

**Programa de la Assignatura  
25472: FISICA NUCLEAR Y DE PARTICULAS**

**Primera parte: Física Nuclear**

**Conceptos preliminares:**

Tabla periódica de los elementos. Perspectiva histórica: descubrimiento de los rayos-X, de la radiactividad y del electrón. Modelos atómicos de finales del siglo XIX. Terminología, escales y unidades en física nuclear. Diagrama de Segré. Ley de desintegración radiactiva. Series radiactivas. Tipos de desintegración.

**Dispersión: sección eficaz, factor de forma, distribuciones de carga y de materia nucleares**

Estudio de la estructura interna a través de la dispersión de proyectiles. Sección eficaz. Dispersión colombiana y la experiencia de Rutherford. Factores de forma. Métodos de obtención de la distribución de carga nuclear.

**Masa de los núcleos**

Energía de enlace de los núcleos. Modelo de la gota líquida. Fórmula semiempírica de la masa. Modelo del gas de Fermi.

**Inestabilidad nuclear**

Desintegración beta. Emisión gamma. Diagramas de desintegración. Marco teórico de la desintegración alfa: barreras de potencial en el núcleo. Probabilidades de desintegración y diagramas de desintegración.

**Descripción de los modelos nucleares**

Números mágicos. Espín nuclear y paridad. Modelo de capas. Modelos colectivos.

**Reacciones nucleares**

Clasificación de las reacciones nucleares: cinemática y leyes de conservación. Espectroscopía nuclear. El modelo de núcleo compuesto. Dispersión elástica.

**Bibliografía**

W.S.C. Williams, "Nuclear and Particle Physics", Oxford 1997 (ISBN: 0-19-852046-8).

M.A. Alonso, E.J. Finn. "Física", Addison-Wesley Iberoamericana 1995 (ISBN: 0-201-62565-2).

W.N. Cottingham, D.A. Greenwood. "An introduction to nuclear physics. Cambridge Univ. Press 2001 (ISBN: 0-521-65733-4).

K. S. Krane, "Introductory Nuclear Physics", Wiley 1988 (ISBN: 0-471-80553-X).

## **Primera parte: Física Nuclear Programa**

### **Capítulo 1. Introducción**

- 1.1 Un universo de partículas.
- 1.2 El lenguaje de la física de partículas: la mecánica cuántica relativista y la teoría cuántica de campos.
  - 1.2.1 Partículas y antipartículas. Fermiones y bosones.
- 1.3 Cinemática relativista.
- 1.4 Los constituyentes fundamentales: leptones y quarks.
- 1.5 Las interacciones fundamentales. Los Bosones intermediarios.
- 1.6 Sistemas estudiados en física de partículas
  - 1.6.1 Estados ligados. Anchuras y vidas medias.
  - 1.6.2 Estados de interacción. Sección eficaz.
- 1.7 El Modelo Estándar.

### **Capítulo 2. Las Interacciones Fundamentales.**

- 2.1 Amplitud de transición. La regla de oro de Fermi. Espacio de fase
- 2.2 El elemento de matriz y las interacciones básicas. Diagramas de Feynman.
- 2.3 Electrodinámica cuántica.
- 2.4 Cromodinámica cuántica.
- 2.5 La interacción débil. Interacciones débiles de leptones y quarks.
- 2.6 Desintegraciones de partículas. Leyes de conservación.

### **Capítulo 3. Simetría, invarianza, conservación.**

- 3.1 Grupos de simetrías. Teoría de grupos.
- 3.2 El grupo de rotaciones en tres dimensiones  $SO(3)$ .
  - 3.2.1 Escalares, vectores, tensores.
  - 3.2.2 Generadores del grupo de rotaciones.
- 3.3 Transformaciones y Mecánica Cuántica.
- 3.4 Momento angular y mecánica cuántica.
  - 3.4.1 El grupo  $SU(2)$ : spinores.
  - 3.4.2 Spinors de spin  $1/2$ .
  - 3.4.3 Suma de momentos angulares.
- 3.5 Isospin.
- 3.6 Simetrías de color.
- 3.6 Simetrías discretas: Paridad, Conjugación de Carga e Inversión Temporal. El teorema CPT.
- 3.7 Otras simetrías.

## **Capítulo 4. La interacción electromagnética. La electrodinámica cuántica.**

- 4.1 El vértice básico. El fotón y la constante de estructura fina.
- 4.2 Interacciones electromagnéticas de leptones y de quarks.
- 4.3 Un ejemplo: los factores de forma del protón y neutrón.

## **Capítulo 5. La interacción fuerte.**

- 5.1 El vértice básico. El gluón y la constante de acoplo fuerte.
- 5.2 El color. Simetría de color y su significado.
- 5.3 Interacciones fuertes entre quarks.
- 5.4 Estados ligados de quarks: mesones y bariones.
- 5.5 Clasificación de los mesones y bariones.
- 5.6 Interacciones entre hadrones.

## **Capítulo 6. La interacción débil.**

- 6.1 Los vértices básicos. Los bosones  $W^+$ ,  $W^-$  y  $Z$  y las constantes de acoplo débil.
- 6.2 Interacciones débiles de leptones.
- 6.3 Interacciones débiles de quarks.
- 6.4 La mezcla entre las familias de quarks. La matriz CKM.
- 6.5 Los neutrinos y la interacción débil. La masa de los neutrinos.
- 6.6 La violación de las simetrías  $P$  y  $CP$  en la interacción débil.

## **Capítulo 7. La interacción electrón-positrón a alta energía: un laboratorio de las interacciones fundamentales.**

- 7.1 La interacción electrón-positrón como función de la energía.
- 7.2 El cociente entre la sección eficaz hadrónica y leptónica como función de la energía.
- 7.3 La resonancia  $Z$  y su significado.
- 7.4 El estudio de las colisiones electrón-positrón a la energía igual a la masa del  $Z$ .
- 7.5 El número de familias de neutrinos estándar.
- 7.6 La producción de los bosones  $W^+W^-$ .
- 7.7 Hacia la escala del TeV.

## **BIBLIOGRAFÍA Física de Partículas**

- 1. Introduction to Elementary Particles.** D. Griffiths, John Wiley & Sons, Inc, 1987.
- 2. Introduction to High-Energy Physics, 2nd. Edition,** D.H. Perkins, Addison-Wesley, 1982.
- 3. Quarks and Leptons,** F. Halzen & A.D. Martin, John Wiley & Sons, 1984.
- 4. Nuclear and Particle Physics.** WSC Williams, Oxford Science Publishing, 1996.
- 5. Gauge Theories of the Strong, Weak, and Electromagnetic Interactions** C. Quigg, Benjaming-Cummings, 1983 (este libro es más avanzado).