

PROPOSTA DE CURSO PARA A XIII ESCOLA DO CBPF

Nome do curso: **Introdução à física de neutrinos**

Professor(es) e instituição(ões):

João R. T. de Mello Neto

Instituto de Física - UFRJ

Duração de cada aula 2h

uma exposição de cerca de uma hora e discussão posterior

Resumo:

A descoberta da oscilação dos neutrinos prova que os neutrinos tem massa diferente de zero. Além da existência da matéria escura (se for uma partícula), esta é uma das principais provas experimentais de física além do Modelo Padrão: novas interações ou novas partículas elementares são necessárias para adicionar o termo de massa na lagrangiana. Os neutrinos poderiam ser um tipo completamente diferente de partícula, um férmion de Majorana. Se isso for verdade, novos processos que violam a conservação do número leptônico são possíveis. Assim o estudo dos neutrinos pode levar a fenômenos além do Modelo Padrão. Estas considerações dispararam um programa experimental muito intenso do qual o experimento DUNE é um dos principais

representantes. Além disso, os aceleradores cósmicos como blazares e outros produzem neutrinos de altíssimas energias. Eles são uma sonda muito especial para sistemas astrofísicos densos e para testes precisos de simetrias fundamentais, como por exemplo invariância de Lorentz, neutrinos estéreis e outros fenômenos. A descoberta de neutrinos extragaláticos da ordem de PeV pelo experimento IceCube e a procura de neutrinos de ultra alta energia fazem parte também de um amplo programa experimental que envolve vários observatórios em operação e em planejamento. A idéia do curso é apresentar as idéias básicas da física de neutrinos e os principais resultados experimentais.

Ementa:

- 1) Experimentos pioneiros: descoberta das interações fracas e do neutrino
- 2) Revisão do modelo padrão e espalhamento de neutrinos
- 3) Oscilação de neutrinos e violação de CP
- 4) Neutrinos do sol, de reatores e atmosféricos
- 5) Neutrinos de supernovas, neutrinos de altíssimas energias e física de multi-mensageiros.

Pré-requisitos:

Supõe-se o conhecimento básico típico de final de graduação em física: mecânica quântica,

relatividade especial e introdução à física de partículas.

Bibliografia:

Allan D. Franklin, Alysia D. Marino, *Are there really neutrinos? An evidential history*, 2nd ed, CRC Press, 2020.

Kai Zuber. *Neutrino physics*. 3rd ed. CRC Press, 2020.

Mark Thomson, *Modern Particle Physics*, Cambridge, 2013.

Antonio Ereditato, ed. *The State of the Art of Neutrino Physics*. World Scientific, 2018.

B. Abi et al. "The DUNE Far Detector Interim Design Report Volume 1: Physics, Technology and Strategies". In: (July 2018). arXiv: 1807.10334 [physics.ins-det].

Markus Ackermann et al. "Fundamental Physics with High-Energy Cosmic Neutrinos". In: *Bull. Am. Astron. Soc.* 51 (2019), p. 215. arXiv: 1903.04333 [astro-ph.HE].

Jaime Alvarez-Muniz et al. "The Giant Radio Array for Neutrino Detection" (GRAND): Science and Design". In: *Sci. China Phys. Mech. Astron.* 63.1 (2020), p. 219501. DOI: 10.1007/s11433-018-9385-7. arXiv: 1810.09994 [astro-ph.HE].

Rafael Alves Batista, Rogerio M. de Almeida, Bruno Lago, and Kumiko Kotera. "Cosmogenic photon and neutrino fluxes in the Auger era". In: JCAP 01 (2019), p. 002. DOI: 10.1088/1475-7516/2019/01/002. arXiv: 1806.10879 [astro-ph.HE].