OSCILAÇÃO DE NEUTRINOS NO REFERENCIAL DE REPOUSO

Melissa Mendes Silva *m118166@dac.unicamp.br*
Prof. Dr. Marcelo Moraes Guzzo *guzzo@ifi.unicamp.br*

INSTITUTO DE FÍSICA "GLEB WATAGHIN" - IFGW

Agência Financiadora: Fapesp
Palavras- Chave: neutrinos – oscilação - referencial

INTRODUÇÃO:

Os neutrinos são uma classe de partículas fundamentais que compõem o universo e cuja massa é diferente de zero. Essa conclusão decorre do fato experimental de que os neutrinos sofrem o fenômeno quântico da oscilação de sabores.

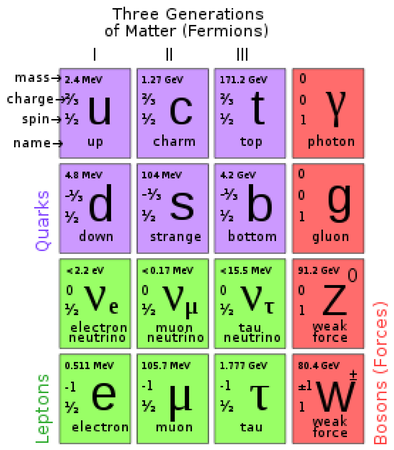

Imagem retirada de http://www5.usp.br/15758/iea-debate-perspectivas-cientificas-apos-confirmacao-do-boson-de-higgs/ de em 17/10/2013 às 22h34

A abordagem deste projeto - proposta pela aluna - é estudar a oscilação de neutrinos no vácuo a partir do seu próprio referencial de repouso. Assim, o projeto traz contribuição didática ao possibilitar o estudo dos fundamentos da mecânica quântica e da relatividade especial e sua junção para descrever um certo fenômeno.

METODOLOGIA:

Após estudo intenso dos postulados da mecânica quântica, pôde-se deduzir as equações de probabilidade de sobrevivência e de conversão de neutrinos com o formalismo de ondas planas e do referencial do laboratório – isto é, a abordagem tradicional. Depois, sem fazer aproximações a respeito das suas velocidades relativísticas, calculou-se novas equações de probabilidade para o referencial de repouso do neutrino, com o formalismo de ondas planas. Essa forma de análise é uma aproximação razoável ao fenômeno real.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando o modelo mais aceito para tratar de oscilações de neutrinos, que propõe a seguinte relação:

$$\begin{pmatrix} |\nu_e> \\ |\nu_\mu> \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -sin\,\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} |\nu_1> \\ |\nu_2> \end{pmatrix}$$

Calcula-se $P_{\nu_e(t)\to\nu_e} = |<\nu_e|\,\nu_e(t)>|^2 = 1 - sin^2(2\theta)\ sin^2\left(\frac{t\,\Delta E}{2}\right)$, que é a probabilidade de sobrevivência. Como a matriz anterior é unitária, a probabilidade de conversão é dada por:

$$P_{\nu_e(t)\to\nu_\mu} = 1 - P_{\nu_e(t)\to\nu_e} = sin^2(2\theta)\ sin^2\left(\frac{t\,\Delta E}{2}\right)$$

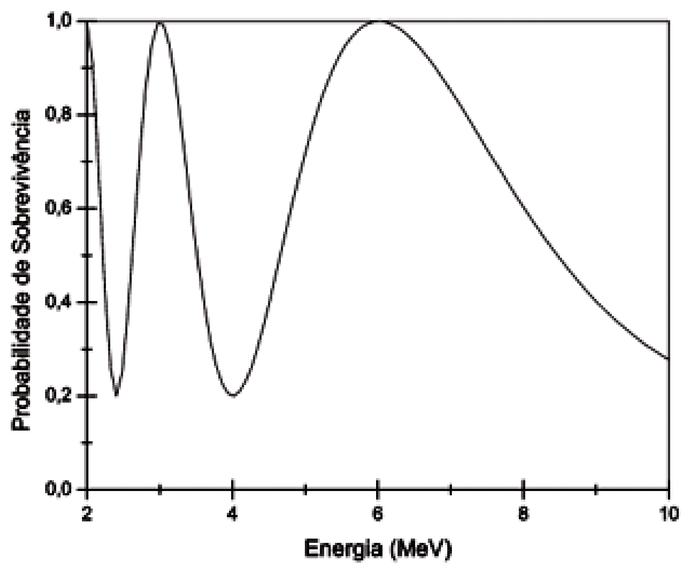

Imagem retirada de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172005000400002 em 17/10/2013 às 23h51

Indo agora para o referencial de ν_1, que se move à velocidade V_1 haverá apenas alterações - dadas por transformação de Lorentz - nos parâmetros t e ΔE das equações acima. Então,

$$E'_1 = m_1 \qquad E'_2 = m_2\left[\left(\frac{V_2 - V_1}{1 - V_2V_1}\right)^2 + 1\right]^{1/2}$$, portanto,

$$\Delta E' = m_2\left[\left(\frac{V_2 - V_1}{1 - V_2V_1}\right)^2 + 1\right]^{1/2} - m_1 \text{ e } t' = \left(1 - V_1^{\,2}\right)^{-1/2}(t - V_1x)$$

Utilizando c = ħ = 1. Pode-se ainda mostrar que para:

$$\boldsymbol{V_2 \gg V_1}: \Delta E' = m_2\left[\frac{1+V_1^{\,2}}{V_1^{\,2}}\right]^{1/2} - m_1$$

$$\boldsymbol{V_1 \gg V_2}: \Delta E' = m_2\left[\frac{1+V_2^{\,2}}{V_2^{\,2}}\right]^{1/2} - m_1$$

$$\boldsymbol{V_2 \sim V_1}: \Delta E' = m_2 - m_1$$

CONCLUSÕES:

Para as expressões deduzidas, temos parâmetros mais simples, que inclusive poderiam fornecer diretamente os valores das massas. Para a próxima etapa espera-se checar a validade da expressão e, possivelmente propor um experimento para observar a nova probabilidade.

REFERÊNCIAS:

[1] GIUNTI, C.; Kim, C. Fundamentals of Neutrino Physics and Astrophysics, Oxford University Press, 2007.

[2] KIM, C.; PEVSNER, A. Neutrinos in Physics and Astrophysics, Contemporary Concepts in Physics, v.8, Harwood academic publishers, 1993.