

**Motivación:**

**¿Qué son los aceleradores de partículas? ¿Qué tipos de aceleradores hay?**  
**¿Cómo funcionan? ¿Qué aplicaciones tienen?**

En el mundo moderno de hoy encontramos los aceleradores de partículas como herramientas de los físicos para el estudio de la estructura de la materia. Los encontramos así en los grandes laboratorios de física de altas energías, de física nuclear, y recientemente también en laboratorios para el estudio de materia condensada. Pero también los vemos prestando servicios a la industria, por ejemplo en estudio y producción de nuevos materiales, e importantes servicios a la medicina, en el diagnóstico médico y en la terapia. Así el tratamiento del cáncer con aceleradores de partículas es hoy parte del mundo cotidiano.

**Objetivos:**

Dar una introducción a los aceleradores de partículas, a los métodos de aceleración de partículas, a los principios de funcionamiento de los diversos tipos de aceleradores, al manejo de haces de partículas y a su aplicación en las ciencias, en la medicina y en la industria.

Partiendo del conocimiento básico de electromagnetismo, estudiar el movimiento de cargas eléctricas en campos electromagnéticos, estudiar los ingeniosos y sofisticados métodos desarrollados para acelerar partículas y conducir haces de partículas del acelerador a los blancos para colisiones, para experimentos de dispersión y para los diversos usos que pueden darse a los rayos de partículas.

Dar al estudiante herramientas computacionales para cálculos numéricos, que le permitan modelar el comportamiento de haces de partículas en campos electromagnéticos, incluso modelar diversos tipos de aceleradores.

**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, tanto en clase presencial, o en clase virtual mediante ZOOM en salas separadas por grupos dentro de la sesión de clase. En grupo pequeño discuten la solución de un problema de electromagnetismo, problema que es esencial en el tema de clase. En un 50% del curso, cada clase es un problema de electromagnetismo, es una aplicación ingeniosa de electromagnetismo, como lo son los aceleradores.

Lecturas, complementarias a la clase, del material asignado en Bloque Neón del curso y evaluación mediante cuestionarios en Bloque Neón.

Trabajos computacionales individuales en dos proyectos, que en simulación numérica reproducen las características esenciales y el comportamiento del sistema de las partículas en movimiento en los campos eléctricos y magnéticos dados.

**Recursos:**

Lecturas, páginas web, imágenes, videos, foro y padlet: Ver página del curso en **Bloque Neón**.  
--> ACELERADORES.PARTICULAS.Y.APLICACIONES: <https://bloqueneon.uniandes.edu.co/>

**Bibliografía y enlaces:**

- Edmund Wilson**, An Introduction to Particle Accelerators, Oxford University Press, Oxford, 2006  
ISBN 0-19-850829-8.
- Klaus Wille**, The Physics of Particle Accelerators - An introduction, Oxford University Press, Oxford, 2005.  
ISBN 0-19-850549-3.
- Donald A. Edwards, Michael J. Syphers**, An Introduction to the Physics of High Energy Accelerators, US Particle Accelerator School - Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., 2004. - ISBN 978-0-471-55163-8.
- Stanley Humphries Jr.**, Principles of Charged Particle Acceleration, University of New Mexico, Albuquerque, 1999  
John Wiley & Sons, 1999, ISBN 0-471-87878-2.
- Stanley Livingston, John Blewett**, Particle Accelerators, McGraw-Hill Book Company Inc., New York, 1962  
Library of Congress Catalog Card Number 61-12960.
- USPAS - US Particle Accelerator School** 2018  
<http://uspas.fnal.gov/materials/materials-books.shtml>
- CERN Accelerator School:**  
<http://www.cern.ch/Schools/CAS/>

**CERN COURIER: ACCELERATORS** - Reporting on particle accelerators: development and applications.  
<https://cerncourier.com/c/accelerators/>

**Accelerators and Beams** - Tools of Discovery and Innovation, Division of Physics of Beams of the American Physical Society  
 American Physical Society, APS. <https://www.aps.org/units/dbp/>

**Accelerators and Detectors** - Physics World, a collection of online, digital and print information services for the global scientific community,  
 IOP, Institute of Physics, UK. <https://physicsworld.com/c/particle-nuclear/accelerators-detectors/>

**Richard Feynman**, Feynman Lectures on Physics, Vol.2 Chapter 7 & Chapter 29.  
<http://www.feynmanlectures.caltech.edu/>

**Prof. Bernardo Gómez**, materiales para clases, conferencias.  
<https://uniandes.brightspace.com/d2l/home> ---> FISI-2101-01 ACCELERADORES DE PARTÍCULAS Y SUS APLICACIONES



**FISI-2101 - ACCELERADORES DE PARTÍCULAS**  
**Departamento de Física**  
**Semestre 2022-20 - Curso de 2 créditos - PREGRADO DE FÍSICA**  
**Prerrequisitos: FISI-1048 Física Moderna**  
**Profesor Bernardo Gómez, e-mail: bgomez@uniandes.edu.co , Oficina Ip-506**  
**NRC: xxxxx**

**Programa detallado:**

Semana	Clase	Fecha	Temas detallados	Temas globales
1	1	Ma-	Introducción al curso. Motivación: Panorama del mundo de los aceleradores de partículas.	Introducción
	2	Ju-	Movimiento de cargas eléctricas en campos eléctricos y magnéticos estáticos. Métodos numéricos para simulación de aceleradores de partículas.	Cargas eléctricas en campos E y B
2	3	Ma-	<b>Aceleradores electrostáticos:</b> Multiplicador de voltaje Cockcroft-Walton. Generador electrostático Van de Graff. Tandem-Pelletron.	Aceleradores clásicos
	4	Ju-	<b>Aceleradores por resonancia:</b> Ising-Wideröe-Lawrence: Ciclotrón, principio de funcionamiento, límites: efectos relativistas. Sloan-Lawrence: Acelerador Lineal, principio de funcionamiento por resonancia. Luis Álvarez: Acelerador lineal de protones. Ginzton: Acelerador lineal de electrones.	
3	5	Ma-	<b>Aceleradores por inducción e.m.:</b> Kerst: Betatrón. Principio funcionamiento, realización, aplicaciones. Estabilidad: Oscilaciones de betatrón.	Sincrotrones: Principio de estabilidad de fase.
	6	Ju-	<b>Sincrotrón:</b> Veksler-McMillan: Estabilidad de fase y principio de sincrotrón. Estabilidad radial, vertical y temporal. Bohm-Foldy: Sincrotrón de electrones. Livingston: Sincrotrón de protones.	
25%	<b>Trabajo Computacional 1: Final de la semana 3:</b> Conducción y enfoque de rayos de partículas en campos E y B.			
4	7	Ma-	Del enfoque débil al enfoque fuerte en sincrotrones: Blewett: Enfoque de gradiente alterno. El AGS: Sincrotrón de protones.	Colisionadores.
	8	Ju-	Del sincrotrón moderno a los anillos de almacenamiento superconductores: Principio de funcionamiento. Anillos superconductores para electrones, protones y sus antipartículas. Embobinados superconductores.	
25%	<b>Examen 1 por Cuestionario en Bloque Neón: Temas Clases 1 a 8.</b>			
5	9	Ma-	<b>Colisionadores hadrónicos:</b> Colisionadores de protones y de iones pesados. Tevatrón de Fermilab, y Large Hadron Collider, LHC, de CERN.	Aplicaciones de aceleradores.
	10	Ju-	<b>Luminosidad en colisionadores:</b> Exigencias de vacío, enfoque y "enfriamiento" en colisionadores. Métodos de enfriamiento, reducción de momento transversal: Enfriamiento estocástico. Enfriamiento por etapas repetitivas de pérdida de energía, seguida de aceleración longitudinal.	
6	11	Ma-	<b>Colisionadores de electrones:</b> Radiación de sincrotrón: Limitaciones que impone. ILC: Acelerador colisionador lineal internacional de electrones contra positrones.	Aceleradores futuros.
	12	Ju-	<b>Aceleradores en la medicina:</b> Radio Terapia: Tratamiento del cáncer con rayos de fotones. Hadrón Terapia: Tratamiento del cáncer con rayos de protones, neutrones y carbono-12.	
25%	<b>Trabajo Computacional 2: Final de la semana 6:</b> Acelerador de partículas, tipo ciclotrón o sincrotrón.			
7	13	Ma-	<b>Aceleradores para estudio de materiales:</b> Sincrotrones de electrones como fuentes de radiación de sincrotrón. Onduladores de rayos de electrones como fuente del "free electron laser".	Big Science.
	14	Ju-	<b>Aceleradores futuros:</b> Nuevos desarrollos tecnológicos. Aceleradores de plasma. Aceleradores de campo de cola (plasma wakes).	
8	15	Ma-	<b>Desaceleradores</b> para producción de antimateria.	
	16	Ju-	<b>Cooperación internacional:</b> Aceleradores y la ciencia grande (big science).	
25%	<b>Examen 2 por Cuestionario en Bloque Neón: Temas Clases 9 a 16.</b>			

**Evaluación del curso:**

25%	Trabajo computacional 1.: Simulación numérica: Conducción y enfoque de rayos de partículas en campos E y B.	Final de la semana 3
25%	Trabajo computacional 2.: Simulación numérica: Acelerador de partículas, tipo ciclotrón o sincrotrón.	Final de la semana 6
25%	Examen 1: Cuestionario en Bloque Neón: Temas de semanas 1 a 4, clases 1 a 8.	Final de la semana 4
25%	Examen 2: Cuestionario en Bloque Neón: Temas de semanas 5 a 8, clases 9 a 16.	Final de la semana 8
100%	Nota Final en Banner	Final ciclo de 8 semanas

**Bernardo Gómez Moreno - 4 de Marzo de 2022**