

CURSO DE INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA NUCLEAR

Objetivos Generales

Los objetivos principales a ser logrados por el estudiante son: (a) comprender los principios de física nuclear, con énfasis en los que rigen las aplicaciones en la física médica tales como las diferentes técnicas de terapias radiantes, diagnóstico y radioprotección y seguridad nuclear; (b) desarrollar una actitud de análisis crítico de los problemas a través de la metodología científica.

Importancia de la disciplina

Este curso permitirá al alumno una visión profunda de los principios de las interacciones nucleares y la generación y detección de radiación ionizante. Este conocimiento es fundamental: (a) para el entendimiento de las técnicas de terapias radiantes o diagnóstico totalmente establecidas y que siguen protocolos ya definidos; y (b) para la investigación y el desarrollo de nuevas técnicas.

Requisitos o conocimientos previos

Para cursar esta materia el alumno debe: (a) poseer buen conocimiento de los conceptos de la mecánica clásica y cuántica, del electromagnetismo y de la química. (b) haber adquirido un manejo fluido de análisis matemático y álgebra.

Organización del curso

El curso se dictará alternando clases teóricas y prácticas para la resolución de problemas, con exposición dialogada. Se complementará con lecturas de capítulos de libros y visitas a centros de investigación. En este curso se hará énfasis en la comprensión conceptual de los fenómenos manteniendo la vinculación con aspectos empíricos y en el conocimiento de las unidades y órdenes de magnitud de las cantidades involucradas.

Formato del curso. Modalidades de enseñanza

El curso dura un cuatrimestre y se organiza sobre la base de dos periodos, cada uno de los cuales concluye un examen parcial. Se dictará 2 días por semana, en clases de 3 y 2 horas de duración, comprendiendo teoría y práctica, respectivamente.

En una clase típica se impartirán de 2 a 3 horas de teoría y durante el resto del tiempo los alumnos resolverán por sí mismos o con ayuda las guías de ejercicios que se le entreguen.

Se planea la visita a centros de investigación en el área de física nuclear, como ser aceleradores y reactores.

Objetivo del uso de varias modalidades de enseñanza

Las clases teóricas brindan la mayor parte de la información al alumno y constituyen una guía de los tópicos más importantes necesarios en la Especialidad. La resolución de ejercicios permite que los alumnos se involucren personalmente de manera tal que incorporen y afiancen lo aprendido en las clases teóricas y desarrollen su capacidad de análisis siguiendo los pasos de la metodología científica.

Mecanismos de evaluación

Para regularizar la asignatura, el alumno deberá aprobar dos exámenes parciales consistentes en la resolución de problemas y preguntas conceptuales. De ser necesarios, se tomarán exámenes recuperatorios permitiendo al alumno tener clases para consultas. Los parciales y recuperatorios se aprobarán con una nota de

6/10. Para aprobar la asignatura el alumno deberá aprobar un examen final consistente en la resolución de problemas integradores y preguntas conceptuales.

Objetivos específicos

Enseñanza de los fundamentos de la física nuclear, comprensión de la estructura nuclear, modos de decaimientos, emisiones radioactivas y mecanismos de reacción entre núcleos.

I) El núcleo atómico: sus propiedades y constituyentes.

Introducir las ideas generales acerca de la estructura microscópica de la materia presentando las escalas de distancias y energías asociadas. Ubicación de la física nuclear en este contexto. Presentar un repaso de los modelos del átomo e introducir los distintos tipos de radiaciones atómicas y nucleares. Describir las propiedades generales del núcleo, su sistemática y sus constituyentes.

II) La interacción nuclear.

Estudiar las fuerzas nucleares y el sistema de dos nucleones.

III) Modelos nucleares:

Introducir algunos de los modelos que se utilizan para describir la estructura nuclear.

IV) Reacciones nucleares:

Estudiar los distintos tipos de reacciones nucleares conocidas.

V) Desintegraciones nucleares:

Estudiar los distintos tipos de desintegraciones nucleares conocidas.

VI) Interacción de la radiación con la materia.

Estudiar el efecto del pasaje de los distintos tipos de radiación por la materia.

VII) Reacciones nucleares en la naturaleza

Estudiar la diversidad de manifestaciones de fenómenos nucleares en la naturaleza que, de una forma u otra, moldean las características del universo y tienen impacto medioambiental en el entorno terrestre.

VIII) Aplicaciones de física nuclear

Describir algunas aplicaciones de los fenómenos nucleares que permitan afirmar los conceptos y dar ejemplos de sus alcances tecnológicos, con énfasis en los asociados al campo de la física médica.

Contenidos específicos

I) El núcleo atómico: sus propiedades y constituyentes.

Átomos, núcleos y partículas subnucleares. Escalas de energías y distancias asociadas. Los rayos α , β , γ y el descubrimiento del núcleo atómico. Componentes del núcleo. Isótopos y abundancia isotópica. Radios nucleares. Masas, energías de ligadura y estabilidad de los núcleos. Espín y momentos eléctricos y magnéticos.

II) La interacción nuclear.

Estados ligados de dos nucleones: conclusiones a partir de la energía de ligadura y del tamaño del deuterón. La fuerza tensorial y los momentos magnéticos y eléctricos del deuterón. Propiedades generales de la fuerza nuclear. Fuerzas estáticas y fuerzas dependientes de la velocidad. Información obtenida a partir de la dispersión nucleón-nucleón.

III) Modelos nucleares:

Generalidades. Modelo del gas de Fermi. El modelo de la gota líquida. Fórmula semiempírica de masas. Números mágicos y el modelo de capas. Modelo colectivo (vibradores, rotadores) y unificados.

IV) Reacciones nucleares:

Canales de reacción y Q de la reacción. Mecanismos de reacción. Dispersión por un potencial. Modelo óptico. Reacciones de núcleo compuesto. Reacciones directas.

V) Desintegraciones nucleares:

Radioactividad natural e inducida. Vidas medias y actividades. Productos de decaimiento y cadenas radiactivas naturales. Emisión α y penetración de barrera. Decaimiento β : balances de energía y momento. El neutrino. Radiación γ . Otras formas de desintegración.

VI) Interacción de la radiación con la materia.

Interacción de la radiación electromagnética. Efecto Fotoeléctrico, Compton, Creación de pares. Interacción de partículas cargadas. Fórmula de Bethe. Curva de Bragg y straggling. Cálculo de pérdida de energía. Interacción de neutrones. Dispersión de electrones.

VII) Reacciones nucleares en la naturaleza

Nucleosíntesis primordial y estelar: Reacciones de captura directas y resonantes. Reacciones inducidas por neutrones. Reacciones inducidas por partículas cargadas. Ciclos de combustión estelar, Supernovas y Formación de elementos. Radionucleidos en la Tierra: primordiales, cosmogénicos, nucleogénicos y antropogénicos.

VIII) Aplicaciones de física nuclear

Reactores de fisión y fusión. Enriquecimiento isotópico y salvaguardia nuclear. Resonancia nuclear magnética. Terapias radiantes. Radiotrazadores biológicos, atmosféricos y oceanográficos. Datación arqueológica (^{14}C), geológica (^{26}Al , ^{10}Be), astrofísica (^{60}Fe) y cosmogénica (U, Pu).