Violação de Lorentz com Velocidade Minima como fundamento para o vácuo gravitante

Rodrigo Francisco dos Santos

Resumo

Estudamos uma teoria de relatividade deformada, chamada Relatividade Especial Simétrica , que já foi capaz de calcular o valor da constante cosmológica e fornecer uma interpretação geométrica para o principio da incerteza .

Demonstramos que o espaço-tempo gerado pela SSR tem curvatura negativa e soluciona a equação de Einstein com constante cosmológica positiva e sem fontes. Demonstramos que a métrica da SSR é uma métrica conforme, e que o espaço por ela gerado, é um espaço muito semelhante ao espaço de De-Sitter, sendo que a curvatura não é constante.

Indice

Natureza eletromagnética do foton

- Campo microscópico de um foton singular (Feynmann)
- Reciprocidade de De Broglie
- Conservação dos campos granulares

$$E_{\rm em} = \frac{1}{4\pi}|\vec{E}(z,t)|^2 = \frac{1}{4\pi}e_0^2 \sin^2(wt - kz)$$

$$E_{\rm em} = E = pc = \frac{hc}{\lambda} = \hbar w \equiv \frac{1}{4\pi}e_{ph}^2,$$

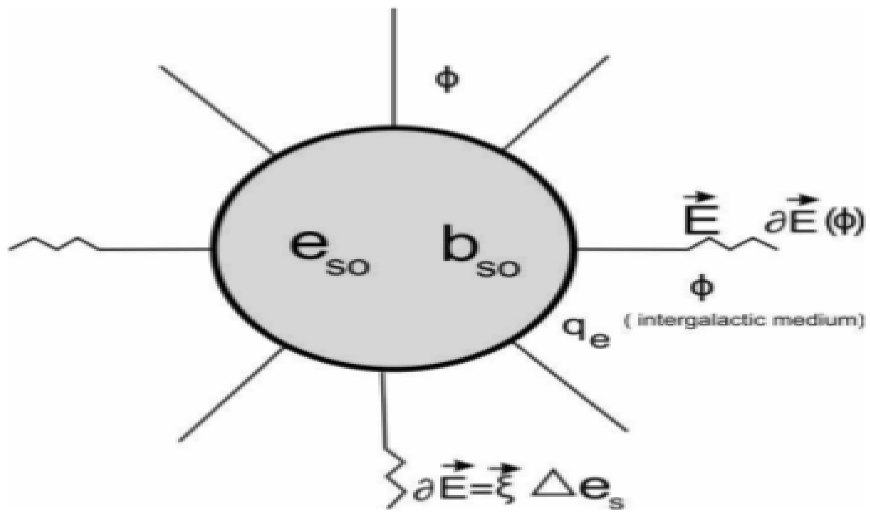
$$\lambda \equiv \frac{4\pi hc}{e_{ph}^2},$$

R. P. Feynmann, *Quantum Electrodynamics*, A Lecture Note and Reprint Volume (W. A. Benjamin, INC. Publishers, 1962), pp. 4–5.

Origem da Velocidade Minima

$$\gamma \rightarrow e^- + e^+$$

$$E = mc^2 = m_0c^2\sqrt{g_{00}} + K, \qquad \sqrt{g_{00}} = (1 + \frac{\phi}{c^2})$$



$$e_{s0} \sim 10^{23}\,\mathrm{V/m} \qquad R_e \sim 10^{-16}\,\mathrm{m}.$$

C. Nassif, *Int. J. Mod. Phys. D* **25** (2016) 1650096, http://www.worldscientific.com/worldscinet/ijmpd?journalTabs=read.

Relacão entre os campos externos e internos

Variação dos campos externos em função do campo interno

$$\delta\vec{E} = \vec{\epsilon}\xi\Delta e_s, \quad \delta\vec{B} = \vec{\epsilon}\xi\Delta b_s,$$

$$\delta\vec{E} = \delta\vec{E}(\phi) = \vec{\epsilon}\xi e_{s0}(\sqrt[4]{g_{00}} - 1), \quad \delta\vec{B} = \delta\vec{B}(\phi) = \vec{\epsilon}\xi b_{s0}(\sqrt[4]{g_{00}} - 1).$$

Densidade de energia

$$\rho_{\rm em}^{\rm total} = \frac{1}{2}\epsilon_0[E + \delta E(\phi)]^2 + \frac{1}{2\mu_0}[B + \delta B(\phi)]^2.$$

$$\rho_{\rm em}^{\rm total} = \frac{1}{2}\left[\epsilon_0 E^2 + \frac{1}{\mu_0}B^2\right] + \xi\left[\epsilon_0 E e_{s0} + \frac{1}{\mu_0}B b_{s0}\right](\sqrt[4]{g_{00}} - 1)$$
$$+ \frac{1}{2}\xi^2\left[\epsilon_0 (e_{s0})^2 + \frac{1}{\mu_0}(b_{s0})^2\right](\sqrt[4]{g_{00}} - 1)^2.$$

O atomo de Hidrogênio Gravitacional

Acoplamento Gravito-eletromagnético

$$\alpha_{\rm gel}^2 = \alpha_g \alpha = F'(e^2) F(G m_p m_e) = \frac{G m_p m_e e^2}{\hbar^2 c^2},$$

Constante de acoplamento Gravito-eletromagnética

$$\xi = \frac{V}{c} = \sqrt{\frac{G m_p m_e}{4\pi\epsilon_0}} \frac{q_e}{\hbar c},$$

Velocidade Minima

$$V = \frac{\sqrt{G m_p m_e} e}{\hbar} = \left(e \sqrt{\frac{m_p m_e c^3}{\hbar^3}} \right) l_{\rm Pl} = \frac{l_{\rm Pl}}{\tau} \sim 10^{-14}\,{\rm m/s},$$

$$\xi \cong 1.5302 \times 10^{-22}. \qquad V \cong 4.5876 \times 10^{-14}\,{\rm m/s} \qquad V \approx \sqrt{\frac{e^2}{m_p} \Lambda^{\frac{1}{2}}}$$

O Spin relacionado à Velocidade Minima

O Magnetom de Borh

$$\vec{\mu} = -g_s \frac{e\hbar}{2m_e} \frac{\vec{s}}{\hbar}$$

$$\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e}$$

A constante Gravi-eletromagnética e o magneton de Borh

$$\xi^2 = \frac{G m_p e^3}{2\hbar \mu_B c^2}$$

$$V^2 = \frac{G m_p e^3}{2\hbar \mu_B}$$

A velocidade Minima e o Magneton Nuclear

$$V^2 = \frac{G e^4}{4\mu_N \mu_B}$$

Uma interação com o vácuo

$$\rho_{\text{em}}^{\text{total}} = \frac{1}{2}\left[\epsilon_0 E^2 + \frac{1}{\mu_0}B^2\right] + \xi\left[\epsilon_0 E e_{s0} + \frac{1}{\mu_0}B b_{s0}\right]\left(\sqrt[4]{g_{00}} - 1\right)$$
$$+ \frac{1}{2}\xi^2\left[\epsilon_0 (e_{s0})^2 + \frac{1}{\mu_0}(b_{s0})^2\right]\left(\sqrt[4]{g_{00}} - 1\right)^2.$$

O termo gravo-eletromagnético

$$\rho_{\text{em}}^{(2)} = \frac{V^2}{2c^2}\left[\epsilon_0 (e_{s0})^2 + \frac{1}{\mu_0}(b_{s0})^2\right]\left(\sqrt[4]{g_{00}} - 1\right)^2$$

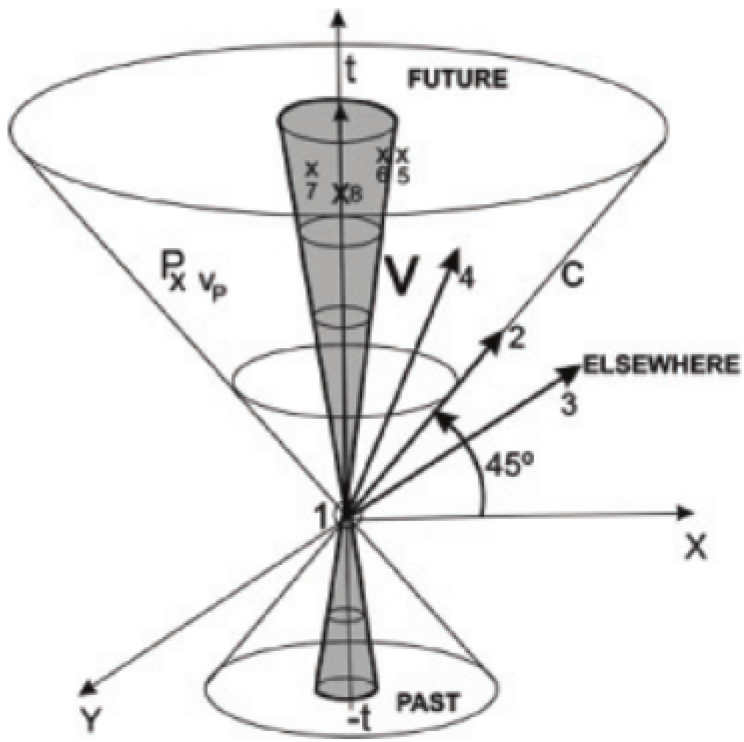
O eletron interagindo com um campo gravitacional do vacuo ao redor dele

arXiv:1710.05901

Semelhante ao principio de Mach sem ferir o segundo postulado

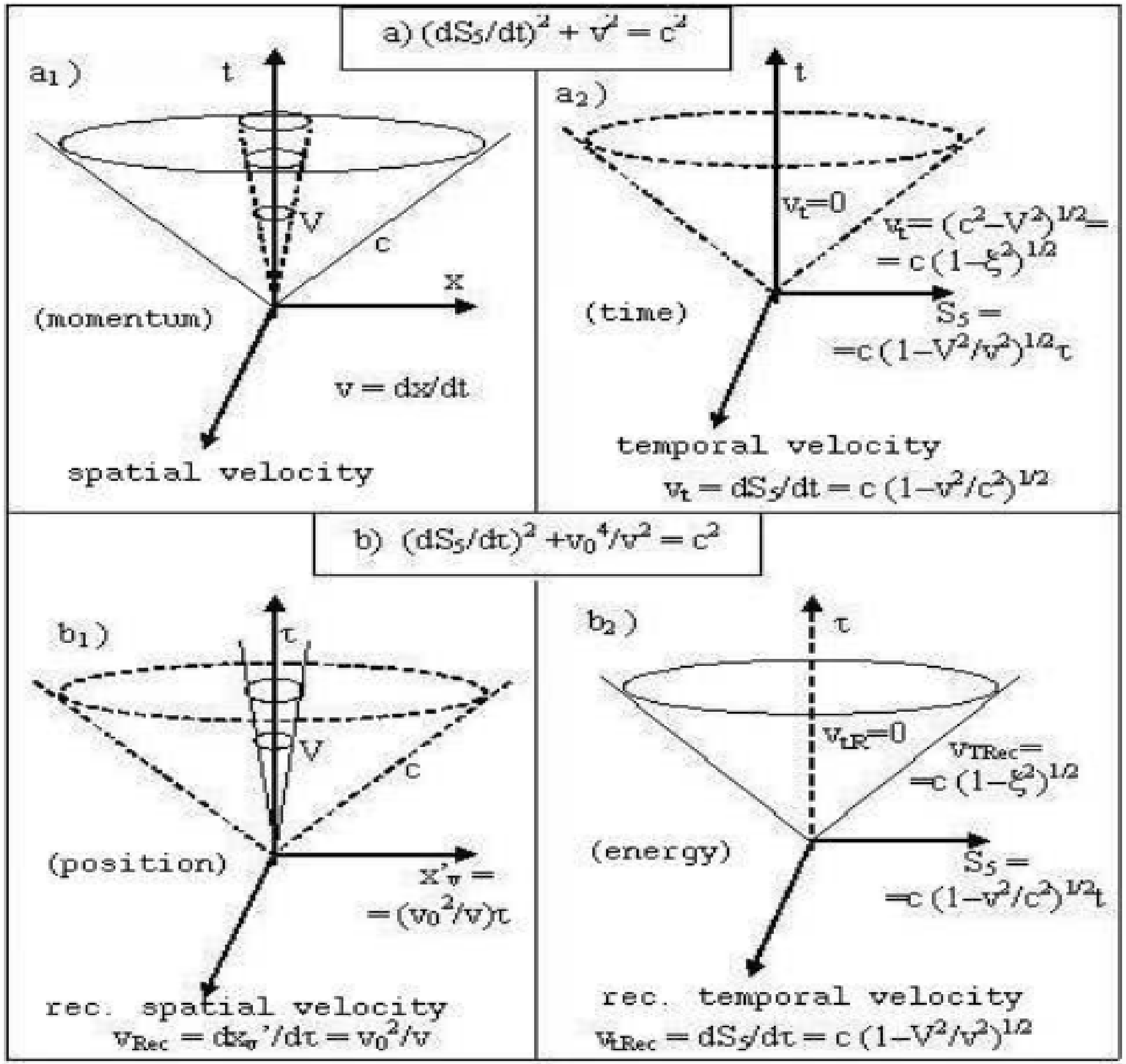
A Estrutura Causal

O Cone de Sombra



C. Nassif, Pramana Journal of Physics, Vol.71, 1, p.1-13 (2008).
C. Nassif: *An explanation for the tiny value of the cosmological constant and the low vacuum energy density*, General Relativity and Gravitation Vol.47, 9, p.1-34 (2015).

A Estrutura Causal



[4] Claudio Nassif, 'Doubly Special Relativity with a minimum speed and the Uncertainty Principle'International Journal of Modern Physics D, Vol.21, N.2, p.1-20 (2012)

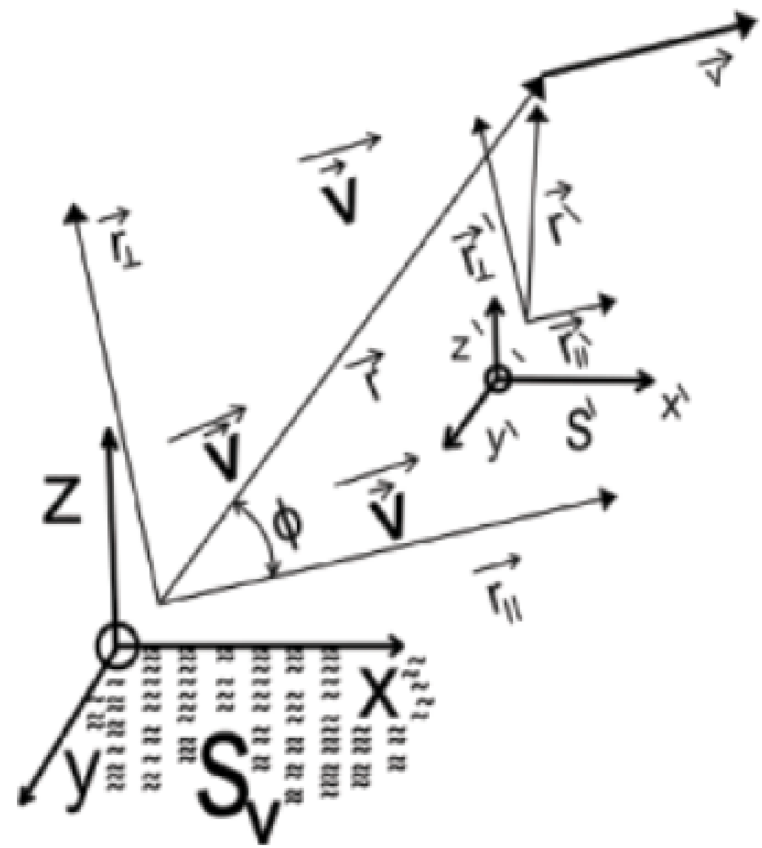
A transformação em 3d

Referêncial Galineano: É um sistema macroscópico, onde existe um conjunto de pontos em repouso relativamente uns aos outros

Referêncial não Galineano: É um conjunto de todas as particulas, que tem o mesmo
Estado de movimento em relação ao fundo

O fundo: Equivale a um zero absoluto, estabelecendo uma escala de velocidades absolutas.

Uma teoria independente do observador



As transformações de velocidade

$$v_{\rm rel} = \frac{v' + v - V}{1 + \frac{v'v}{c^2} - \frac{v'V}{c^2}} = \frac{v' + v^*}{1 + \frac{v'v^*}{c^2}},$$

$$v' = v = V \Rightarrow \text{“}V + V\text{”} = V$$

$$v^* = v\epsilon = v(1-\alpha) = v(1 - V/v) = v - V\,.$$

Uma escala de velocidades absolutas semelhantes a escala de temperatura absolutas

C. Nassif, *Deformed Special Relativity with an energy barrier of a minimum speed*, International Journal of Modern Physics D Vol.19, No.5, p.539 (2010).

Efeitos anti-relativisticos

Contração do tempo impróprio
(Referências não galileanos)

$$\Delta\tau\sqrt{1-\frac{V^2}{v^2}}=\Delta t\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}},$$

As transformações espaço-temporais

$$x'=\Psi(x-vt+Vt)=\theta\gamma(x-vt+Vt)$$

$$t'=\Psi\left(t-\frac{vx}{c^2}+\frac{Vx}{c^2}\right)=\theta\gamma\left(t-\frac{vx}{c^2}+\frac{Vx}{c^2}\right),$$

C. Nassif, *Deformed Special Relativity with an energy barrier of a minimum speed*, International Journal of Modern Physics D Vol.19, No.5, p.539 (2010).

C.Nassif: 'An explanation for the tiny value of the cosmological constant and the low vacuum energy density', General Relativity and Gravitation Vol.47, Issue 9 (2015

O potencial gravitacional (machiano)

Relação de dispersão deformada pelo potencial

$$E = m_0 c^2 \frac{\sqrt{1 - \frac{V^2}{v^2}}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = m_0 c^2 \left(1 + \frac{\phi}{c^2}\right),$$

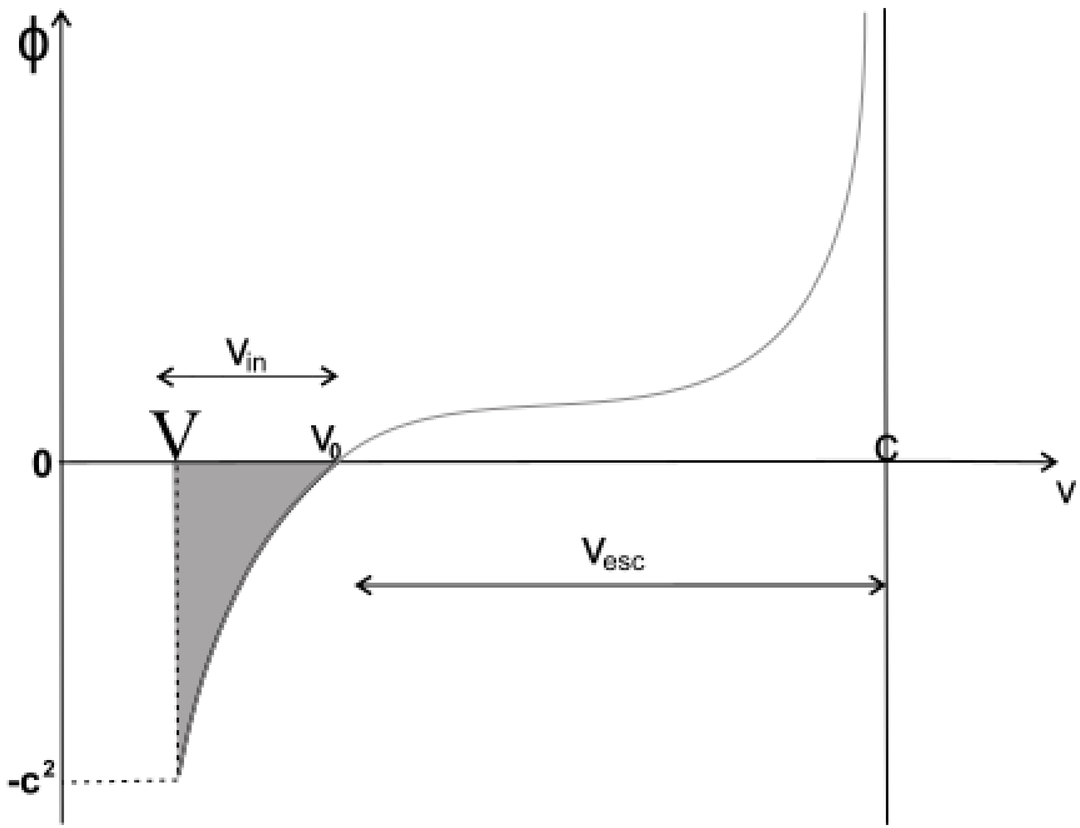
$$\phi = c^2 \left[\frac{\sqrt{1 - \frac{V^2}{v^2}}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right],$$

Os regimes do potencial gravitacional

$$\phi = \begin{cases} \phi_Q : -c^2 < \phi \leq 0 & \text{for} \quad V(= \xi c) < v \leq v_0, \\ \phi_{\text{att}} : 0 \leq \phi < \infty & \text{for} \quad v_0(= \sqrt{\xi} c = \sqrt{cV}) \leq v < c, \end{cases}$$

C. Nassif: *An explanation for the tiny value of the cosmological constant and the low vacuum energy density*, General Relativity and Gravitation Vol.47, 9, p.1-34 (2015).

A variação do pontencial Machiano



Setor Atrativo

$$\rho = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

Setor Repulsivo

$$\rho = m_0 c^2 \left(\sqrt{1 - \frac{V^2}{v^2}} - 1 \right)$$

Dois Cutofs

$$\rho_{IR}, \rho_{UV}$$

$$v_0 = \sqrt{cV} \sim 10^{-3}\,\mathrm{m/s}!$$

T.Padmanabam,Emergent gravity and Dark Energy, arXiv:08021798 [grqc]

Potencial de Incertezas

O momentum com relação ao Hiperreferêncial

$$P = \Psi m_0 v, \qquad P = \Delta p$$

A transformação dos tempos e dos espaços

$$\Delta x'_v = v_{rec}\Delta\tau = \frac{v_0^2}{v}\Delta\tau = \frac{v_0^2}{v}\Delta t\Psi^{-1},$$

A relação de incerteza

$$\Delta x'_v P = \frac{v_0^2}{v}\Delta t\Psi^{-1}\Psi m_0 v = (m_0 v_0)(v_0\Delta t)$$

O Potencial de Incertezas

$$\phi = c^2\left[\frac{\sqrt{1-\frac{V^2}{v^2}}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right],$$

[4] Claudio Nassif, 'Doubly Special Relativity with a minimum speed and the Uncertainty Principle'International Journal of Modern Physics D, Vol.21, N.2, p.1-20 (2012)

A Estrutura Algébrica da SSR

- Fechamento
- Associatividade
- Elemento neutro
- Elemento inverso

Não conseguimos encontrar um elemento neutro multiplicativo

Não temos um referencial de repouso

C. Nassif, *Int. J. Mod. Phys. D* **25** (2016) 1650096, http://www.worldscientific.com/worldscinet/ijmpd?journalTabs=read.

Transformações da SSR para os campos eletromagnéticos (2+1)D

Diretas

$$\vec{E}'_\perp = \theta\Psi(\vec{E}_\perp + \vec{v}\times\vec{B}_\perp - \vec{V}\times\vec{B}_\perp),$$

$$\vec{B}'_\perp = \theta\Psi\left(\vec{B}_\perp - \frac{\vec{v}}{c^2}\times\vec{E}_\perp + \frac{\vec{V}}{c^2}\times\vec{E}_\perp\right);$$

$$\vec{E}'_\parallel = \Psi^2\left[1 - \frac{v^2}{c^2}\left(1-\frac{V}{v}\right)^2\right]\vec{E}_\parallel$$

$$\vec{B}'_\parallel = \theta^2\vec{B}_\parallel.$$

Inversa

$$\vec{E}_\perp = \theta^{-1}\Psi'(\vec{E}'_\perp - \vec{v}\times\vec{B}'_\perp + \vec{V}\times\vec{B}'_\perp),$$

$$\vec{B}_\perp = \theta^{-1}\Psi'\left(\vec{B}'_\perp + \frac{\vec{v}}{c^2}\times\vec{E}'_\perp - \frac{\vec{V}}{c^2}\times\vec{E}'_\perp\right);$$

$$\vec{E}_\parallel = \frac{\Psi^{-2}}{1-\frac{v^2}{c^2}\left(1-\frac{V}{v}\right)^2}\vec{E}'_\parallel$$

$$\vec{B}_\parallel = \theta^{-2}\vec{B}'_\parallel = \Theta\vec{B}'_\parallel,$$

Evidência de um movimento Z.B.WI

$$\Theta = \theta^{-2} = (1-\tfrac{V^2}{v^2})^{-1},$$

$$\frac{\theta^{-1}\gamma^{-1}}{1-\beta_*^2} = \frac{\Psi^{-1}}{1-\beta^2(1-\alpha^2)} = \Psi'$$

A equação de Onda permanece invariante

$$\det\Lambda\left(\frac{\partial^2\vec{E}}{\partial X^2}-\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\vec{E}}{\partial t^2}\right)=0,$$

$$\det\Lambda=\Psi^2[1-\beta^2(1-\alpha)^2].$$

$\beta = v/c$ $\alpha = V/v$

C. Nassif, *Int. J. Mod. Phys. D* **25** (2016) 1650096, http://www.worldscientific.com/worldscinet/ijmpd?journalTabs=read.

Á Métrica

Transformação vetorial

$$x^{*\mu} = \theta I x^{\mu} = \sqrt{\left(1 - \frac{V^2}{v^2}\right)} I x^{\mu}, \qquad \theta = \Theta^{-1/2}$$

Deformando o produto escalar

$$(ds^*)^2 = ds^2(v) = dx^{*\mu} dx^*_{\mu} = \theta ds^2; \qquad (ds'*)^2 = (ds*)^2 = \eta_{\mu\nu} dx *^{\mu} dx*^{\nu},$$

$$ds^2 = \Theta \eta_{\mu\nu} dx^{\nu} dx^{\nu},$$

$$\Theta = \Theta(v) = \frac{1}{\left(1 - \frac{V^2}{v^2}\right)}. \qquad \mathcal{G}_{\mu\nu} = \Theta \eta_{\mu\nu}$$

Cláudio Nassif Cruz, Rodrigo Francisco dos Santos, and A. C. Amaro de Faria Jr., *Int. J. Mod. Phys. D* **27**, 1850011 (2018) [22 pages]
https://doi.org/10.1142/S0218271818500116

A Transformação Conforme

- É uma transformação isométrica (suave)
- Preserva a geodésica nula
- Preserva angulos
- O paramentro da transformação precisa estar definido na variedade original.

Cláudio Nassif Cruz, Rodrigo Francisco dos Santos, and A. C. Amaro de Faria Jr., *Int. J. Mod. Phys. D* **27**, 1850011 (2018) [22 pages]
https://doi.org/10.1142/S0218271818500116

O Fator Conforme da SSR

$$\Theta(v) = \frac{1}{(1-\frac{V^2}{v^2})} \qquad V < v < c \qquad \Theta^{-1} = (1 - \frac{V^2}{v^2})$$

$$\frac{1}{1-\xi^2} < \Theta(v) < \infty \qquad 0 < \Theta^{-1} < 1 - \xi^2,$$

Preservando a geodédica nula

$$\eta_{\mu\nu}x^\mu x^\nu = 0, \qquad X^\mu = \sqrt{(1 - \frac{V^2}{v^2})}x^\mu$$

$$\eta_{\mu\nu}\sqrt{\left(1 - \frac{V^2}{v^2}\right)}x^\mu\sqrt{\left(1 - \frac{V^2}{v^2}\right)}x^\nu = \left(1 - \frac{V^2}{v^2}\right)\eta_{\mu\nu}x^\mu x^\nu = 0.$$

Os angulos são preservados por construção

Cláudio Nassif Cruz, Rodrigo Francisco dos Santos, and A. C. Amaro de Faria Jr., *Int. J. Mod. Phys. D* **27**, 1850011 (2018) [22 pages]
https://doi.org/10.1142/S0218271818500116

A Curvatura

Variação da curvatura frente transformação conforme

$$\tilde{R}_{ab} - R_{ab} = \frac{1}{\Omega^2}[2\Omega\nabla^2\Omega + (\Omega\Delta\Omega - 3|\nabla\Omega|^2)g_{ab}];$$

$$\nabla^2\Omega = (\Delta\Omega)g_{\mu\nu}, \qquad \Delta\Omega = Tr(\nabla^2\Omega)$$

$$\tilde{R}_{\mu\nu} - R_{\mu\nu} \propto g_{\mu\nu} \propto \tilde{g}_{\mu\nu}$$

Tensor de Ricci proporcional a métrica

$$\mathcal{R}_{\mu\nu} \propto \mathcal{G}_{\mu\nu}$$

W. KÜHNEL AND H.-B. RADEMACHER,'CONFORMAL DIFFEO-MORPHISMS PRESERVING THE RICCI TENSOR',proceedings of the american mathematical society Volume 123, Number 9, September 1995

Solução da Equação de Einstein

Tensor Energia Momentum de um gás ideal

$$\mathcal{T}_{\mu\nu} = (p+\rho)\mathcal{U}_\mu\mathcal{U}_\nu + p\mathcal{G}_{\mu\nu}\,.$$

EOS

$$p = -\rho$$

Tensor energia-momentum da constante cosmológica

$$\mathcal{T}_{\mu\nu} = -\rho\mathcal{G}_{\mu\nu} = -\frac{\Lambda c^2}{8\pi G}\mathcal{G}_{\mu\nu} = -\frac{\Theta\Lambda c^2}{8\pi G}g_{\mu\nu}$$

$$\mathcal{R}_{\mu\nu} - \frac{R}{2}\mathcal{G}_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^2}\mathcal{T}_{\mu\nu}.$$

$$\mathcal{R}_{\mu\nu} - \frac{R}{2}\mathcal{G}_{\mu\nu} + \Lambda\mathcal{G}_{\mu\nu} = 0,$$

A métrica da SSR e a Métrica de De Sitter

O Pontencial escalar sendo associado a coordeada radial

$$\phi = \phi(\Lambda, r_u) = -\frac{\Lambda r_u^2}{6},$$

O Fator conforme nas 3 representações

$$\Theta = \frac{1}{\left(1 - \frac{V^2}{v^2}\right)} = \frac{1}{\left(1 + \frac{\phi}{c^2}\right)^2} = \frac{1}{\left(1 - \frac{\Lambda r^2}{6c^2}\right)^2},$$

$$dS^2 = -\frac{c^2 dt^2}{\left(1 - \frac{\Lambda r^2}{6c^2}\right)^2} + \frac{dr^2}{\left(1 - \frac{\Lambda r^2}{6c^2}\right)^2} + \frac{r^2 (d\theta)^2 + r^2 \sin^2\theta (d\Phi)^2}{\left(1 - \frac{\Lambda r^2}{6c^2}\right)^2},$$

$r = r_u$

A relação da Teoria de Nassif com os espaços ADS

Trabalhando em outro regime

$$v_0 << v < c$$

$$\phi(v) = c^2 \left(\sqrt{\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

Fator conforme neste regime

$$\Theta'^{-1}(\phi) = \left(1 + \frac{\phi}{c^2}\right)^{-2} \equiv 1 - \frac{v^2}{c^2}$$

$$\Theta'(\phi) = \left(1 + \frac{\phi}{c^2}\right)^2 \equiv \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

$$\mathcal{G}'_{\mu\nu} = \Theta'(v)\eta_{\mu\nu}$$

$$\mathcal{R}'_{\mu\nu} \propto \mathcal{G}'_{\mu\nu}.$$

Uma métrica ADS

Ansatz:

$$\phi = \frac{\Lambda r^2}{6},$$

Novos fatores conformes

$$\Theta'(\phi) = \left(1 + \frac{\Lambda r^2}{6c^2}\right)^2, \Theta'^{-1}(\phi) = \left(1 + \frac{\Lambda r^2}{6c^2}\right)^{-2}$$

A métrica

$$d\mathcal{S}^2_{ADS} = \left(1 + \frac{\Lambda r^2}{6c^2}\right)^2 \left(-c^2 dt^2 + \Sigma_{i=1}^3 dx_i^2\right)$$

Usando a propriedade conforme

O Tensor de Riemann conforme

$$R^{\mu}_{\nu\rho\sigma} = \frac{\Lambda}{6}[\delta^{\mu}_{\rho} g_{\nu\sigma} - \delta^{\mu}_{\sigma} g_{\nu\rho}]$$

$$\mathcal{R}^{\mu}_{\nu\rho\sigma} = \frac{\Lambda\Theta(v)}{6}[\delta^{\mu}_{\rho} \eta_{\nu\sigma} - \delta^{\mu}_{\sigma} \eta_{\nu\rho}]$$

$$\mathcal{G}_{\mu\nu} = \Theta\eta_{\mu\nu}$$

$$\mathcal{R}_{\mu\nu}(v) = -\frac{\Lambda\Theta(v)}{6}\eta_{\mu\nu} = \frac{\Lambda}{6}\mathcal{G}_{\mu\nu}(v)$$

O Tensor Energia Monentum (Repulsivo)

$$\Lambda_{\mu\nu} = \frac{5}{3}\Lambda\mathcal{G}_{\mu\nu}$$

A Quebra da Simetria de Lorentz implica que os dois tensores têm comportamentos diferentes

$$\Lambda_{\mu\nu}, \Lambda^{\mu\nu}$$

As métricas se comportam de formas opostas

$$\mathcal{G}_{\mu\nu} \to \infty$$

$$\mathcal{G}^{\mu\nu} \to 0$$

Alguns Limites (Transição de Fase)

Fraco Acoplamento Gravo-eletromagnético

$$\mathcal{G}_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu} + \frac{V^2}{v^2}\eta_{\mu\nu} + \frac{V^4}{2!v^4}\eta_{\mu\nu} + \frac{V^6}{3!v^6}\eta_{\mu\nu} + \frac{V^8}{4!v^8}\eta_{\mu\nu} + ...,$$

O potencial de incertezas

$$\phi(v \to v_0^-) \approx c^2 \left(\frac{\sqrt{1-\frac{V}{c}}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) \approx 0$$

$$\mathcal{G}_{\mu\nu} \approx \eta_{\mu\nu} + \frac{V}{c}\eta_{\mu\nu}$$

$$\mathcal{G}^{\mu\nu} \approx \eta^{\mu\nu} + \frac{V}{c}\eta^{\mu\nu}$$

Relação de Dispersão deformada

$$p^\mu p_\mu = (m_o c)^2 \left(1 - \frac{V^2}{v^2}\right)$$

$$\mathcal{P}^\mu \mathcal{P}^\nu = m_0^2 c^2 \left(1 - \frac{V^2}{v^2}\right) \eta^{\mu\nu}$$

$$\mathcal{P}^\mu \mathcal{P}^\nu = \frac{1}{4} m_0^2 c^2 \mathcal{G}^{\mu\nu}$$

$$\mathcal{P}^\mu = m_0 c\mathcal{U}^\mu$$

Poeira é inseparavel da interação

$$\mathcal{U}^\mu \mathcal{U}^\nu = \mathcal{G}^{\mu\nu}$$

Rabin Banerjee,'Gauge Theories on de Sitter space and Killing Vectors',AnnalsPhys.322:2129-2144,2007

Relação de Dispersão implica em Deslocalização

A Métrica inversa

$$\mathcal{U}_\mu \mathcal{U}_\nu = \mathcal{G}_{\mu\nu}$$

Expressão da desclocalização

$$\mathcal{U}^\mu (v \to V) = 0$$

$$\mathcal{U}^\mu (v \to \sqrt{Vc}) = u^\mu$$

$$\mathcal{U}_\mu (v \to V) \to \infty$$

$$\mathcal{U}_\mu (v \to \sqrt{Vc}) = u_\mu$$

A Lagrangeana de uma particula acoplada ao vacuo

Lagrangeana Relativisitca

$$\mathcal{L} = -m_0 c^2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Hamiltoniana Relativistica

$$h = \partial_t[q_j]p_j - \mathcal{L} = \frac{m v_j v_j}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} + m_0 c^2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} + U$$

$$h = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} + U = E$$

Introduzindo os efeitos do vacuo associados a Velocidade Minima

$$E = m_0 c^2 \sqrt{\frac{1 - \frac{V^2}{v^2}}{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = h = m_0 v^2 \sqrt{\frac{1 - \frac{V^2}{v^2}}{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - \mathcal{L}$$

Lagrangeana de uma particula acolpada com o vacuo

$$\mathcal{L} = -m_0 c^2 \theta \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = -m_0 c^2 \sqrt{\left(1 - \frac{V^2}{v^2}\right)\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}$$

Dirac-Borh-Infeld

Potencial Taquiônico

$$\mathcal{V} = -m_0 c^2 \sqrt{1 - \frac{V^2}{v^2}}$$

Potencial taquiônico em termos do potencial de incertezas

$$\mathcal{V} = -m_0 c^2 \left(1 - \frac{\phi}{c^2}\right)$$

A Lagrangeana de Nassif

$$\mathcal{L}_{vacuo} = -m_0 c^2 \Theta^{-\frac{1}{2}}(\phi)$$

Via funcional de Schwinger

$$\mathcal{T}^{\mu\nu}(\phi) = \frac{2}{\sqrt{-\mathcal{G}}} \frac{\delta(\sqrt{-\mathcal{G}}\mathcal{L}_{Vacuo})}{\delta\mathcal{G}_{\mu\nu}} = \Theta^{-2}(\phi) \frac{\delta(\Theta^2(\phi)\mathcal{L}_{vacuo})}{\delta(\Theta(\phi))} \eta^{\mu\nu}$$

$$\mathcal{G}_{\mu\nu} = \Theta(\phi)\eta_{\mu\nu},\ \delta\mathcal{G}_{\mu\nu} = \delta(\Theta(\phi))\eta_{\mu\nu},\ \sqrt{-\mathcal{G}} = \Theta^2(\phi).$$

O Tensor energia-Momentum taquiônico

$$\mathcal{T}^{\mu\nu}_{vacuo}(\phi) = -3m_0c^2\Theta^{-\frac{3}{2}}(\phi)\eta^{\mu\nu} = -3m_0c^2\left(1+\frac{\phi}{c^2}\right)\mathcal{G}^{\mu\nu}(\phi)$$

Via Equação de Einstein

$$\mathcal{R}^{\mu\nu} = -\frac{8\pi G}{c^2}\frac{3}{2}m_0c^2\Theta^{-\frac{3}{2}}(\phi)\eta^{\mu\nu}$$

O Traço , semelhante a um potencial inflatônico

$$\mathcal{T} = -3m_0c^2\left(1+\frac{\phi}{c^2}\right)^3$$

Conclusões

- Apresentamos uma deformação na teoria da relatividade de Einstein, que é capaz de introduzir efeitos de vácuo naturalmente na própria teoria. Chegamos a resultados tipicos de teorias inflacionárias, mostrando que a SSR é capaz de resolver problemas inflacionários.
- Reconciliamos a relatividade com os principios de Mach em uma versão quântica.
- Resgatamos aqui o eter, contudo um eter não luminifero, sem vento.

Perspectivas

- Estudar o efeito da velocidade minima em referênciais de Rindler
- Estudar o problema do principio da equivalência
- Consequências da não pontualidade do eletron e a questão da renormalização
- Equação de Klein Gordon para as métricas geradas pela SSR.
- Relação da SSR com a teoria de David Bohm