

Simpósio de Integração Acadêmica

“Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável”

SIA UFV 2023



Oscilações de Neutrinos

Henrique de Brito F. F, Leonardo A. M. Souza e Deivide K. Esteves

Neutrinos; Mecânica quântica; Física

Introdução

Muito se discutia a respeito do decaimento beta em meados de 1930, a possibilidade da lei da conservação da energia estar errada aterrorizava a comunidade científica da época. Entretanto a teoria proposta pelo norte-americano Wolfgang Pauli sanou toda e qualquer dúvida da comunidade científica da época à respeito da energia “perdida” durante o decaimento beta. A teoria propunha a existência de uma partícula de massa muito pequena que também era produzida durante o decaimento, o neutrino.



Objetivos

É sabido que existem três tipos de neutrinos, o do elétron, muon e tau, respectivamente em relação a massa de cada um. Além disso por ser uma partícula subatômica pode-se dizer que as mesmas são descritas pela MQ, então existe um estado inicial que descreve a representação dessas partículas.

$$|\psi\rangle = c_1|a_1\rangle + c_2|a_2\rangle$$

Entretanto os neutrinos se diferem das demais partículas subatômicas, nesse caso podemos dizer que os três tipos de neutrinos coexistem no mesmo estado de superposição, uma vez que o auto-estado do neutrino é uma combinação linear dos auto-estados de massa dessas partículas. Por exemplo os neutrinos do elétron e do muon:

$$|\nu_e\rangle = |\nu_1\rangle \cos \theta + |\nu_2\rangle \sin \theta, \quad |\nu_\mu\rangle = -|\nu_1\rangle \sin \theta + |\nu_2\rangle \cos \theta$$

Nosso objetivo nesse trabalho foi provar que de fato existe essa oscilação entre esses três sabores de neutrinos, a medida que a distância de detecção dessas partículas muda.

Material e Método

Para que seja feito a captação dessas partículas provenientes de raios solares ou produzidos em reatores é necessário um detector que seja capaz de detectá-las, entretanto é de extrema dificuldade a detecção dessas partículas uma vez que sua massa é muito pequena. Dito isso trabalhamos com um detector com eficiência de detecção igual a 10%.

Bibliografia

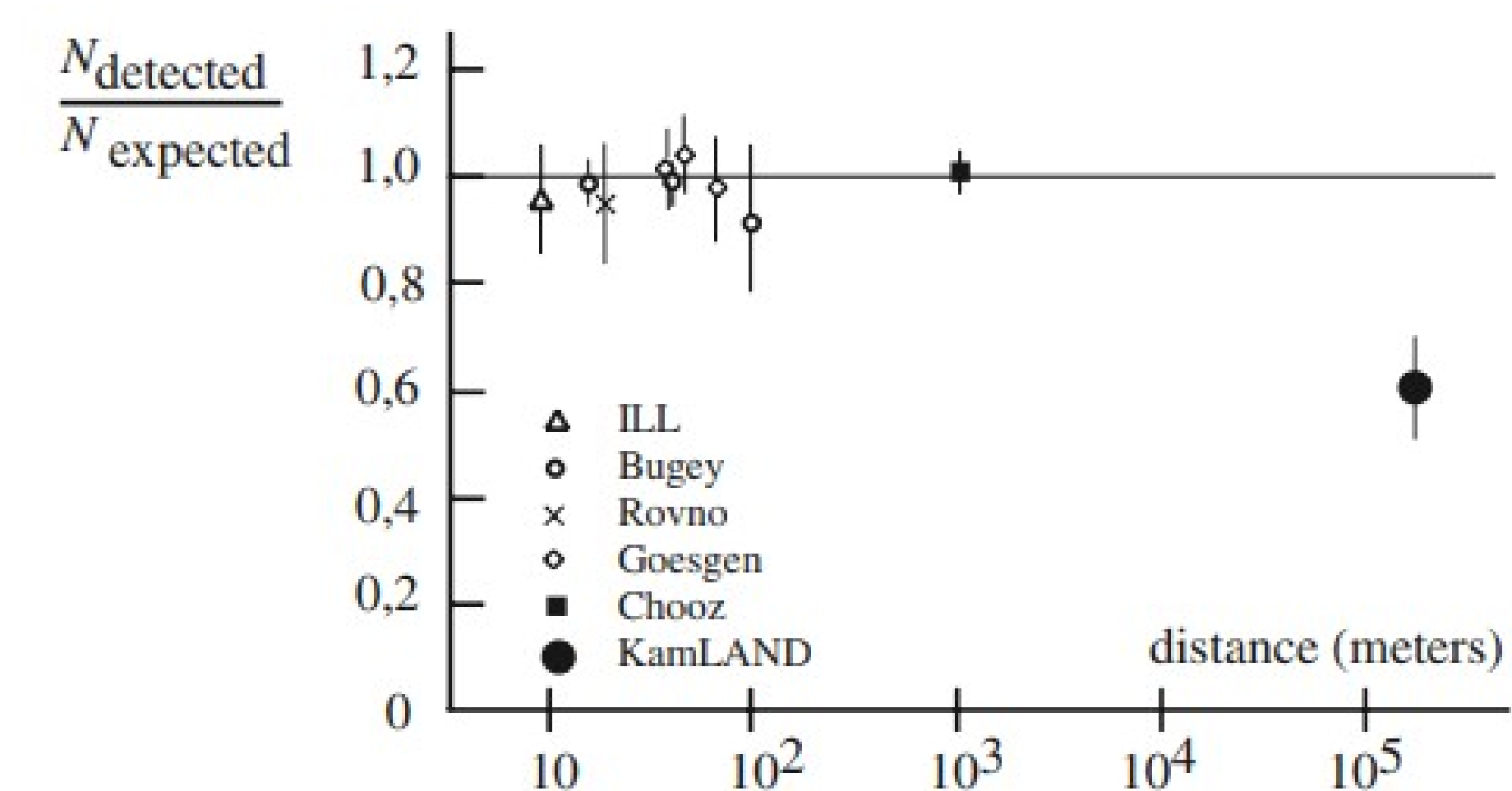
Dalibard, J., and Basdevant, J. The quantum mechanics solver: How to apply quantum theory to modern physics (advanced texts in physics), 2000; EGUCHI, K. . e. a. First results from kamland: Evidence for reactor antineutrino disappearance. Phys. Rev. Lett. 90 (Jan 2003), 021802; Amaral, B., Baraviera, A. T., and Cunha, M. T. Mecânica quântica para matemáticos em formação. Impa-28th Colóquio Brasileiro de Matemática (2011).

Apoio financeiro

PIBIC/FAPEMIG

Resultados e Discussão

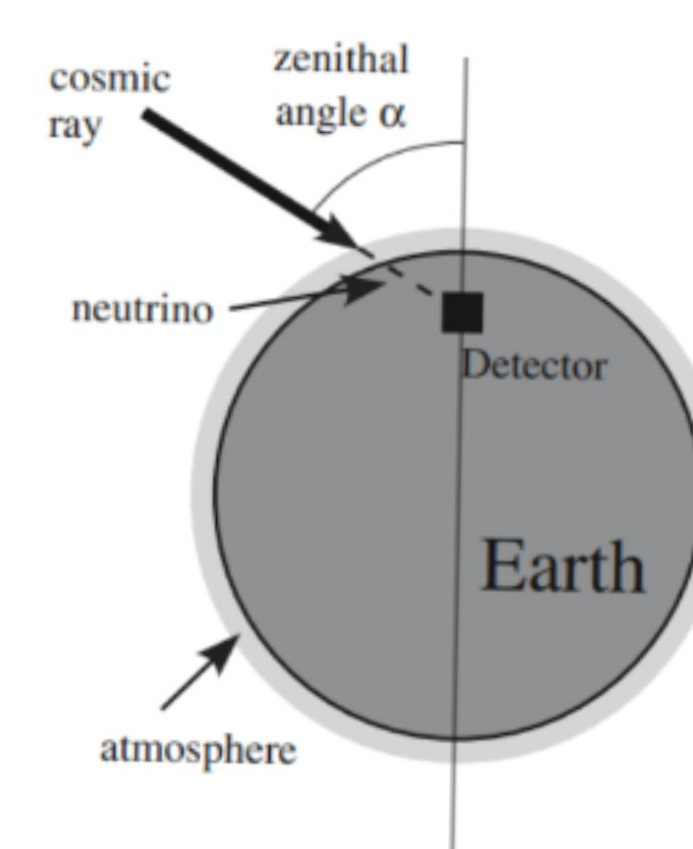
Seguimos os mesmos passos da referência que usamos para desenvolver esse trabalho, então começamos a análise com dois sabores de neutrinos inicialmente do neutrino do elétron para o muon, e obtemos analiticamente que existirá oscilação em uma distância de 991,73 km.



Nosso resultado condiz com os resultados experimentais vistos nesse gráfico, ou seja, acima de 100 km o número de neutrinos do elétron que se esperava detectar haveria uma baixa devida a oscilação. De forma análoga porém mais complexa devido ao número de partículas ter aumentado, para três sabores encontramos valores de oscilação de 14000 km do neutrino do elétron para o muon e de 4300 km do neutrino do muon para o tau.

Conclusões

Conseguimos concluir de fato através desse trabalho que existirá o fenômeno de oscilação das partículas, entretanto não para todas as situações.



Para que o fenômeno ocorra é necessário que haja um certo ângulo de incidência dos raios cósmicos, por exemplo, se o ângulo de incidência for igual a “-1” a oscilação do neutrino do muon para o tau será detectado uma vez que os raios cósmicos terão que percorrer o diâmetro de aproximadamente 12000 km da Terra.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao meu orientador e co-orientador por terem acreditado que eu poderia realizar esse trabalho junto a eles, à PIBIC/FAPEMIG pelo apoio financeiro e a UFV-Caf por me proporcionar essa experiência de realizar um trabalho como esse.