

# Programa del curso “Introducción al Modelo Estándar de las Partículas Elementales”

**Instructor:** Alfredo Aranda Fernández: fefo.aranda at gmail.com  
(<http://fejer.ucol.mx/fefo>)

**Objetivo:** Familiarizar al estudiante con la estructura básica del Modelo Estándar de las Partículas Elementales, incluyendo tanto su formulación como su fenomenología.

**Requisitos básicos de conocimientos:** El curso está orientado a estudiantes de maestría que tienen al menos conocimientos básicos (nivel licenciatura) de mecánica analítica, electrodinámica, mecánica cuántica y relatividad especial. Conocimiento básico de teoría de campos cuánticos es recomendable pero no requerido. El curso será impartido en inglés por lo que se requiere comprensión del idioma a un nivel que permita la comunicación al menos oral.

## Temas a cubrir:

- **Introducción y convenciones**
- **Lagrangiano para un campo escalar (spin 0)**
  - Identificación física de los parámetros
  - Simetrías globales
  - Extensiones: más de un campo escalar ( $O(N)$ ,  $SU(N)$  e interacciones)
- **Lagrangiano para un campo fermiónico (spin  $\frac{1}{2}$ )**
  - Identificación física de los parámetros
  - Simetrías globales
  - Extensiones: más de un campo fermiónico (multipletes), interacciones con escalares (términos de Yukawa).
- **Lagrangiano para un campo vectorial (spin 1)**

- o Identificación física de los parámetros
- o Simetrías globales y locales
- o Extensiones: más de un campo vectorial y sus posibles interacciones con escalares y fermiones
- **Simetrías**
  - o Identificación de las posibles simetrías locales y el principio de gauge
  - o Formulación de una teoría gauge basada en el grupo  $U(1)$
  - o Generalización a grupos no-Abelianos: Teorías de Yang-Mills
- **Mecanismo de Higgs**
- **Formulación del ME:  $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$** 
  - o Sector gauge: descripción de los bosones gauge del ME, en particular de sus auto-interacciones
  - o Sector fermiónico: Incorporación de todo el contenido de materia del ME a través de sus términos cinéticos. Mostrar que la quiralidad de la teoría no permite fermiones masivos.
  - o Sector escalar: Incorporación de un doblete escalar, el doblete de Higgs, para obtener el rompimiento espontáneo de la simetría gauge del ME. Obtención de las masas de los bosones de gauge Z y W. Obtención de la  $U(1)$  asociada al electromagnetismo como simetría remanente (junto con  $SU(3)$ ).
  - o Sector de Yukawa: Incorporar las interacciones del nuevo doblete escalar con los fermiones y así, a través del rompimiento espontáneo, generar los términos de masa fermiónicos.
  - o Diagonalización del sector fermiónico y definición de la matriz de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa en el sector de los quarks
  - o Registro e interpretación de todas las reglas de Feynman del ME
- **Análisis fenomenológico del ME**
  - o Procesos básicos (a nivel árbol) del ME
  - o Cálculo del ancho del Z
  - o Descripción general de los ajustes globales

- o fenomenología del Higgs del ME: producción y razones de decaimiento
- **Renormalización y el ME como teoría efectiva**
- **Temas sobre física más allá del ME**
  - o Supersimetría
  - o Dimensiones extras

### **Bibliografía:**

**An introduction to the Standard Model of Particle Physics**, W. A. Cottingham and D. A. Greenwood, Cambridge University Press; 2 edition (March 12, 2007), **ISBN-10:** 0521852498

**The Standard Model and Beyond**, Paul Langacker, Taylor & Francis (December 1, 2009), **ISBN-10:** 1420079069

**Modern Elementary Particle Physics**, Gordon L. Kane, Westview Press; Upd Sub edition (April 21, 1993), **ISBN-10:** 0201624605

**An Introduction To Quantum Field Theory**, M. E. Peskin and D. V. Schroeder, Westview Press; Reprint edition (October 2, 1995), **ISBN-10:** 0201503972

**Quantum Field Theory**, Mark Srednicki, Cambridge University Press; 1 edition (February 5, 2007), **ISBN-10:** 052186449