

FS-736 Tópicos de física teórica: Introducción a las partículas elementales

Carta al estudiante

Horas: martes y viernes de 1:00 a 2:30 p.m., aula FM-215
Créditos: 3
Requisitos: FS-600
Modalidad: propio
Ciclo: II-2014
Profesor: Alejandro Jenkins

Objetivo general

El objetivo de este curso es introducir al estudiante a las ideas fundamentales de la moderna física de partículas, conocida también como física de altas energías. Se espera que al terminar el curso el estudiante haya adquirido una idea general del tipo de fenómenos que estudia la física de partículas, de las principales herramientas conceptuales y experimentales de las que dispone, de su desarrollo histórico, de sus avances más recientes y de las grandes preguntas que siguen abiertas en este tema. No se trata de un curso formal en teoría cuántica del campo, pero para su buena comprensión son necesarias bases sólidas en la mecánica clásica analítica y en métodos matemáticos (especialmente ecuaciones diferenciales y teoría de grupos), así como familiaridad con los conceptos principales del electromagnetismo y de la mecánica cuántica.

Contenidos

1. Conceptos generales
 - a. Ámbitos de la mecánica teórica
 - b. Concepto clásico y cuántico de partícula
 - c. Sistemas de unidades
 - d. Métodos experimentales
2. Introducción histórica
 - a. Partículas clásicas
 - b. Fotones, mesones, antimateria y neutrinos
 - c. Quarks, bosones vectoriales y el modelo estándar
 - d. Bosones y fermiones
3. Fundamentos dinámicos
 - a. Fuerzas fundamentales
 - b. Desintegraciones y leyes de conservación
 - c. Esquemas de unificación
4. Cinemática relativista
 - a. Transformaciones de Lorentz
 - b. Cuadrivectores
 - c. Energía y moméntum

- d. Colisiones
- 5. Simetrías
 - a. Concepto de grupo y representación
 - b. Simetrías continuas y leyes de conservación
 - c. Momento angular y suma de espines
 - d. Simetrías de sabor: isoespín y "vía del octeto"
 - e. Simetrías discretas: P, C, CP, T y CPT
 - f. Quiralidad y violación de P
 - g. Violación de CP en la oscilación de kaones neutros
 - h. Teorema de CPT y búsqueda de violación de T
- 6. Estados ligados
 - a. Ecuación de Schrödinger
 - b. Espectro del átomo de hidrógeno
 - c. Estructura fina
 - d. Corrimiento de Lamb
 - e. Estructura hiperfina
 - f. Positronio y quarkonios pesados
 - g. "Estados ligados" relativistas
 - h. Bariones
- 7. Cálculo de cantidades observables
 - a. Desintegración y dispersión
 - b. Sección efectiva
 - c. Regla de oro de Fermi
 - d. Reglas de Feynman para una teoría sencilla
 - e. Correcciones radiativas
- 8. Electrodinámica cuántica
 - a. El fotón: Ecuaciones de Maxwell
 - b. El electrón: Ecuación de Dirac
 - c. Reglas de Feynman
 - d. Truco de Casimir
 - e. Secciones efectivas y vidas medias
- 9. Renormalización
 - a. Divergencias ultravioletas
 - b. Ejemplos de renormalización clásica y no-relativista
 - c. Variación del acoplamiento con la energía
 - d. Teorías efectivas
- 10. Electro- y cromodinámica de los quarks
 - a. Producción de hadrones en colisiones de electrón-positrón
 - b. Dispersión elástica entre electrón y protón
 - c. Reglas de Feynman para la cromodinámica
 - d. Libertad asintótica
- 11. Interacciones débiles de leptones y quarks
 - a. Interacciones débiles con carga de los leptones
 - b. Desintegración del muón, neutrón y pión
 - c. Interacciones débiles con carga de los quarks
 - d. Interacciones débiles neutras
 - e. Fermiones quirales
 - f. Unificación electrodébil
- 12. Teorías de calibre ("gauge")
 - a. Invarianza global y local de calibre

- b. Teorías de Yang-Mills
 - c. Ruptura espontánea de simetría
 - d. Teorema de Goldstone
 - e. Mecanismo de Higgs
 - f. Masas fermiónicas
13. Desarrollos recientes y perspectivas
- a. Oscilación de neutrinos
 - b. Bosón de Higgs
 - c. Problema de la jerarquía
 - d. Cuantización de la gravedad
 - e. Materia y energía oscuras

Libros de texto y referencia

El libro de texto para este curso es:

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

Otros textos de referencia que pueden ser útiles para el estudiante incluyen:

- Francis Halzen y Alan D. Martin, *Quarks & Leptons: An Introductory Course in Modern Particle Physics*, (John Wiley & Sons, 1984)
- Donald H. Perkins, *Introduction to High Energy Physics*, 4ª ed., (Cambridge, 2000)

Metodología

El profesor impartirá dos lecciones magistrales (martes y viernes) de una hora y media cada una. Se espera que el estudiante asista regularmente y participe activamente en la clase. Al final de la lección del lunes se asignará una tarea a ser entregada la semana siguiente. La evaluación consistirá además de un examen parcial de llevar a la casa (cuyo enunciado será dado el viernes 31 de octubre para ser entregado el martes 4 de noviembre) y de un proyecto de investigación sobre un tema escogido por el estudiante y aprobado por el profesor, sobre el cual el estudiante presentará un informe oral al final del semestre. En caso de que las circunstancias lo ameriten, podrá realizarse una prueba oral de ampliación el lunes 16 de diciembre.

Horas de consulta

Oficina FM-109, horas a convenir con el profesor

Criterios de evaluación

10%	participación
20%	tareas
35%	examen parcial
35%	proyecto de investigación

Cronograma

Fecha	Tema
K 12-08-14	--
V 15-08-14	Feriado
K 19-08-14	1 a,b,c
V 22-08-14	1 d; 2a,b
K 26-08-14	2 c,d; 3a
V 29-08-14	3b,c
K 02-09-14	4a,b,c,d
V 05-09-14	5a,b
K 09-09-14	5c,d
V 12-09-14	5e,f
K 16-09-14	5g,h
V 19-09-14	6a,b
K 23-09-14	6c,d,e
V 26-09-14	6f,g,h
K 30-09-14	7a,b
V 03-10-14	7c,d,e
K 07-10-14	8a
V 10-10-14	8b,c
K 14-10-14	8d,e
V 17-10-14	9a,b
K 21-10-14	9c,d
V 24-10-14	10a,b
K 28-10-14	10c,d
V 31-10-14	11a,b
K 04-11-14	11c,d; entrega del examen parcial
V 07-11-14	11e,f
K 11-11-14	12a,b
V 14-11-14	12c,d
K 18-11-14	12e,f
V 21-11-14	13a,b
K 25-11-14	13c,d
V 28-11-14	13e
L 08-12-14 a V 12-12-14	Semana de presentaciones finales
J 18-12-14	Ampliación