

## Introducción al Neutrino

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

### Motivación

El neutrino y su física forman uno de los temas más importantes de la física de partículas con implicaciones en astronomía y 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 base de las observaciones de neutrinos naturales y de fuentes humanas. Utilizaremos experimentos importantes para hablar de las tecnologías usadas para la detección de esa partícula elusiva.

### Clase I: Historia del neutrino

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

*Conceptos relevantes/keywords:*

Fermions, bosons, baryons, desintegración beta, Reines-Cowan experiment

*Referencias:*

Curso partículas: Prof. Jenkins,

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

### Clase II: Oscilaciones y neutrinos masivos

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 hablaremos del ingenio de los experimentos más importantes en el descubrimiento de que sí tienen masa los neutrinos.

*Conceptos relevantes/keywords:*

Oscilaciones, el sabor/tipo de neutrino, Homestake experiment, SNO, KamiokaNDE, superKamiokaNDE, Solar neutrinos

*Referencias:*

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

### Clase III: Midiendo la masa

En clase tres hablaremos de la masa del neutrino, lo que nos dicen de ella las oscilaciones y las indicaciones independientes de cuanta 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 la posibilidad de medir la masa de neutrinos con calorimetría avanzada.

*Conceptos relevantes/keywords:*

Jerarquía de masas, sabor/tipo de neutrino, 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

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 las desintegraciones doble beta como concepto y la posibilidad de confirmar el neutrino como una partícula Majorana observando 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, 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

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

Prof. H. Monge presentará su trabajo en el ámbito de los elementos de matriz nuclear y hablaremos de ideas y I&D para experimentos sin fondo 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>