

24-25

MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA  
MÉDICA

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## FÍSICA ATÓMICA Y NUCLEAR

CÓDIGO 21153155

UNED

24-25

FÍSICA ATÓMICA Y NUCLEAR

CÓDIGO 21153155

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA  
IGUALDAD DE GÉNERO

Nombre de la asignatura	FÍSICA ATÓMICA Y NUCLEAR
Código	21153155
Curso académico	2024/2025
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA MÉDICA
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	6
Horas	150
Periodo	SEMESTRE 2
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

Desde el descubrimiento de los rayos X hasta nuestros días el uso de las radiaciones ionizantes en medicina ha experimentado un gran desarrollo, tanto en diagnóstico como en terapia. No se puede entender la medicina actual sin la aplicación de técnicas asociadas a las radiaciones.

La base físicas de la emisión de las radiaciones ionizantes se encuentran dentro de los campos de la Física Atómica y la Física Nuclear, por lo que en un máster de Física Médica es necesario incluir una asignatura donde se expliquen los conceptos básicos de estas áreas de la Física, para que posteriormente se puedan entender el desarrollo de las técnicas asociadas a las radiaciones ionizantes.

La asignatura se divide en dos partes, la primera dedicada a la Física Atómica y la segunda a la Física Nuclear.

Esta asignatura forma parte del grupo de asignaturas de nivelación para estudiantes con titulación previa en el área de la sanidad y otros profesionales con perfiles de entrada al máster diferentes del de titulaciones de Física.

Es necesaria, ya que ayuda a la posterior comprensión de distintos procesos de diagnóstico y terapia cuya base es el uso de radiaciones de origen atómico y nuclear, como pueden ser los rayos X o el uso de isótopos radiactivos.

**IMPORTANTE: Tenga en cuenta que las noticias y avisos del curso llegan a su cuenta de correo .....@alumno.uned.es**

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Para abordar la asignatura con garantías de éxito son precisos los conocimientos básicos de Matemáticas y de Física que hayan podido ser adquiridos en asignaturas cursadas en titulaciones previas o en el máster previamente.

De Matemáticas:

- Álgebra vectorial: suma de vectores, producto escalar y vectorial
- Funciones trigonométricas
- Concepto de derivada y manejo de derivadas sencillas

- Concepto de integral e integración de funciones inmediatas
- Resolución de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden sencillas

De Física:

- Unidades del SI. Cambio de unidades y empleo de notación científica
- Conceptos de Cinemática: velocidad
- Conceptos de Dinámica: fuerza, momento lineal, momento angular, energía cinética y energía potencial
- Conceptos básicos de física cuántica: Número cuántico, fotón

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

AMALIA WILLIART TORRES (Coordinador de asignatura)  
awillart@ccia.uned.es  
91398-7184  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICA INTERDISCIPLINAR

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

OSCAR GALVEZ GONZALEZ  
oscar.galvez@ccia.uned.es  
91398-6343  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICA INTERDISCIPLINAR

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Los alumnos podrán ponerse en contacto con los profesores por medio del correo electrónico, el foro virtual, el teléfono y la entrevista personal.

### **1ª Parte: Física Atómica (Temas del 1 al 8)**

*Profesor:* Óscar Gálvez González  
*E-mail:* oscar.galvez@ccia.uned.es  
*Teléfono:* 91 398 6343  
Facultad de Ciencias  
Departamento de Física Interdisciplinar  
Despacho 0.23, Laboratorio 0.18  
Av. de Esparta s/n, 28232, Las Rozas, Madrid  
*Horario:* Martes de 10:00 h a 14:00 h

### **2ª Parte: Física Nuclear (Temas del 9 al 14)**

*Profesora:* Amalia Williart Torres  
*E-mail:* awillart@ccia.uned.es  
*Teléfono:* 91 398 7184

Facultad de Ciencias  
Departamento de Física Interdisciplinar  
Despacho 0.10, Laboratorio 0.18  
Av. de Esparta s/n, 28232, Las Rozas, Madrid  
*Horario:* Martes de 10:00 h a 14:00 h

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### COMPETENCIAS BÁSICAS

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS GENERALES

CG01 - Adquirir la capacidad de comprensión de conocimientos y aplicación en la resolución de problemas

CG02 - Desarrollar capacidad crítica, de evaluación, creativa y de investigación

CG03 - Adquirir capacidad de estudio, de autoaprendizaje, de organización y de decisión

CG04 - Dominar las habilidades y métodos de investigación relacionados con el campo de estudio

CG05 - Adquirir la capacidad de detectar carencias en el estado actual de la ciencia y tecnología

CG06 - Desarrollar la capacidad para proponer soluciones a las carencias detectadas

CG07 - Desarrollar la capacidad para proponer y llevar a cabo experimentos con la metodología adecuada, así como para extraer conclusiones y determinar nuevas líneas de investigación

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE05 - Desarrollar la habilidad y destreza necesarias en la experimentación física para aplicar sus conocimientos físicos, teóricos y prácticos en la física médica

CE06 - Ser capaz de intercambiar información y responder a las necesidades expresadas por profesionales biomédicos, dentro de sus competencias como físico médico

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

1. Conocer los órdenes de magnitud de las dimensiones, de las cargas eléctricas y de las masas de los átomos.
2. Conocer e interpretar los experimentos que condujeron al establecimiento de los modelos atómicos.
3. Conocer los espectros atómicos en el dominio visible y entender el concepto de transición entre niveles atómicos.
4. Entender la necesidad de introducir la Mecánica Cuántica para poder explicar las propiedades del átomo.
5. Justificar la ecuación de Schrödinger y conocer algunos casos simples de su utilización.
6. Saber aplicar la ecuación de Schrödinger al estudio del átomo de hidrógeno en sus aspectos más fundamentales.
7. Entender el concepto de espín electrónico y cómo interviene en la estructura fina de los niveles energéticos del átomo.
8. Comprender la ordenación del sistema periódico de los elementos.
9. Conocer los órdenes de magnitud de las energías y de las frecuencias electromagnéticas involucradas en los espectros ópticos y de rayos X.
10. Entender los modelos moleculares simples y el enlace químico.
11. Conocer las unidades de masa y energía propias de la Física Nuclear.
12. Entender los principales conceptos de masa, carga y radio nuclear.
13. Conocer y entender los conceptos de exceso de masa, energía de enlace de un núcleo.
14. Comprender la necesidad de la presencia de fuerzas nucleares para explicar la existencia de los núcleos.
15. Conocer los conceptos de radiactividad, núcleo radiactivo, proceso radiactivo.
16. Entender las hipótesis fundamentales de las desintegraciones radiactivas, conocer las diferentes magnitudes que caracterizan la evolución temporal de las sustancias radiactivas y las unidades más comunes en las que se expresan. Relacionarlas.
17. Entender y saber dibujar los esquemas de desintegración.
18. Comprender el proceso de emisión alfa y utilizar el estudio cinemática para interpretar sus principales características.
19. Conocer los tres tipos diferentes de desintegración beta y poder realizar sus balances energéticos.
20. Entender el proceso de desexcitación de un núcleo en un estado excitado.
21. Aprender las principales características de una reacción nuclear y la aplicabilidad de las leyes de conservación de las reacciones nucleares.
22. Obtener la energía de las partículas participantes en una reacción nuclear.
23. Familiarizarse con los constituyentes básicos de la materia en la escala de las partículas fundamentales y las cuatro interacciones fundamentales.

## CONTENIDOS

### Tema 1. La ecuación de Schrödinger: Casos sencillos

En este tema se hace una introducción a la Mecánica Cuántica, que es la herramienta teórica que la Física ha creado para interpretar las propiedades del mundo microscópico. Se hace una justificación de la ecuación de Schrödinger y se aplica a unos pocos casos sencillos y paradigmáticos.

### Tema 2. El modelo cuántico de los átomos hidrogenoides

En este tema se presentan las principales propiedades del átomo y la herramienta teórica (Mecánica Cuántica) que la Física ha creado para interpretarlas. Se inicia el tema con algunas precisiones sobre el tamaño, la masa y la carga de las partículas que lo constituyen, haciendo énfasis en su estabilidad como sistema aislado y mostrando diversos experimentos a partir de los cuales se ha podido conocer su estructura. Se termina el tema con la aplicación de la Mecánica Cuántica a la interpretación de las propiedades más importantes del átomo de hidrógeno, en particular a la existencia de momentos angulares orbitales y niveles energéticos cuantificados.

### Tema 3. La estructura fina de los niveles atómicos

Una vez establecido el modelo del átomo de manera general, se estudian más detalladamente los números cuánticos que surgen de la interpretación teórica. Se añade a ellos el espín electrónico como un número cuántico nuevo que no tiene equivalencia clásica. Esto permite interpretar el desdoblamiento de niveles en el seno de un campo magnético externo al átomo y analizar la influencia del espín electrónico sobre ellos.

### Tema 4. Átomos con varios electrones

Conocida la existencia del espín electrónico se estudia lo que sucede cuando en un átomo hay varios electrones, introduciendo el principio cuántico de exclusión de Pauli, que permite establecer la configuración electrónica de los distintos niveles energéticos que se pueden dar en un átomo y desarrollar el modelo de capas y subcapas sobre dichos niveles.

### Tema 5. El sistema periódico de los elementos

Establecido el modelo de capas del átomo se pueden proporcionar una serie de reglas para construir el sistema periódico de los elementos químicos, agrupándolos con arreglo a la distribución electrónica de sus niveles. Esto permite interpretar algunas de sus propiedades físicas y químicas.

## Tema 6. Transiciones ópticas. Espectros atómicos.

En este tema se profundiza sobre la manera obtener la estructura energética de los niveles atómicos. Mediante la absorción y emisión de la luz (espectroscopía óptica) se pueden determinar las diferencias de energía entre los estados estacionarios de los átomos y, de esa manera, construir (en primera aproximación) el esquema de niveles del átomo en ausencia de campos externos. En este tema es necesario familiarizarse con los órdenes de magnitud de las energías y de las frecuencias involucradas en las transiciones atómicas de absorción y emisión de la luz visible. También se estudia el mecanismo de emisión estimulada, que es muy importante tanto para la luz como para el infrarrojo y otras ondas de más baja frecuencia.

## Tema 7. Las capas atómicas internas y los rayos X

Para estudiar las capas más profundas de los átomos se utilizan los rayos X, cuya producción se aborda en este tema. El estudio de la interacción de los rayos X con los átomos permite determinar su número atómico  $Z$  mediante la ley de Moseley, lo que ha supuesto un gran avance para la Física Atómica.

## Tema 8. El enlace químico: los orbitales moleculares de moléculas sencilla

Conocida la estructura del átomo aislado se puede abordar la de átomos asociados entre sí mediante enlace químico. Se estudian en este tema algunas moléculas sencillas utilizando los orbitales atómicos de los átomos individuales que las componen para establecer los orbitales moleculares correspondientes. Esto permite interpretar los espectros moleculares de absorción o emisión, especialmente en su interacción con la luz infrarroja.

## Tema 9. Constituyentes nucleares. Estructura nuclear

Cada vez son mayores las aplicaciones médicas en las que se usa algún proceso nuclear, por lo que es imprescindible conocer la estructura nuclear para posteriormente comprender los procesos de emisión radiactiva y, en asignaturas posteriores, los procesos de interacción de la radiación con la materia.

## Tema 10. Fuerza nuclear fuerte. Estabilidad nuclear

Una magnitud que es característica de cada isótopo e indica la estabilidad o no de un núcleo es la energía de enlace, relacionada con la masa nuclear. Para entender la energía de enlace y por qué existen núcleos estables y por qué algunos no son estables se hace preciso conocer la existencia de la fuerza nuclear fuerte.



### Tema 11. Radiactividad. Ley de desintegración radiactiva

Una vez entendido por qué algunos núcleos no son estables, debemos saber en que procesos se puede llegar a alcanzar la estabilidad. Cuando un núcleo no es estable tiende a desintegrarse por un proceso al que denominamos radiactivo y en el que se pueden emitir partículas o radiación electromagnética. Estos procesos radiactivos se representan por medio de los esquemas de desintegración. Son estas partículas y/o radiación las que producirán los efectos que luego se aprovechan en las aplicaciones médicas.

### Tema 12. Tipos de emisiones radiactivas

Hay tres tipos básicos de desintegración radiactiva. En dos primeros (alfa y beta) se emiten partículas cargadas y en el tercero radiación electromagnética, en general de mayor energía que los rayos X.

### Tema 13. Reacciones nucleares. Aplicaciones

Además de obtener emisiones radiactivas mediante procesos de desintegración nuclear, también se producen mediante reacciones nucleares. Una de las aplicaciones más importantes de las reacciones nucleares es la producción de energía, aunque en medicina también tiene cada vez mayor aplicación.

### Tema 14. Introducción a la física de partículas

Además de obtener emisiones radiactivas mediante procesos de desintegración nuclear, también se producen mediante reacciones nucleares. Una de las aplicaciones más importantes de las reacciones nucleares es la producción de energía, aunque en medicina también tiene cada vez mayor aplicación.

## METODOLOGÍA

La metodología de la asignatura está basada en la enseñanza a distancia, donde tiene gran importancia el aprendizaje autónomo, con el apoyo docente a través del correo, correo electrónico, comunidad virtual, teléfono y visita personal.

Para el trabajo autónomo y la preparación de la asignatura los estudiantes disponen de un libro de texto básico que se adapta al programa de la materia y de los materiales de apoyo y la tutoría telemática proporcionada por los profesores de la asignatura.

Los estudiantes matriculados en esta asignatura dispondrán de:

- Una guía de estudio en la que para cada uno de los temas del programa hay una introducción, un esquema guión del tema. Además en la guía están los objetivos de aprendizaje, la bibliografía básica de estudio con referencias específicas al libro de texto

básico, bibliografía complementaria.

- Materiales complementarios, con apuntes, esquemas y presentaciones de contenidos en algunos de los temas del programa.

- Ejercicios prácticos. Se propondrán a lo largo del curso una serie de ejercicios prácticos.

Todos estos materiales de apoyo se encontrarán accesibles en la web de la UNED, en el curso virtual de la asignatura.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen

No hay prueba presencial

### CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad

No

Descripción

La evaluación de esta asignatura se realizará mediante pruebas de evaluación on line en la plataforma virtual. Habrá dos pruebas parciales (una para la parte de Física Atómica, temas del 1 al 8, y otra para la parte de Física Nuclear, temas del 9 al 14) voluntarias que si se aprueban sirven para liberar materia. También habrá una prueba final obligatoria para todos aquellos que no se hayan presentado a las pruebas parciales o que las hayan suspendido.

**Las fechas para realizar las pruebas se anunciarán en la plataforma virtual al comienzo del curso.**

Criterios de evaluación

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

### PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?

No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación de la PEC en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

### OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?

Si,no presencial

Descripción

Además de las pruebas online, a lo largo del curso se colgarán 4 colecciones de ejercicios de entrega voluntaria (2 de Física Atómica y 2 de Física Nuclear), que serán anunciados convenientemente y cuyas soluciones se colgarán después de la fecha de entrega.

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

### ¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

50%Nota de la prueba online de Física atómica + 50%Nota de la prueba online de Física Nuclear

**Por cada colección de ejercicios voluntarios entregada se podrá añadir hasta 0,25 puntos sobre la nota final, lo que hace un total de hasta 1 punto si se hacen las cuatro. Solamente se tendrá en cuenta esta puntuación añadida sobre la nota final, si la nota de la colección de problemas considerada es de al menos un 5 sobre 10 y si en las pruebas on-line se ha obtenido al menos un 5 sobre 10.**

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9780471828723

Título: MODERN PHYSICS Second edition edición

Autor/es: Krane, Kenneth S.

Editorial: : JOHN WILEY & SONS INC.

La parte de Física Atómica puede prepararse casi completamente con los capítulos 5 á9 de este libro. En el capítulo 5 se hace una presentación clara y rigurosa de la ecuación de Schrödinger, que resulta clave para entender el tratamiento cuántico del átomo de hidrógeno que se hace en el capítulo 7. En el capítulo 6 se describen los experimentos que dieron lugar a los primeros grandes modelos atómicos y se estudian las propiedades generales de los átomos. Todo ello permite estudiar los dos primeros temas de programa. Los temas 3, 4, 5 y 6 se pueden preparar con el capítulo 8, aunque en el tema relativo a los rayos X (tema 6) también es necesario utilizar el capítulo 3. El tema 7 se estudia en el capítulo 9, donde se expone con gran claridad.

Para la parte de Física Nuclear, los capítulos 12,13, y 14 cubren el temario de manera muy ajustada. El capítulo 12 abarcaría los temas 9, 10, 11 y 12 del temario a estudiar. El capítulo 13 sirve para el estudio del tema 13 del programa de la asignatura y el capítulo 14 ayudaría a la comprensión del tema 14 de la asignatura, aunque el tratamiento es algo más elevado que el que se busca en este curso, por lo que no sería necesario el estudio de todo el capítulo.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9783540563129

Título: THE PHYSICS OF ATOMS AND QUANTA : 3rd corr. and enl. ed. edición

Autor/es: Wolf, Hans Christoph

Editorial: Springer

ISBN(13): 9788429171891

Título: ESTRUCTURA ATÓMICA Y ENLACE QUÍMICO

Autor/es: Casabó I Gispert, Jaume

Editorial: REVERTÉ

ISBN(13): 9788436266184

Título: FÍSICA NUCLEAR Y DE PARTÍCULAS: PROBLEMAS RESUELTOS

Autor/es: Williard Torres, Amalia; Shaw Martos, María

Editorial: U N E D

ISBN(13): 9788436267143

Título: FÍSICA NUCLEAR Y DE PARTÍCULAS

Autor/es: Antonio Ferrer Soria; Amalia Williard Torres; María Shaw Martos

Editorial: UN.E.D.

### 1ª Parte - Física Atómica

**Estructura Atómica y Enlace Químico**, *Jaume Casabó i Gispert*. Ed. Reverté, S.A. -1996.

Es un libro que tiene una presentación amena y que está escrito para los estudiantes de Ciencias e Ingeniería. Con él se pueden preparar bien las cuestiones relativas al enlace químico y a las moléculas, aunque resulta demasiado extenso para este curso.

**The Physics of Atoms and Quanta**, Introduction to Experiments and Theory. Sixth Edition, *H. Haken and H.C. Wolf*. Ed. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2004.

Es un buen libro de Física Atómica pero su nivel resulta un poco elevado para este curso. No obstante es muy interesante para tenerlo en la biblioteca porque aborda los temas de una manera a la vez clásica y moderna, lo que hace que sus explicaciones sean bastante claras.

### 2ª Parte - Física Nuclear

**Física Nuclear y de Partículas**, *Antonio Ferrer Soria, María Shaw Martos y Amalia Williard Torres*. UNED –2013

Este texto está preparado para los alumnos de la Licenciatura de Ciencias Físicas de la UNED. El nivel es más elevado que lo exigido en este curso, pero puede ser un buen complemento para aquellos estudiantes que desean profundizar más en esta materia.

**Física Nuclear y de Partículas: problemas resueltos**, *María Shaw y Amalia Williard*. UNED –2013

Este es un libro de problemas con introducciones teóricas a cada uno de los temas, que puede servir para completar y profundizar en los conceptos estudiados. Tiene problemas

resueltos de diferentes niveles.

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Se cuelgan en el curso virtual.

- Apuntes: ***Física de la Radiaciones***

Se proporcionará como fichero PDF los capítulos relacionados con el temario de unos apuntes dedicados a estudiantes de Ciencias Ambientales. El nivel y la estructura de estos apuntes son muy apropiados para este curso y cubre ampliamente el temario dedicado a la Física Nuclear.

- Fichero .PDF del tema de ***Partículas Elementales*** del libro de problemas citado en la bibliografía recomendada.

Además se colgarán de la plataforma, ejercicios prácticos para que los estudiantes los resuelvan y el material que el equipo docente considere oportuno para completar la información sobre la asignatura.

## IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.