

"A Discussão da Violação da  
Simetria de Lorentz."


Kostelecky and Samuel:

PR D39 (1989) 683.

Quebra espontânea da sim.  $L$   
num cenário de cordas.

NP B359 (1991) 545.

CPT em contacto de cordas.

 PRL 89 (2002) 231602.  
Lorentz x CPT.

~~<http://physics.indiana.edu/~kostelec>~~

Sim. Lorentz  $\sim$  global em  $M^{1,3}$

TRR

Modelo - Padrão

CPT.

$\sim$  local

TRG.

Lorentz e CPT: verificações precisas.

Violação? PR D41 (1990)1231.

Física Além do M-E? 

~~CPT~~  $\Rightarrow$  ~~LE~~

Leonty : 3 estágios.

1. Escala de unificação :  
possíveis mecanismos ,  
implicações . MP tem dinâmica  
suficiente para levar à violação?
2. Escalas acessíveis :  
possíveis feitos na física do  
M-P.
3. Observações e experimentos.  
Quebra : explícita ? espontânea ?

Física fundamental : origens.

Teoria de campos para cordas:

$\langle \text{tensões} \rangle \neq 0$ .

Quebra global esp. da simetria  $L$ .

QG : correção -  $\frac{1}{\hbar}$  (torção).

TC não-comutativas,  $[x^\mu, x^\nu] \sim \theta^{\mu\nu}$ .

Gravitação massiva,

Braneworld,

Susy:  $\langle \text{spinors} \rangle \neq 0$ .



Equitos da  ~~$Z^0$~~ : S-M Extension.

↑  
e.m.

leptons,  $\nu$ 's.  
bósons neutros.

Propriedades magnéticas de partículas  
elementares neutras:  $\vec{\mu}$ .

$\nu$ 's

$Z^0$  (predição do  $\vec{\mu}$ ).

Mensageiros da violação  $\neq$  corre  
na escala fundamental:

$$\begin{aligned} \gamma^\mu &\sim \text{tração} \\ R_{\mu\nu\rho\sigma} &\sim \text{curvatura.} \end{aligned}$$

Como acoplar com os campos e  
partículas de escalas assintóticas?

Que efeitos podem ser associados?

$v^{\mu}$ : vetor de fundo  
(quebra de isotropia).

Violação no sentido das transf<sup>ções</sup>  
de partícula (sentido ativo).

A questão q nos interessa é a  
busca de uma origem da  
violação numa escala mais  
fundam<sup>ental</sup>. Vácuo não-trivial.  
↳ Susy.

- Lorentz sym. viol<sup>ion</sup>
- Susy (role of fermions ~ fund<sup>l</sup>)
- Vacuum:  $\langle f \rangle$ .

$$\epsilon^{\mu\nu\kappa\lambda} \quad \psi_\mu A_\nu F_{\kappa\lambda} \quad T_{\mu\nu} \partial^\mu \psi \partial^\nu \psi$$

$$(k_F)^{\mu\nu\kappa\lambda} \quad F_{\mu\nu} F_{\kappa\lambda}$$

any dynamics underneath?

Vacuum structure?

$$\langle T_\mu \rangle ?$$

→ Magnetic properties?  $\frac{1}{2} g \vec{v} \sim \vec{\mu}$

Could Susy help?

particles coupled  
to the background.



$v^\mu$  na ED:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} + \vec{v} \cdot \vec{B} = \rho$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\partial_t \vec{B}$$

$$\vec{v} \cdot \vec{B} = 0$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} + v^0 \vec{B} + \vec{v} \times \vec{E} = \partial_t \vec{E} + \vec{j}$$

$$k^4 - v^2 k^2 + (v \cdot k)^2 = 0.$$

fótons massivos

$k^2 = 0$  : não-necessariamente  
pólo da  $G^{(2)}$ .

$$(i\gamma^\mu D_\mu - m)\Psi = 0$$

$$D_\mu W^{\mu\nu} + m^2 W^\nu + \underbrace{ie F_{\mu\nu} W^\mu W^\nu}_{SU(2) \times U(1)} = 0$$

$$D_\mu \equiv \partial_\mu + ie A_\mu + \underbrace{ig \tilde{F}_{\mu\nu} \tau^\nu}_{SU(2) \times U(1)}$$

$$W_{\mu\nu} \equiv D_\mu W_\nu - D_\nu W_\mu$$

$$\vec{\mu} = \frac{1}{2} g \tau^a \vec{E}^a \quad (\text{correção universal}).$$

$$A-C \text{ phase} : \vec{\mu} \times \vec{E}$$

Efeitos específicos das espécies:  $Z^0$ .

$$(\partial_\mu + iq v^\alpha \tilde{F}_{\mu\alpha}) Z^{\mu\nu} +$$

$$+ k^{\nu\kappa\lambda\rho} (\partial_\kappa + iq v^\alpha \tilde{F}_{\kappa\alpha}) Z_{\lambda\rho} +$$

$$+ m^2 Z^\nu = 0.$$

$$\vec{\mu} : \mu_{nij} = \frac{1}{2} q v^0 k_{nijo}.$$

$$\mu(Z^0) \sim 10^{-14} \mu_N.$$

Propagação de ondas gravitacionais:

$$\square h_{\mu\nu} = 0 \quad (\underline{2})$$

$$\epsilon_{\mu\alpha\beta\gamma} \nabla^\alpha \partial^\beta \partial_\gamma \partial_\nu h^{\lambda\delta}$$

Grávitons massivos surgem no espectro. Questão abordada no LHE (em conexão com as chamadas  $LED^{\sim}$ ).



Testes mais recentes:

Sector de fótons do SME com dados da CMB e de  $\gamma$ -ray bursts. (2008):  $k_{\mu\nu\kappa\lambda}$ : limites.

$$\mu(\nu) : \nu^\mu. \quad g\nu^0 < 10^{-10} \mu_B.$$

$$\mu(\xi^0) : 10^{-14} \mu_N.$$

$$|k_{\mu\nu\kappa\lambda}| \lesssim 10^{-7}.$$

- Experimentos com precisão suficiente para detectar efeitos da violação podem nos indicar resultados relevantes para a F&M.P.