

Curso de Pregrado de Física. 8 semanas. 2 créditos. - Horario: Ma. y Ju. - Prerrequisito: Mecánica cuántica.

Motivación:

Desde los rayos-X para para el diagnóstico médico y estudio de materiales, pasando por los rayos cósmicos con descubrimientos tan fundamentales como la antimateria, el registro de radiaciones ionizantes en nuestro entorno, hasta los grandes experimentos con los aceleradores que nos han abierto el panorama de las partículas elementales, quarks, leptones y los bosones intermediarios de las interacciones, hasta el bosón de Higgs . . . allí siempre están los detectores de partículas.

Temas del curso:

Este curso cubre la física de los detectores de partículas: Desde la interacción de la radiación con materia, la aplicación de estas interacciones para detectar el paso de partículas, su traza, su momento y energía e identificarla. Se tratan los más importantes tipos de detectores: gaseosos, centelladores, detectores de estado sólido, detectores pixel, métodos de detección de partículas neutras, tanto neutrones y por aparte neutrinos, detección de fotones, rayos-X. Se incluyen también los sistemas de detectores, desde los telescopios de muones hasta los grandes sistemas de detección para rayos cósmicos y para experimentos en colisionadores hadrónicos. Finalmente tratamos los detectores del laboratorio de Altas Energías de la Universidad de los Andes.

Logros esperados:

Al concluir el curso tendremos familiaridad con métodos de detección de partículas en física nuclear y física de altas energías, conoceremos los diversos tipos de detectores más importantes y sus aplicaciones, sabremos cómo se realizan mediciones de posición, energía y momento de partículas y su identificación. Y tendremos práctica computacional para modelar la detección e identificación de partículas.

Metodología:

** Clase con presentación inicial del tema por el Profesor, acompañado de proyecciones PowerPoint y/o videos. La clase incluye participación activa de los estudiantes mediante trabajo en grupos pequeños, donde discuten la solución de un problema de aplicación del método de detección tratado en clase y responden preguntas mediante Socrative.com.*

** Lecturas complementarias a la clase: Material asignado en Brightspace del curso y evaluación en cuestionarios de Brightspace.*

** Trabajos computacionales individuales en dos proyectos, que en simulación numérica permiten estudiar el paso de radiación a través de materia, y simulación de detectores, como cámara de ionización, cámara proporcional con gas a diversas presiones.*

Recursos:

Lecturas, páginas web, imágenes, videos, foro: Página del curso en Brightspace. http://uniandes.brightspace.com ---> FISI-3161 DETECTORES DE PARTÍCULAS	Brightspace
---	--------------------

Bibliografía: (Ver enlaces en Brightspace del curso.)

<p>Erika Garutti, DESY y Universidad de Heidelberg: Lectures on Particle Detectors, año 2012.</p> <p>Johanna Stachel, Universidad de Heidelberg: Lectures on Particle Detectors, año 2014.</p> <p>Edwin Kukk, University of Turku, Finland, Radiation and Particle Detectors, Lecture Notes 2011.</p> <p>Isabelle Wingerter-Seez, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS): CERN Summer Student Lectures, July 2016: DETECTORS, 5 Lectures by Isabelle Wingerter-Seez.</p> <p>Werner Riegler, Detectors, Lectures 1 --> 5, Summer Student Lecture Programme Course, CERN, 2019.</p> <p>Konrad Kleinknecht, Universidad de Dortmund: Particle Detectors. Physics Reports 84, No. 2 (1982) 85 - 161.</p> <p>Konrad Kleinknecht, Universidad de Mainz: Detectors for Particle Radiation, Cambridge University Press, 1998.</p> <p>Dan Green, Fermilab, The Physics of Particle Detectors, Cambridge University Press, 2000.</p> <p>Claus Grupen, Particle Detectors, Cambridge University Press, 2011.</p> <p>William R. Leo: Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, Springer, 1994.</p> <p>Club de Lectura sobre Detectores de Partículas: Selección de artículos de revistas científicas, ver SicuaPlus.</p> <p>Particle Data Group, PDG, Lawrence Berkeley Laboratory: Selected Chapters on Particle Detectors:</p> <ol style="list-style-type: none"> 32. Passage of Particles Through Matter 33. Particle detectors at Accelerators 34. Particle detectors for Non Accelerator Physics 35. Radioactivity and Radiation Protection 	<p>Materiales de Lectura, PDF, ver en SicuaPlus del curso.</p>
--	---

Curso de Pregrado de Física. 8 semanas. 2 créditos. - Horario: Ma. y Ju. - Prerrequisito: Mecánica cuántica.

Programa detallado:

Semana	Clase	Fecha	Temas	Tópicos
1	1	Ma.	Introducción al curso. Introducción a los detectores de partículas: El panorama de detectores. La física de detectores de partículas. Métodos generales de detección y características de detectores.	Panorama de Detectores
	2	Ju.	Interacción de la radiación con la materia: Interacción de partículas cargadas eléctricamente. Pérdida de energía: Ionización. dE/dx según Bethe-Bloch. Radiación de frenado y Cherenkov.	Interacción Radiación con Materia
2	3	Ma.	Interacción de fotones con la materia: Efecto fotoeléctrico. Efecto Compton. Producción de pares. Interacciones electromagnéticas: Caso fotones vs. electrones y dependencia del material.	Detectores Gaseosos
	4	Ju.	Detectores gaseosos: Principios básicos. Ionización en diversos gases, diversas presiones. Transporte de iones y electrones en el gas. Difusión. Velocidad de deriva. Avalanchas.	
3	5	Ma.	Tubos y cámaras de ionización. Contadores proporcionales. Tubo Geiger-Muller. Cámaras proporcionales multialambres. Cámaras de deriva. Cámaras detectores de trazas.	Detectores de Centelleo
	6	Ju.	Detectores centelladores: Características generales. Sistema básico con fotomultiplicador. Cristales inorgánicos centelladores. Propiedades. Emisión de luz. Constantes de tiempo.	
4	7	Ma.	Centelladores orgánicos. Propiedades. Centelladores plásticos y líquidos. Telescopio de centelladores plásticos. Tubos fotomultiplicadores: Propiedades y diversos tipos.	Detectores de Estado Sólido
	8	Ju.	Detectores de estado sólido: Propiedades generales. Portadores de carga y concentración. Velocidad de deriva. Movilidad. Resistividad. Detectores semiconductores: Germanio y Silicio.	
5	9	Ma.	Detectores semiconductores. Medición de energía. Detectores de alta resolución de energía. Telescopios de detectores de silicio: Identificación de partículas en detectores DeltaE vs. E.	Detectores Pixel
	10	Ju.	Detectores pixel de alta resolución en energía, posición y tiempo. Detectores pixel para rayos-X. Detectores pixel de silicio para vértices y de trazas. Detectores Medipix y Timepix.	
6	11	Ma.	Detección de partículas neutras. Interacción con núcleos atómicos y productos con carga eléctrica. Reacciones nucleares. Método de retroceso del protón. Método de activación neutrónica.	Detectores de Neutrones
	12	Ju.	Procesos que permiten detectar neutrinos. Técnicas de detección: Centelladores. Efectos Cherenkov. Métodos de retroceso. Detectores líquidos. Superkamiokande. Antares. KM3NeT. Icecube. Nova.	Detectores de Neutrinos
7	13	Ma.	Detectores para rayos cósmicos y para experimentos en grandes colisionadores hadrónicos. Componentes: Detector de trazas + Calorímetro hadrónico y electromagnético + Detector de muones.	Sistemas de Detectores
	14	Ju.	Centelladores, detectores semiconductores y detectores de rayos-X para medicina. Sistemas para tomografías. Detectores pixel Medipix y Timepix con aplicación para medicina.	Detectores para Medicina
8	15	Ma.	Detectores en el Laboratorio de Altas Energías de Uniandes: Centellador de yoduro de sodio, centelladores plásticos con tubos fotomultiplicadores para telescopios de muones.	Detectores en Uniandes
	16	Ju.	Detectores para rayos-X: Detectores pixel Medipix y Timepix. Detector GEM: cámara multiplicadora de electrones en mezclas de gas. Tomografía de muones.	

Evaluación del curso:

25% :	Trabajo computacional: Simulación numérica: Partículas atraviesan diversos materiales. Interacción con materia.	Semestre 2021-10
25% :	Trabajo computacional: Ionización en cámara proporcional. Simulación con Garfield.	
20% :	Evaluación por Brightspace: Temas de semanas 1 a 4.	
20% :	Evaluación por Brightspace: Temas de semanas 5 a 8.	
10% :	Participación en las clases mediante: Socrative.com	

Bernardo Gómez Moreno - 4 de Septiembre de 2020