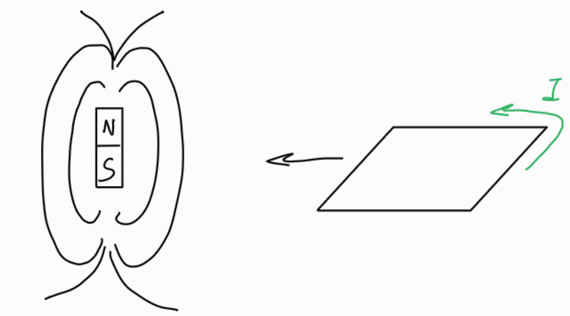
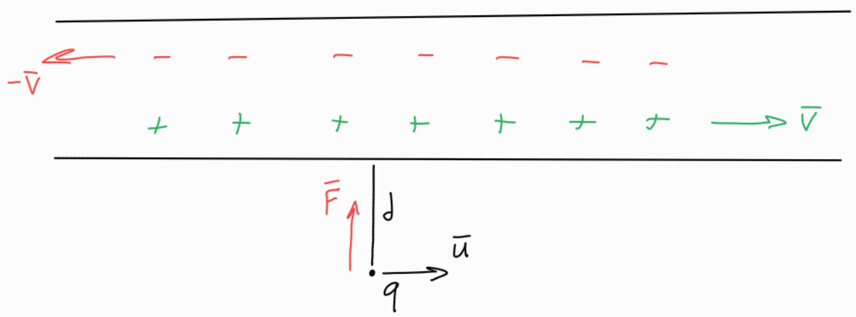
Spira in campo magnetico



Si genera una corrente I perché le cariche della spira si stanno muovendo nel campo magnetico.
Nel SR delle cariche, queste sono ferme ma sta cambiando il campo magnetico.

Filo neutro con corrente



densità lineare λ

$I = 2\lambda v$

Nel SR di q, teoricamente il campo magnetico del filo non dovrebbe generare una forza sulla carica (perché SR solidale a q)

Però, q vede un campo elettrico perché la contrazione dello spazio cambia la densità delle cariche di un solo segno all'interno del filo

$$v_\pm = \frac{v \mp u}{1 \mp \frac{vu}{c^2}} \qquad \left(|v_-| < |v_+|\right) \qquad \lambda_\pm = \pm\, \gamma_\pm(v)\, \lambda_0$$

densità carica lineare nel loro SR
$(\lambda_0)_+ = (\lambda_0)_-$ ∵ filo neutro

$\lambda \neq \lambda_0$
densità carica del filo

$$\gamma_\pm(v) = \left(1 - \frac{(v_\pm)^2}{c^2}\right)^{-1/2} = \left(1 - \frac{1}{c^2}\frac{(v \mp u)^2}{\left(1 \mp \frac{vu}{c^2}\right)^2}\right)^{-1/2} = \left(1 - \frac{c^2 (v \mp u)^2}{(c^2 \mp vu)^2}\right)^{-1/2}$$

$$= \left(\frac{(c^2 \mp vu)^2 - c^2(v \mp u)^2}{(c^2 \mp vu)^2}\right)^{-1/2} = \left(\frac{(c^2 \mp uv)^2}{c^4 \cancel{\mp 2c^2 vu} + v^2u^2 - c^2v^2 - c^2u^2 \cancel{\pm 2c^2 vu}}\right)^{1/2}$$

$$= \frac{c^2 \mp uv}{\sqrt{(c^2 - v^2)(c^2 - u^2)}} = \frac{\cancel{c^2}\left(1 \mp \frac{uv}{c^2}\right)}{\sqrt{\cancel{c^2}\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)\cancel{c^2}\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)}} = \gamma(v)\,\gamma(u)\left(1 \mp \frac{uv}{c^2}\right)$$

nel SR di q

cariche negative

$$\lambda_{TOT} = \lambda_+ + \lambda_- = \lambda_0 \gamma_+ - \lambda_0 \gamma_- = \lambda_0 \gamma(u)\, \gamma(v) \left(-\frac{2uv}{c^2}\right) \neq 0$$

$$= \lambda\, \gamma(u) \left(-\frac{2uv}{c^2}\right)$$

campo filo infinito su q : $E = \dfrac{\lambda_{TOT}}{2\pi\varepsilon_0 d}$

$$F = qE = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \frac{1}{d} \lambda\, \gamma(u) \left(-\frac{2uv}{c^2}\right) = \frac{\lambda v}{2\pi\varepsilon_0 c^2 d} \frac{qu}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}}$$

ci interessa solo questo

$$F^\mu = \left(\gamma \frac{\bar{F}\cdot\bar{v}}{c}, \gamma \bar{F}\right)$$

forza ortogonale al boost $\bar{F}\cdot\bar{u} = 0$

$$\bar{F} \equiv \bar{F}_\perp$$

corrente

$$F_\perp' = \frac{F_\perp}{\gamma} = -\frac{\overbrace{\lambda v}}{2\pi\varepsilon_0 c^2 d}\, qu$$

$$\begin{cases} I = \lambda v \\ c^2 = \dfrac{1}{\varepsilon_0 \mu_0} \end{cases}$$

$$F_\perp' = -qu \frac{\mu_0 I}{2\pi d} = -quB = |q\, \bar{u} \wedge \bar{B}|$$

forza da campo magnetico

stessa 3-forza, la 4-forza ha il fattore γ $F^\mu = \left(\gamma \dfrac{\bar{F}\cdot\bar{v}}{c}, \gamma \bar{F}\right)$