gamma F_y$ IN $S'$ ?

$F$ NON È UN INVARIANTE!

E POI:

$\Delta t$ IN $S$ $\qquad \dfrac{\Delta t}{\gamma}$ IN $S'$

PER CUI:

$$F_y \Delta t = F_y' \Delta t'$$

$$\rightarrow \boxed{\underbrace{F_y - F_y^*} = -\beta^2 F_y^*}$$

FORZA "MAGNETICA"

LA OTTERREI ANCHE COSÌ :

$$\left.\begin{aligned} \vec{F} &= q_1 \vec{v} \wedge \vec{B} \\ \vec{B} &= \frac{\vec{v}}{c^2} \wedge \vec{E} \end{aligned}\right\}$$

E RICORDANDO CHE :

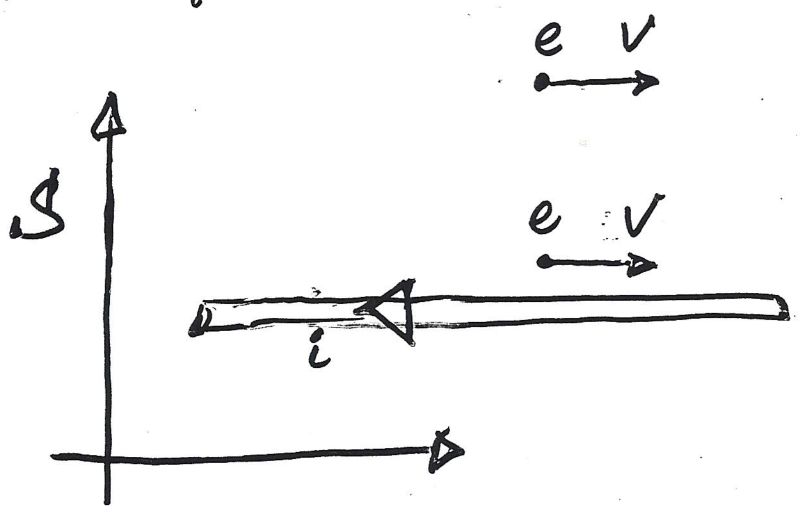
$$\vec{A} \wedge [\vec{B} \wedge \vec{C}] = \vec{B}[\vec{A} \times \vec{C}] - \vec{C}[\vec{A} \times \vec{B}]$$

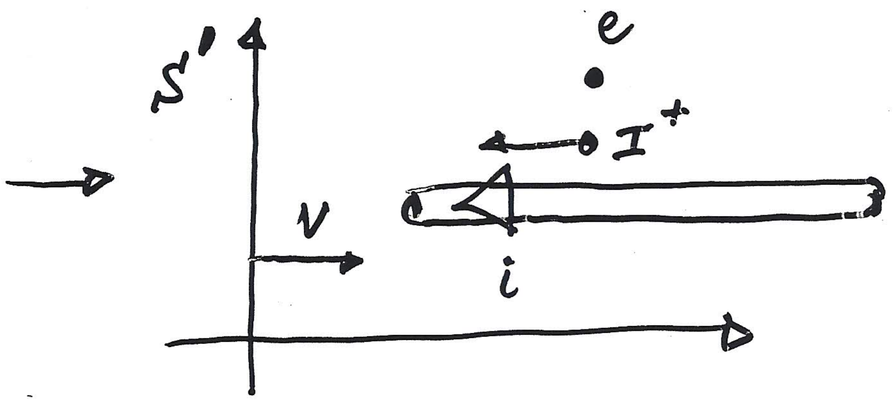

QUINDI $\vec{B}$ NON SERVE

TUTTO SI FA CON COULOMB + TRASF. LORENTZ

IL CAMPO MAGNETICO NON ESISTE!

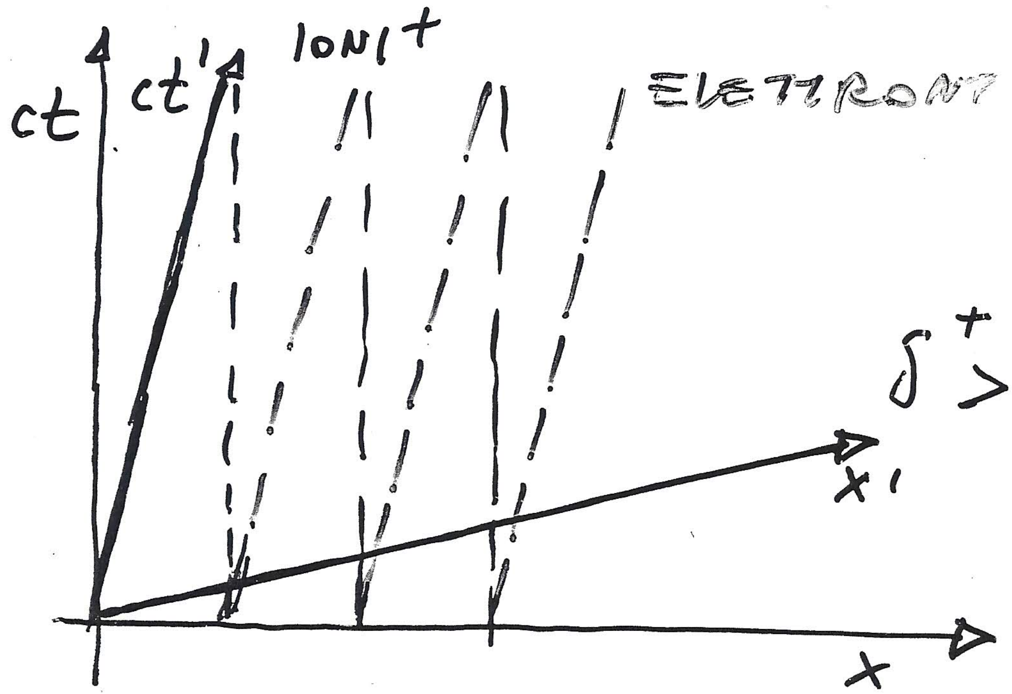
UN 4° CASO



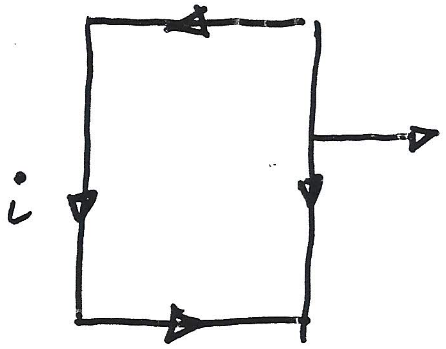

MA... $F' = 0$ ?

NO: IN S' IL FILO È <u>CARICO</u> PERCHÈ:



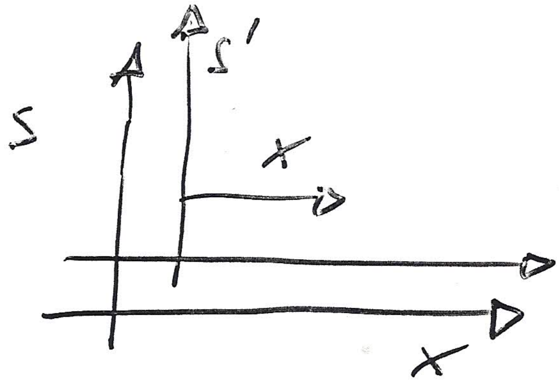

$\delta^+ > \delta^-$ !

CONSEGUENZA




UN DIPOLO MAGNETICO
IN MOTO È ANCHE
UN DIPOLO ELETTRICO

E VICEVERSA? SÍ!




0

TRASFORMAZIONI DI LORENTZ DEI CAMPI:

$$E_x' = E_x \qquad E_y' = \gamma\left[E_y - vB_z\right] \qquad E_z' = \gamma\left[E_z + vB_y\right]$$

$$B_x' = B_x \qquad B_y' = \gamma\left[B_y + \frac{v}{c^2}E_z\right] \qquad B_z' = \gamma\left[B_z - \frac{v}{c^2}E_y\right]$$

O ANCHE

$$E_{\parallel}' = E_{\parallel}$$

$$B_{\parallel}' = B_{\parallel}$$

$$\vec{E}_{\perp}' = \gamma\left[\vec{E}_{\perp} + \vec{v}\wedge\vec{B}_{\perp}\right]$$

$$\vec{B}_{\perp}' = \gamma\left[\vec{B}_{\perp} - \frac{\vec{v}\wedge\vec{E}_{\perp}}{c^2}\right]$$

TR. DEI MOMENTI:

$$p_{\parallel}' = p_{\parallel}$$

$$m_{\parallel}' = m_{\parallel}$$

$$\vec{p}_{\perp}' = \gamma\left[\vec{p}_{\perp} - \frac{\vec{v}\wedge\vec{m}_{\perp}}{c^2}\right]$$

$$\vec{m}_{\perp}' = \gamma\left[\vec{m}_{\perp} + \vec{v}\wedge p_{\perp}\right]$$

$$J_\mu = (\rho, \vec{J}) \qquad \nabla_\mu J_\mu = 0$$

$$A_\mu = (\phi, \vec{A}) \qquad \Box A_\mu = \frac{J_\mu}{\varepsilon_0}$$

SAREBBE TUTTO! MA...