

# EL MODELO ESTANDAR ELECTRODEBIL

**Clave: 66736**

Carácter: Optativa

Horas

Tipo: Teórica

Teoría: 6

Práctica: 0

**Créditos: 6**

Horas por semana

6

## **Objetivo general:**

Proporcionar al alumno los conocimientos avanzados del sector electrodébil del modelo estándar, brindando una visión amplia de los aspectos más relevante de esta materia en el contexto de la investigación actual.

## **Objetivos específicos:**

Dar al estudiante, las herramientas teóricas y de cálculo indispensables para analizar tanto a nivel árbol como a nivel de un lazo, diferentes procesos de la física electrodébil.

## **Contenido Temático**

### **Unidad I. Invariancia de norma global y local.**

- 1.1 Simetrías en teoría de campos.
- 1.2 Invariancia de norma global.
- 1.3 Invariancia de norma local.
- 1.4 QED, una simple teoría de norma.
- 1.5 Invariancia de norma en la interacción electrodébil.
- 1.6 Propiedades de los bosones de norma.

### **Unidad II. Interacciones electrodébiles**

- 2.1 Teoría clásica de las interacciones débiles:
- 2.2 Modelo de Fermi-Cabbibo.
- 2.3 Problemas de la teoría clásica.
- 2.4 La teoría del bosón vectorial intermedio (IVB).
- 2.5 Violación de la paridad.
- 2.6 Dificultades de la teoría IVB.
- 2.7 Condición general necesaria para la renormalizabilidad.
- 2.8 Necesidad de campos escalares.

### **Unidad III. Rotura espontánea: Goldstone y Higgs**

- 3.1 Rotura espontánea de una simetría.
- 3.2 Rotura espontánea de una simetría de norma global: Teorema de Goldstone.
- 3.3 Rotura espontánea de una simetría de norma local: Mecanismo de Higgs.
- 3.4 Teorías de norma espontáneamente rotas (resumen)

### **Unidad IV. El modelo estándar GSW**

- 4.1 Elección del grupo de norma.
- 4.2 Propiedades de transformación de los leptones.
- 4.3 Lagrangiano invariante de norma global para leptones.
- 4.4 Incorporación del sector escalar.
- 4.5 Rotura espontánea de la simetría.
- 4.6 Densidad lagrangiana en la norma unitaria.
- 4.7 Espectro de masas de la teoría GSW.
- 4.8 Interacciones de la teoría GSW: reglas de Feynman en la norma unitaria.
- 4.9 Algunos procesos importantes:
  - 4.9.1 Dispersión elástica de neutrinos por electrones.

- 4.9.2 Aniquilación electrón-positrón.
- 4.9.3 Decaimiento del muón.
- 4.9.4 Decaimiento leptónico del bosón W.
- 4.9.5 Anchura del bosón Z.
- 4.10 Incorporación del sector de cuarks.
- 4.11 La matriz de CKM y el ángulo de Cabibbo.
- 4.12 El mecanismo GIM.
- 4.13 Procesos con bosones de Higgs.

#### **Unidad V. El modelo estándar GSW en norma específicas**

- 5.1 El sector de Yang-Mills.
- 5.2 El sector de Higgs.
- 5.3 El sector fermiónico.
- 5.4 Parámetros y campos físicos.
- 5.5 Cuantización (el término que fija la norma).
- 5.6 El lagrangiano completo del modelo GSW: reglas de Feynman del modelo GSW en la norma del  $R_\xi$ .
- 5.7 Algunas normas populares:
  - 5.7.1 Norma unitaria.
  - 5.7.2 Norma de Landau.
  - 5.7.3 Norma de 't Hooft-Feynman.
  - 5.7.4 Normas no lineales.
  - 5.7.5 Otras normas.
- 5.8 El método de campo de fondo electrodébil.

#### **Unidad VI. Renormalización del modelo GSW**

- 6.1 Esquemas de renormalización: renormalización sobre la capa de masas (on-shell-scheme).
- 6.2 Constantes de renormalización y contratérminos.
- 6.3 Condiciones de renormalización.
- 6.4 Forma explícita de las constantes de renormalización.

#### **Unidad VII. Integrales a un lazo**

- 7.1 Definiciones y álgebra de Dirac en N dimensiones.
- 7.2 Reducción de integrales tensoriales a integrales escalares.
- 7.3 Integrales escalares a un lazo para  $N=4$ :
  - 7.3.1. Integral escalar de 1 punto ( $A_0$ ).
  - 7.3.2. Integral escalar de 2 puntos ( $B_0$ ).
  - 7.3.3. Integral escalar de 3 puntos ( $C_0$ ).
  - 7.3.4. Integral escalar de 4 puntos ( $D_0$ ).
- 7.4 Divergencias ultravioleta de las integrales tensoriales.

#### **Unidad VIII. Cálculo de amplitudes a un lazo**

- 8.1 Reducción algebraica de los diagramas de Feynman.
- 8.2 Procesos.
- 8.3 Factores de forma.
- 8.4 Decaimientos.

#### **Bibliografía Básica:**

- W. Hollik, *Radiative corrections in the standard model and the role for the precision test of the electroweak*, CERN, TH-Division, 1988.

- W. Hollik, *Electroweak radiative corrections, Lectures given at the XV III Meeting on Fundamental Physics and XXI G.I.F.T. International Seminar on Theoretical Physics*, Santander, Spain, 1990.
- W. Hollik, *Electroweak theory*, Lectures given at the 5th Hellenic School and Workshops on Elementary Particle Physics, hep-ph/9602380. CORE (Compendium of Relations., V-I. Borodulin, R. N. Rogalyov and S. R. Slabospitsky, hep-ph/9507456), 324 September 1995.
- J. F. Donoghue y, et-al., *Dynamics of the standard model*, Cambridge U. P., 1996.
- Ta-Pei Cheng y Ling-Fong Li, *Gauge theory of elementary particle physics*, Oxford U. P., 1992.
- W. Greiner y B. Müller, *Gauge theory of weak interactions Vol. 5*, Springer-Verlag, 1993.
- F. Mandl y G. Shaw, *Quantum field theory, Cap.10 al 14*, John Wiley & Sons, 1985.
- M. Böhm, W. Hollik y H. Spiesberger, *Fortschr. Phys.*, 687, 1986, 34.
- A. Denner, *Fortschr. Techniques for the calculation of electroweak radiative corrections at the one-loop level and results for w-physics at LEP 200 Phys. 41 4, 307-420*, 1993.
- K. I. Aoki, Z. Hioki, R. Kawuabe, M. Konuma y T. Muta, *Prog. Theo. Phys.* 64, 707, 1980.
- K. I. Aoki, Z. Hioki, R. Kawuabe, M. Konuma y T. Muta, *Prog. Theo. Phys.* 65 1001, 1981.
- K. I. Aoki, Z. Hioki, R. Kawuabe, M. Konuma y T. Muta, *Suppl. Prog. Theo. Phys.* 73, 1982.

