

1 Objetivos del curso, duración, destinatarios del curso

- **Objetivos:**
Brindar al estudiante una visión introductoria a esta gran rama de la física actual, manteniendo un nivel de rigurosidad distante de la mera divulgación.
- **Duración:**
16 semanas, a razón de 6 horas semanales (totales), durante un semestre (96 horas en total).
- **Destinatarios del curso:**
 - i)materia completa: Alumnos de las licenciaturas en Física y Cs Astronómicas
 - ii)temas puntuales: alumnos de física médica (complementaria de la materia El núcleo y sus radiaciones) (se recomiendan los módulos 12 y 13).
Aunque una maestría no puede incluir cursos de grado, sería también razonable que algunos de los temas sean recomendados a los alumnos de la maestría en problemas de la física contemporánea (se recomiendan los módulos 2, 3, 6, y 7).
- **Correlatividades** Electromagnetismo, Mecánica Cuántica I y II, Mecánica Estadística I.

2 Propiedades básicas del núcleo

- Masa del núcleo, número de neutrones y protones, escalas de masa
- Energía de ligadura, energía de separación, fórmula de masas

3 Estabilidad nuclear

- Variaciones de carga y masa
- Fisión nuclear, fisibilidad, barreras coulombianas y barreras de fisión

4 Propiedades promedio de las interacciones nucleares

- Gas de fermiones, energía cinética media, energía potencial media, libre camino medio del nucleón, efecto Ramsauer-Townsend nuclear, densidad media nuclear, efectos de volumen y superficie

5 Simetrías fundamentales y sus representaciones

- Invariancia rotacional
- Inversión temporal
- Isospin

6 Estructura del nucleón

- Breve introducción a QCD
- Grados de libertad de quarks y gluones
- Desde el nucleón al núcleo: Problemas abiertos

7 Interacción entre nucleones

- Nociones históricas (Yukawa)
- Rango de las interacciones
- Bosones mediadores
- Relación con el regimen no-perturbativo de QCD
- QCD en la red: revisión de resultados y problemas abiertos

8 Potencial nuclear central

- Potencial de Reid
- Potencial de Bonn
- Potencial de Argonne
- Potencial de Paris
- El deuterón

9 Fuerzas efectivas entre nucleones

- Nucleos de capas abiertas y cerradas, rango de validez de los potenciales
- Aproximaciones dependientes de la densidad
- Esquemas de niveles nucleares
- Nucleos de capa cerrada
- Nucleos de capa abierta

10 Modelo Nuclear de capas

- Efectos debidos al acoplamiento spin-órbita
- Sistemática de momentos magnéticos
- Sistemática de momentos cuadrupolares eléctricos
- Sistemática de ocupaciones de partícula independiente
- Momentos monopulares e interacciones de pares de nucleones
- Fuerzas residuales y métodos de diagonalización

11 Modelos nucleares colectivos

- Modelo de la gota líquida
- Vibraciones y rotaciones nucleares
- Aproximación de campo medio, método de Hartree-Fock
- Superfluidez y superconductividad nuclear, Hartree-Fock Bogoliubov.
- Interacción de apareamiento en el regimen deformado (BCS) y esferico (vibraciones de apareamiento)
- Teoría de linealización: a) Tamm-Dancoff
- Teoría de linealización: b) RPA
- Bosones interactuantes: IBA

12 Transiciones nucleares y modos de decaimiento

- Excitación coulombiana, transiciones inducidas y espontáneas, órdenes de magnitud para vidas medias y energías
- Transiciones electromagnéticas, operadores de transición, unidades de partícula independiente
- Decaimientos electrodébiles, estabilidad β , valores de $\log - ft$ y vidas medias
- Emisión α , barreras y estados resonantes

13 Dispersión

- Teoría de la dispersión. Dispersión inelástica y elástica de nucleones por núcleos
- Transferencia de partículas
- Relación entre procesos de dispersión y modos de decaimiento

14 Aplicaciones y perspectivas

Se presentarán estos temas a elección de los estudiantes, para confeccionar con ellos un trabajo de recopilación.

- Sistemas extendidos de materia nuclear y hadrónica: formulación lagrangiana, método de Skyrme.
- Astrofísica nuclear: nucleosíntesis primordial, procesos rápidos, captura de neutrones
- Energética nuclear: principio de funcionamiento de reactores de fisión y fusión
- Fronteras con la física de partículas
- Medicina nuclear: radiaciones, microdosis y aceleradores nucleares en aplicaciones médicas

15 Bibliografía

- Nuclear Structure. Vol. I, Aa. Bohr y B. R. Mottelson, W. A. Benjamin. Inc.
- Nuclear Collective Models. D. Rowe, Pergamon. Press
- Modelos Nucleares y sus aplicaciones. O. Civitarese (Notas del curso)
- O. Civitarese and J. Suhonen. Electroweak interactions in nuclei. Springer (en preparación)
- Nuclear Shell Theory. A. De Shalit and I. Tami. Academic Press
- The atomic nucleus as a relativistic system. Savushkin y Toki. Springer
- Nuclear Models. P. Ring and P. Schuck, Springer
- Introduction to particle and nuclear physics. E. Predazzi, Pergamon Press