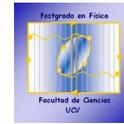




UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
POSTGRADO EN FÍSICA



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA  
**INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA**

**INFORMACIÓN GENERAL**

Profesor: Salvatore De Vincenzo (Coordinador)

Numero de Unidades: 4

DEDICACION (4 Horas / Semana)

<b>TEORIA</b>	<b>PRACTICA</b>	<b>LABORATORIO</b>	<b>CAMPO</b>	<b>TUTORIALES</b>
4				

**OBJETIVO GENERAL**

- Introducir al estudiante en la mecánica cuántica relativista.
- Servir de introducción y de fundamento a los cursos de Teoría Cuántica de Campos, Partículas Elementales, Electrodinámica Cuántica, Teoría de Calibre de las Interacciones Débiles, y Cromodinámica Cuántica.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estudiar las más importantes ecuaciones de la mecánica cuántica relativista, sus más importantes propiedades, soluciones, aplicaciones y simetrías.

**PROGRAMA SINÓPTICO**

- La mecánica cuántica relativista. Limitaciones. Dificultades.
- Ecuaciones de onda en la mecánica cuántica relativista. Propiedades. Ejemplos de soluciones. Aplicaciones. Simetrías.

## CONTENIDO PROGRAMATICO

### 1. Introducción

- 1.1. La ecuación de Schrödinger-Pauli: el espín.
- 1.2. La mecánica clásica relativista. Antipartículas en la mecánica clásica relativista.
- 1.3. El grupo de Lorentz.
- 1.4. Problemática en la elaboración de una mecánica cuántica relativista.
- 1.5. El procedimiento de cuantización.

### 2. Ecuaciones de onda relativistas para partículas de espín entero

- 2.1. Derivación de la ecuación de Klein-Gordon: partícula de espín cero.
- 2.2. Partícula libre de espín cero. El límite no-relativista para la partícula libre.
- 2.3. Tensor energía-momentum para el campo de Klein-Gordon.
- 2.4. La ecuación de Klein-Gordon en la forma de la de Schrödinger.
- 2.5. Conjugación de carga, estados de energía negativa y antipartículas.
- 2.6. Partícula libre de espín cero en la representación de Feshbach-Villars.
- 2.7. Partícula de espín cero en un campo electromagnético: ejemplos de soluciones. El límite no-relativista con campos.
- 2.8. Interpretación de los operadores para una sola partícula en la mecánica cuántica relativista descrita con la ecuación de Klein-Gordon.
- 2.9. El campo electromagnético y su cuantización: ecuación de onda para el fotón. Polarización del fotón.
- 2.10. Las ecuaciones de Proca.

### 3. Ecuaciones de onda relativistas para partículas de espín semi-entero

- 3.1. Derivación de la ecuación de Dirac: partícula de espín 1/2.
- 3.2. Partícula de Dirac libre. Interpretación del modelo de una sola partícula para las ondas planas libres de Dirac.
- 3.3. Límite no-relativista para la ecuación de Dirac. Evolución temporal de valores medios.
- 3.4. Propiedades de invariancia de la ecuación de Dirac: propiedades de las matrices de Dirac. Independencia de la representación. Covariancia de Lorentz de la ecuación de Dirac. Inversión espacial. Cantidades covariantes.
- 3.5. Ecuación de Dirac de segundo orden.
- 3.6. Soluciones de la ecuación de Dirac libre por medio de transformaciones de Lorentz.
- 3.7. Partículas de Dirac en campos externos: ejemplos de soluciones. Métodos matriciales. El potencial central. Discusión del corrimiento Lamb. Estructura hadrónica. Clasificación de campos externos: potencial escalar. Potencial vector electromagnético. Momento magnético y eléctrico anómalo. Potencial pseudovector y pseudoescalar.
- 3.8. La transformación de Foldy-Wouthuysen.
- 3.9. La ecuación de Dirac en 1+1 y 2+1 dimensiones: modelos unidimensionales y bidimensionales. Interacciones puntuales. Cables cuánticos. Teorías tensoriales equivalentes.
- 3.10. La paradoja de Klein.
- 3.11. La teoría de huecos: el positrón. Conjugación de carga, inversión temporal y simetría CPT. La interpretación de Feynman-Stückelberg de las soluciones de energía negativa.
- 3.12. Nociones de supersimetría para la ecuación de Dirac: ejemplos.
- 3.13. Fermiones con masa cero (o casi cero): el neutrino. La ecuación de Weyl. La quiralidad de los estados. Soluciones y simetrías para la ecuación de Weyl.

3.14. La ecuación de Majorana.

#### **4. Aplicaciones en la electrodinámica cuántica**

4.1. Teoría de perturbaciones dependientes del tiempo.

4.2. Reglas para amplitudes de escátering en la prescripción de Feynman-Stückelberg.

4.3. Electrodinámica de partículas sin espín y con espín 1/2: ejemplos simples de procesos fundamentales entre partículas. Diagramas de Feynmann. Secciones eficaces.

### **EVALUACIÓN**

- Consistirá en la realización de tareas semanales con un valor de 80% de la nota definitiva.

- El estudiante deberá leer, preparar y presentar algún trabajo de investigación seleccionado con un valor de 20% de la nota definitiva.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- W. Greiner, Relativistic Quantum Mechanics, 3rd Edition (Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2000).
- F. Gross, Relativistic Quantum Mechanics and Field Theory (Wiley-VCH, Weinheim, 2004).
- F. Halzen y A. D. Martin, Quarks and Leptons: An Introductory Course in Modern Particle Physics (John Wiley & Sons, New York, 1984).
- B. Thaller, The Dirac Equation (Springer-Verlag, New York, 1992).
- V. G. Bagrov y D. M. Gitman, Exact Solutions of Relativistic Wave Equations (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1990).
- M. D. Scadron, Advanced Quantum Theory, 3rd Edition (Imperial College Press and World Scientific Publishing, London and Singapore, 2007).
- J. J. Sakurai, Advanced Quantum Mechanics (Addison-Wesley, Reading, MA, 1978).
- F. J. Ynduráin, Mecánica Cuántica Relativista (Alianza Editorial, Madrid, 1990).
- J. D. Bjorken y S. D. Drell, Relativistic Quantum Mechanics (McGraw-Hill, New York, 1964).
- A. Messiah, Quantum Mechanics, Vol. II (North-Holland, Amsterdam, 1966).
- G. Baym, Lectures on Quantum Mechanics (W. A. Benjamin, New York, 1969).

## **FECHA Y SEMESTRE CORRESPONDIENTE**

- Semestre I – 2014 (Marzo / Julio, 2014).