

## ESTRUCTURA NUCLEAR: PROPIEDADES Y MODELOS

La asignatura “Estructura Nuclear: Propiedades y Modelos” del “Máster Interuniversitario en Física Nuclear” es una asignatura obligatoria de carácter teórico en la que se presentarán las principales características y modelos fenomenológicos básicos del núcleo atómico. Tiene como uno de sus objetivos proporcionar una base común a todos los estudiantes del máster.

### PROFESORADO

Marta Anguiano Millán, [mangui@ugr.es](mailto:mangui@ugr.es) (Univ. Granada)

Antonio Miguel Lallena Rojo, [lallena@ugr.es](mailto:lallena@ugr.es) (Univ. Granada)

Tomás Raúl Rodríguez Frutos, [tomasrro@ucm.es](mailto:tomasrro@ucm.es) (Univ. Complutense de Madrid)

### LUGAR, FECHA y HORARIO

Esta asignatura se impartirá en la sede de la Universidad de Granada, entre el 7 y el 18 de octubre de 2024. Durante la semana del 7 al 11 de octubre las clases serán a distancia mediante videoconferencia. La semana del 14 al 18 de octubre se impartirán clases presenciales que desarrollarán en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada. Se recuerda que la asistencia a todas las clases de esta asignatura es obligatoria.

El horario será el siguiente:

Clases telemáticas					
	L 07/10/2024	M 08/10/2024	Mi 09/10/2024	J 10/10/2024	V 11/10/2024
9:30	Rudimentos de física nuclear A.M. Lallena	Sesión introductoria Prácticas de Estructura Nuclear M. Anguiano	Modelos colectivos T.R. Rodríguez		
11:00					
11:30					
13:00					
Enlace: <a href="https://oficinavirtual.ugr.es/redes/SOR/SALVEUGR/Seminario/accesoSeminario.jsp?IDSALA=22995612">https://oficinavirtual.ugr.es/redes/SOR/SALVEUGR/Seminario/accesoSeminario.jsp?IDSALA=22995612</a>					
Contraseña de la reunión: 340389					
Asistencia presencial: Seminario del Dpto. de Física Atómica, Molecular y Nuclear					
Clases presenciales					
	L 14/10/2024	M 15/10/2024	Mi 16/10/2024	J 17/10/2024	V 18/10/2024
9:30		Desintegración nuclear A.M. Lallena			Prácticas de Estructura Nuclear M. Anguiano
11:00					
11:30					
13:00					
16:00	Modelos nucleares: Gas de Fermi y materia nuclear M. Anguiano	Modelos nucleares: Teorías de campo medio M. Anguiano	Prácticas de Estructura Nuclear M. Anguiano	Modelos nucleares: Deformación y núcleos excitados M. Anguiano	
17:30					
18:00					
19:30					
Aula clase: A04 - E.T.S. de Ingeniería de Edificación					

La primera semana, las clases telemáticas se seguirán a través del enlace zoom indicado en el horario, al que se accede mediante la contraseña que también se muestra. Además

se podrán seguir presencialmente en el Seminario del Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear (3ª. planta, Edif. Físicas, Fac. Ciencias, UGR). Las clases de los días 10/10 y 11/10 sólo se impartirán de forma telemática.

Las clases presenciales de la segunda semana se impartirán en el aula A04, situada en la planta sótano de la E.T.S. de Ingeniería de Edificación, que se encuentra en un edificio próximo a la Facultad de Ciencias. Para facilitar su localización, el lunes 14/10/2023 a las 15:30, los profesores estaremos en el hall de entrada de la Facultad de la Ciencias (junto a la escalera de caracol), para desplazarnos a continuación al aula de clase.

## CONTENIDOS (Programa)

- Rudimentos de Física Nuclear.  
Tamaño, forma y energía. Saturación de las fuerzas nucleares. Factores de forma y dispersión de electrones. Sección eficaz. El deuterón.
- Estados nucleares,  
Estado fundamental y estados excitados del núcleo. Modelos de capas extremo, esférico y deformado.
- Modelos colectivos.  
Dinámica de la gota líquida. Vibraciones y rotaciones nucleares.
- El problema nuclear de muchos cuerpos.  
Conceptos básicos. Hartree-Fock: modelos autoconsistentes de campo medio. Interacciones fenomenológicas. Potenciales dependientes de la densidad y fuerzas de Skyrme.
- Inestabilidad nuclear.  
Desintegraciones alfa y beta. Desexcitación gamma. Espectroscopía nuclear.

En el siguiente enlace pueden descargarse las presentaciones correspondientes:

<https://drive.google.com/drive/folders/1UaI7KEcmL9qyzktIa56Sw8qoDEsSpr-p?usp=sharing>

Además de las presentaciones hay un documento de información sobre las prácticas de ordenador que se realizarán durante la semana presencial y, en cuanto sea posible, se estarán también disponibles los programas que se utilizarán.

## CLASES PRÁCTICAS

Se realizarán clases prácticas con ordenador en las que se abordarán cálculos de estructura nuclear que ilustran el contenido teórico del curso. Para la realización de las clases prácticas (que se hará durante la semana de clases presenciales) es necesario disponer de ordenador portátil. Se impartirá una sesión introductoria a estas clases prácticas durante la semana de clases telemáticas.

## BIBLIOGRAFÍA

Textos fundamentales

- K. S. Krane. Introductory nuclear physics. John Wiley & Sons. 1987.
- P. Ring, P. Schuck. The nuclear many-body problem. Springer. 1980.
- D. J. Rowe. Nuclear collective motion. World Scientific. 2010.
- J. Suhonen. From nucleons to nucleus. Springer. 2007.
- S. S. M. Wong. Introductory Nuclear Physics. John Wiley & Sons. 1998.

#### Otros textos de consulta

- A. Bohr, B. R. Mottelson. Nuclear structure (vols. I and II). World Scientific. 1998.
- W. E. Burcham, M. Jobes. Nuclear and particle physics. Pearson-Prentice Hall. 1995.
- W. N. Cottingham, D. A. Greenwood. An introduction to nuclear physics. Cambridge University Press. 2004.
- J. M. Eisenberg, W. Greiner. Nuclear theory (vols. I, II and III). North-Holland. 1975.
- K. Heyde. Basic ideas and concepts in nuclear physics. IOP Publ. 1999.
- B. Povh, K. Rith, C. Scholz, F. Zetsche. Particles and nuclei. Springer. 2008.

#### OBJETIVOS

El objetivo general de esta asignatura es tratar de responder a la pregunta siguiente: ¿Cómo son los núcleos atómicos?

En cuanto a los objetivos específicos de la asignatura cabe mencionar:

- Conocer las propiedades fundamentales de los núcleos atómicos.
- Conocer los modelos que permiten entender y describir dichas propiedades, así como las limitaciones de los mismos.
- Calcular las propiedades de los núcleos usando los modelos nucleares.

La estructura nuclear constituye uno de los aspectos fundamentales en el estudio de la Física Nuclear, tanto por sus implicaciones experimentales, como por representar el escenario básico de aplicación de los modelos nucleares. El análisis de las características generales de los espectros nucleares y la introducción a los distintos modelos de estructura resulta ser una cuestión básica en la formación de los estudiantes de esta disciplina.

#### METODOLOGÍA

La impartición de la asignatura contempla tres fases.

- Fase previa.  
Los alumnos deben examinar previamente a la impartición de las clases el programa de la asignatura y la bibliografía relevante que se indica, identificando cuáles de los contenidos les son conocidos y tratando de avanzar en aquellos otros que, por su formación previa, le resulten novedosos.
- Fase docente.  
Durante la impartición de las clases se abordarán los contenidos señalados mediante clases magistrales y tutorías. Esta fase tiene la función de transmitir a los alumnos los conocimientos de la asignatura. Se plantearán también algunos ejercicios prácticos (no obligatorios) que los alumnos pueden resolver y presentar durante la fase final. La asistencia a esta fase y el seguimiento de las clases es obligatoria.
- Fase final.  
Finalizada la fase docente, y ya de vuelta en su universidad de origen, los alumnos deberán proceder a estudiar el material proporcionado en las clases, realizar (si así lo desean) los ejercicios propuestos y entregarlos para su consideración en el proceso de evaluación. Los profesores atenderán durante esta fase a los alumnos para cualquier consulta a través del correo electrónico. Esta fase tiene como objetivo la consolidación de los conocimientos adquiridos.

## EVALUACIÓN

La evaluación contará como herramienta fundamental con la realización de un examen que incluirá cuestiones teóricas y problemas y que deberá realizarse en la fecha fijada (22 de noviembre de 2024), de forma presencial, en la sede que cada uno de los alumnos elija de entre las universidades participantes en el máster. Además se tendrán en cuenta los ejercicios que hayan podido presentar los estudiantes durante la fase final.