

## Introducción al Neutrino

Un curso básico que presenta la física del neutrino con especial enfoque en su detección y la interpretación de resultados experimentales.

Presentado por Dr. Andrew Laing, IFIC-CSIC, València, España.

Natural de Escocia, Andrew fue educado en la universidad de Glasgow donde también escribió una tesis doctoral sobre detectores para neutrinos. Hizo trabajos posdoctorales en el instituto para la investigación de rayos cósmicos (ICRR, por sus siglas en inglés) de la universidad de Tokio antes de pasar a formar parte del experimento NEXT en el Instituto de Física Corpuscular.

## Motivación

El neutrino y su física constituyen uno de los temas más importantes de la física de partículas, con implicaciones para la astronomía y la cosmología. La idea de este curso es dar al estudiante un panorama de lo que es un neutrino, su importancia a la física moderna y los métodos y la tecnología utilizados para entender su naturaleza.

Después de una introducción histórica discutiremos las técnicas necesarias para la detección de neutrinos y el desarrollo de las teorías actuales, a partir de las observaciones de neutrinos naturales y de fuentes humanas. Nos fundamentaremos en experimentos importantes para discutir sobre las tecnologías usadas para la detección de esa partícula elusiva.

## Clase I: Historia del neutrino, aula FM-308 30/04/2018 10:00

En esta primera clase introduciremos los conceptos básicos de la física de partículas para luego hablar de por qué y cómo los físicos llegaron a proponer una nueva partícula. Basándonos en la teoría de Fermi estudiaremos el razonamiento de los físicos experimentales que los llevaron a poder detectar por primera vez el neutrino.

*Conceptos relevantes/keywords:*

Fermiones, bosones, bariones, desintegración beta, experimento de Reines-Cowan

*Referencias:*

Curso de introducción a las partículas elementales: Prof. A. Jenkins, FS-0736, ciclo II-2017;

D. Griffiths, *Introduction to Elementary Particles*, 2ª ed., (Wiley-VCH, 2008);

CERN summer school (ing.): <https://indico.cern.ch/event/634055/attachments/1493771/2330319/summerstudent1.pdf>

## Clase II: Oscilaciones y neutrinos masivos, aula FM-308 2/05/2018 10:00

Siguiendo el desarrollo histórico de nuestro conocimiento del neutrino hablaremos de la teoría de oscilaciones y sus implicaciones para su masa.

A través del modelo del sol y sus predicciones sobre flujos de neutrinos veremos el ingenio de los experimentos más importantes en el descubrimiento de que los neutrinos sí tienen masa.

*Conceptos relevantes/keywords:*

Oscilaciones, el sabor/tipo de neutrino, experimentos Homestake, SNO, KamiokaNDE, superKamiokaNDE, neutrinos solares

*Referencias:*

CERN summer school (ing.): <https://indico.cern.ch/event/634056/attachments/1497939/2333481/summerstudent2new.pdf>

**Clase III: Midiendo la masa aula FM-308 7/05/2018 10:00**

En clase tres hablaremos de la masa del neutrino, lo que nos dicen de ella las oscilaciones y las indicaciones independientes de cuánta masa tienen estas partículas.

Hablaremos de los experimentos modernos de oscilaciones que han podido profundizar nuestro conocimiento de los parámetros de las oscilaciones, lo que falta y lo que podemos ver desde un punto de vista cosmológico. Además volveremos a hablar de la desintegración beta y de la posibilidad de medir la masa de neutrinos con calorimetría avanzada.

*Conceptos relevantes/keywords:*

Jerarquía de masas, sabor/tipo de neutrino, experimentos KamLAND, K2K, T2K, Daya bay, Katrin

*Referencias:*

CERN summer school (ing.): <https://indico.cern.ch/event/634055/attachments/1493771/2330319/summerstudent1.pdf>

**Clases IV y V: La naturaleza del neutrino, aula FM-308 9/05/2018 10:00 y 14/05/2018 10:00**

En estas clases introduciremos una de las preguntas actuales más importantes sobre el neutrino: ¿Que tipo de fermión es el neutrino, Dirac o Majorana?

Introduciremos el concepto de las desintegraciones doble beta y la posibilidad de confirmar el neutrino como una partícula Majorana con base en la observación de eventos doble beta sin neutrinos.

Partiendo de nuestro conocimiento de la teoría y fenomenología de la desintegración doble beta sin neutrinos, diseñaremos un experimento idealizado para luego ir añadiéndole soluciones tecnológicas basándonos en los experimentos actuales.

*Conceptos relevantes/keywords:*

Desintegración doble beta (double beta decay), Majorana, Dirac, experimentos NEXT, EXO, KamLAND-zen, CUORE

*Referencias:*

CERN summer school (ing.): <https://indico.cern.ch/event/634055/attachments/1493771/2330319/summerstudent1.pdf>

**Clase VI: Dificultades a superar, aula FM-308 16/05/2018 10:00**

En esta última clase hablaremos de la actualidad y los problemas tanto teóricos como experimentales a superar en el ámbito para entender completamente la naturaleza del neutrino y su importancia.

Prof. H. Monge presentará su trabajo en el ámbito de los elementos de matriz nuclear y discutiremos ideas para posibles experimentos futuros sin ruido que podrán estudiar todo el espacio de parámetros restante.

*Conceptos relevantes/keywords:*

Nuclear matrix elements, Barium tagging

### Referencias/más información

CERN summer school 2017, Neutrino Physics lectures, P. Hernández:

1) <https://indico.cern.ch/event/634055/attachments/1493771/2330319/summerstudent1.pdf>

2) <https://indico.cern.ch/event/634056/attachments/1497939/2333481/summerstudent2new.pdf>

3) <https://indico.cern.ch/event/634057/attachments/1498907/2333678/summerstudent3new.pdf>

Buscando los keyword (mejor en inglés) en arXiv inspire podrá encontrar lo último:

arXiv: <https://arxiv.org>

inspire: <http://inspirehep.net>