

# **Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado**

## **Máster Universitario en Astrofísica**

**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :**

**Átomos, Moléculas y Fotones  
(2023 - 2024)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: <b>Átomos, Moléculas y Fotones</b>	Código: <b>275461232</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Centro: <b>Escuela de Doctorado y Estudios de Postgrado</b></li> <li>- Lugar de impartición: <b>Facultad de Ciencias. Sección de Física</b></li> <li>- Titulación: <b>Máster Universitario en Astrofísica</b></li> <li>- Plan de Estudios: <b>2013 (Publicado en 2014-02-11)</b></li> <li>- Rama de conocimiento: <b>Ciencias</b></li> <li>- Itinerario / Intensificación:</li> <li>- Departamento/s: <b>Física</b></li> <li>- Área/s de conocimiento: <b>Física Aplicada</b></li> <li>- Curso: <b>1</b></li> <li>- Carácter: <b>Optativo</b></li> <li>- Duración: <b>Segundo cuatrimestre</b></li> <li>- Créditos ECTS: <b>6,0</b></li> <li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li> <li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li> <li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li> <li>- Idioma: <b>Castellano e inglés</b></li> </ul>	

## 2. Requisitos de matrícula y calificación

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: <b>JAVIER HERNANDEZ ROJAS</b>
- Grupo: <b>Único</b>
<b>General</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre: <b>JAVIER</b></li> <li>- Apellido: <b>HERNANDEZ ROJAS</b></li> <li>- Departamento: <b>Física</b></li> <li>- Área de conocimiento: <b>Física Aplicada</b></li> </ul>
<b>Contacto</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teléfono 1: <b>922318255</b></li> <li>- Teléfono 2:</li> <li>- Correo electrónico: <b><a href="mailto:jhrojas@ull.es">jhrojas@ull.es</a></b></li> <li>- Correo alternativo:</li> <li>- Web: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li> </ul>
Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	15:30	17:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	52
Todo el cuatrimestre		Miércoles	15:30	17:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	52
Todo el cuatrimestre		Jueves	15:30	17:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	52

Observaciones:

**Tutorías segundo cuatrimestre:**

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	15:30	17:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	52
Todo el cuatrimestre		Miércoles	15:30	17:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	52
Todo el cuatrimestre		Jueves	15:30	17:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	52

Observaciones:

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura:

Perfil profesional:

#### 5. Competencias

Competencia Específicas

**CE6** - Comprender la estructura de la materia siendo capaz de solucionar problemas relacionados con la interacción entre la materia y la radiación en diferentes rangos de energía

**CE11** - Saber utilizar la instrumentación astrofísica actual (tanto en observatorios terrestres como espaciales) especialmente aquella que usa la tecnología más innovadora y conocer los fundamentos de la tecnología utilizada

#### Competencias Generales

**CG1** - Conocer las técnicas matemáticas y numéricas avanzadas que permitan la aplicación de la Física y de la Astrofísica a la solución de problemas complejos mediante modelos sencillos

**CG3** - Analizar un problema, estudiar las posibles soluciones publicadas y proponer nuevas soluciones o líneas de ataque

#### 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

**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

#### Exclusiva de la Especialidad de Estructura de la Materia

**CX13** - Comprender en profundidad las teorías básicas que explican la estructura de la materia y las colisiones así como del estado de la materia en condiciones extremas

**CX14** - Comprender la interrelación entre átomos moléculas y radiación y las herramientas de diagnóstico del estado de la materia a partir del espectro

**CX16** - Comprender los mecanismos de propagación de ondas electromagnéticas y la dinámica de las partículas cargadas

## 6. Contenidos de la asignatura

#### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

- Profesor:

Dr. Javier Hernández Rojas

- Temas (epígrafes):

1. Cuantización del campo electromagnético. Fotones.
2. Estados del campo.
3. Interacción radiación materia.
4. Procesos de absorción de uno y dos fotones.
5. Átomo de dos niveles en interacción con un campo de radiación.
6. Ecuación Maestra. Evolución de poblaciones y coherencias: oscilaciones de Rabi.
7. Grupos puntuales: simetría molecular.
8. Moléculas poliatómicas: estructura electrónica, vibracional y rotacional.
9. Espectroscopía molecular.
10. Moléculas de interés astrofísico.

Actividades a desarrollar en otro idioma

## 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

### Descripción

La asignatura se divide en un 40% de actividades presenciales y un 60% de trabajo autónomo.

De las actividades presenciales: el 50% corresponde a clases magistrales, el 25% corresponde a clases prácticas en el aula y el 25% corresponde a tutorías en grupos reducidos con evaluación continua.

El alumnado dispondrá de 90 horas de trabajo autónomo para realizar las actividades previstas, que incluyen la asistencia de forma individual a las tutorías de los profesores.

### Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	36,00	0,00	36,0	[CX16], [CX14], [CX13], [CB10], [CB7], [CB6], [CG3], [CG1], [CE6]
Clases prácticas (aula/laboratorio/centro de calculo/observatorio)	18,00	0,00	18,0	[CX16], [CX14], [CX13], [CB10], [CB7], [CB6], [CG3], [CG1], [CE6]
Realización de trabajos (individual/grupal)	0,00	12,00	12,0	[CX16], [CX14], [CX13], [CB10], [CB7], [CB6], [CG3], [CG1], [CE11], [CE6]
Asistencia a tutorías	6,00	0,00	6,0	[CX16], [CX14], [CX13], [CB10], [CB7], [CB6], [CG3], [CG1], [CE11], [CE6]
Estudio/preparación de Clases	0,00	78,00	78,0	[CX16], [CX14], [CX13], [CB10], [CB7], [CB6], [CG3], [CG1], [CE11], [CE6]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
		Total ECTS	6,00	

## 8. Bibliografía / Recursos

#### Bibliografía Básica

- Atom-Photon Interactions: Basic Processes and Applications. C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc, G. Grynberg, John Wiley and Sons, New York, 1992. (ISBN 0-471-62556-6)
- Molecular Quantum Mechanics, P.W. Atkins and R.S. Friedman, Oxford University Press, 1997 (ISBN 0-19-855948-8)
- Spectra of Atoms and Molecules, P.F. Bernath, Oxford University Press, 1995 (ISBN 0-19-507598-6).

#### Bibliografía Complementaria

- Quantum Optics. D. F. Walls, G. J. Milburn, Springer, 1995. (ISBN 3-540-58831-0)
- Espectroscopía, A. Requena, J. Zúñiga, Pearson, Prentice Hall, Madrid, 2004. (ISBN 84-205-3677-6).
- An Open System Approach to Quantum Optics, H. Carmichael. Springer, 1991

Durante el curso el alumno manejará artículos de investigación publicados en revistas relevantes en el campo. Dichos artículos serán facilitados por los Profesores a lo largo del Curso.

#### Otros Recursos

En algunos casos prácticos se requerirá que se representen gráficamente los resultados o que se hagan pequeñas estimaciones numéricas. El nivel exigido es el que ha adquirido el alumnado en los cursos previos de Computación Científica. En estos casos se recomienda tener conocimientos de algún lenguaje estructurado, como Python, Mathematica o Matlab.

## 9. Sistema de evaluación y calificación

#### Descripción

##### 1. PRIMERA CONVOCATORIA DEL CURSO ACADÉMICO.

##### 1.1 EVALUACIÓN CONTINUA:

Las pruebas de evaluación continua consistirán en:

- (a) Entrega de problemas asociados a los temas de la asignatura.
- (b) Pruebas escritas presenciales, que incluirán la resolución de problemas de los diferentes temas de la asignatura. En los problemas de la prueba puede haber una o varias cuestiones teóricas relacionadas con los conceptos involucrados en ellos. La calificación de cada una de las pruebas de la evaluación continua será entre 0 y 10 puntos.

Se realizarán las siguientes pruebas de evaluación continua, incluyendo la ponderación correspondiente en la puntuación final:

- 1.1.1 Entrega de problemas, temas 1-6 (10%)
- 1.1.2 Prueba escrita de seguimiento, temas 1-6 (15%).
- 1.1.3 Entrega de problemas, temas 7-10 (10%).
- 1.1.4 Prueba escrita de seguimiento, temas 7-10 (15%)
- 1.1.5 Prueba final escrita (50%).

Con las siguientes consideraciones en la calificación final:

- (i) Si la calificación obtenida en la prueba final escrita es inferior a 3.5 sobre 10, la calificación final será la calificación de la prueba final escrita (1.1.5).
- (ii) Se establece la prueba final escrita (1.1.5) como recuperación de las actividades de 1.1.1 a 1.1.4. Si la calificación ponderada de las actividades de 1.1.1 a 1.1.4 es inferior a la obtenida en la prueba final escrita (1.1.5), la calificación final será la calificación de esta última (1.1.5).

(iii) Se considerará agotada la convocatoria cuando el alumno se presente a la prueba final escrita (1.1.5). En caso contrario se considerará "No presentado".

La distribución temporal orientativa de las actividades de evaluación continua se especifica en el cronograma de la asignatura.

## 1.2 EVALUACIÓN ÚNICA.

Tal y como establece el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna en su artículo 5.4, el alumnado podrá optar a la evaluación única comunicándolo al coordinador o coordinadora de la asignatura a través del procedimiento habilitado en el aula virtual de la asignatura en el plazo de un mes a partir del inicio del cuatrimestre correspondiente. La evaluación única consistirá en la realización de un examen final, coincidente en fecha con la prueba final escrita (1.1.5) de la evaluación continua.

La calificación de la evaluación única corresponderá a la puntuación del examen final, y será entre 0 y 10 puntos. Se considerará agotada la convocatoria cuando el alumno se presente al examen final. En caso contrario se considerará "No presentado".

## 2. SEGUNDA CONVOCATORIA DEL CURSO ACADÉMICO.

En la segunda convocatoria se mantendrá la modalidad de evaluación continua.

2.1 EVALUACIÓN CONTINUA: En la evaluación continua se considerarán los resultados obtenidos en las actividades de 1.1.1 a 1.1.4 y la siguiente actividad:

2.1.1 Prueba final escrita (50%). Con las siguientes consideraciones en la calificación final:

(i) Si la calificación obtenida en la prueba final escrita (2.1.1) es inferior a 3.5 sobre 10, la calificación final será la calificación de la prueba final escrita (2.1.1).

(ii) Se establece la prueba final escrita (2.2.1) como recuperación de las actividades de 1.1.1 a 1.1.4. Si la calificación ponderada de las actividades de 1.1.1 a 1.1.4 más 2.2.1 es inferior a la obtenida en la prueba final escrita (2.1.1), la calificación final será la calificación en esta última (2.1.1).

(iii) Se considerará agotada la convocatoria cuando el alumno se presente a la prueba final escrita (2.1.1) en cualquiera de las dos evaluaciones establecidas. Si no se presenta a ninguna, se considerará "No presentado". Tal y como establece el artículo 17.3 del Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna, el alumnado podrá realizar la prueba final escrita 2.1.1 en cualquiera de las dos evaluaciones establecidas en la segunda convocatoria del curso académico, o en ambas siempre que no hubiera superado la asignatura en la primera evaluación. Las fechas de las evaluaciones pueden consultarse en la página Web del Máster Universitario en Astrofísica, enlace "calendario de exámenes".

2.2 EVALUACIÓN ÚNICA: La evaluación única consistirá en la realización de un examen final, coincidente en fecha con la prueba final escrita (2.1.1) de la evaluación continua. La calificación de la evaluación única corresponderá a la puntuación del examen final, y será entre 0 y 10 puntos. Tal y como establece el artículo 17.3 del Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna, el alumnado podrá realizar el examen final en cualquiera de las dos evaluaciones establecidas en la segunda convocatoria del curso académico, o en ambas siempre que no hubiera superado la asignatura en la primera evaluación. Las fechas de las evaluaciones pueden consultarse en la página Web del Master Universitario en Astrofísica, enlace "calendario de exámenes". Se considerará agotada la convocatoria cuando el alumno se presente al examen final en cualquiera de las dos evaluaciones

### Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
----------------	--------------	-----------	-------------

Pruebas objetivas	[CX16], [CX14], [CX13], [CB10], [CB7], [CB6], [CG3], [CG1], [CE11], [CE6]	Se realizará una prueba final que consta de cuestiones y problemas de nivel equivalente a los resueltos y propuestos durante el curso.	50,00 %
Participación en clase	[CX16], [CX14], [CX13], [CB10], [CB7], [CB6], [CG3], [CG1], [CE11], [CE6]	Se valorará el seguimiento de la asignatura mediante la resolución de las cuestiones y problemas propuestos en clase y resueltos por el alumnado bien en clase o entregados en plazo a los profesores de la asignatura. (20%) y mediante las dos pruebas de seguimiento a lo largo del cuatrimestre (30%). El profesorado podrá citar en horas de tutoría al alumnado para discutir las soluciones de los problemas que haya entregado y cerciorarse de que los ha resuelto de forma independiente. Adicionalmente, se valorará en la nota final el interés y la actitud crítica mostrada en clase.	50,00 %

## 10. Resultados de Aprendizaje

En el rango de bajas energías, átomos y moléculas son los constituyentes fundamentales de la materia mientras que los fotones lo son de la radiación electromagnética. Esta asignatura utiliza la formación del alumnado en Mecánica Cuántica para profundizar en los principios físicos que determinan la estructura atómica y molecular y la interacción de esta materia con la radiación electromagnética.

*Al finalizar esta asignatura el alumnado será capaz de:*

- 1.- Profundizar y ampliar los conocimientos de Mecánica Cuántica, Física Atómica y Molecular adquiridos en el Grado.
- 2.- Comprender y manejar los diferentes conceptos empleados en la cuantización del campo electromagnético y su interacción con la materia.
- 3.- Resolver y plantear problemas de estructura y espectroscopía atómica y molecular..
- 4.- Estudiar y comprender de forma autónoma argumentos físicos que involucren conceptos de carácter atómico y molecular y su interacción con la radiación electromagnética en la investigación de frontera en Física Atómica, Molecular y Astrofísica.

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

### Descripción

La distribución de los temas por semana en el cronograma es orientativa, pudiendo sufrir cambios según las necesidades de organización docente. Las fechas estimadas para realizar las actividades de evaluación continua son:

- 1.1.1. Entrega de problemas (temas 1-6): semana 6.
- 1.1.2. Prueba escrita de seguimiento (temas 1-6): semana 7.
- 1.1.3. Entrega de problemas (temas 7-10): semana 12.
- 1.1.6. Prueba escrita de seguimiento (temas 7-10): semana 14.
- 1.1.5. Prueba final escrita: semanas 15-16. La fecha de la prueba final puede consultarse en la Web del Máster Universitario

en Astrofísica, enlace "calendario de exámenes".

El cronograma que se indica tiene carácter orientativo y está sujeto a variaciones en función del desarrollo de la materia y del Calendario Académico.

Segundo cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	1	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua.	4.00	6.00	10.00
Semana 2:	2	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua.	4.00	6.00	10.00
Semana 3:	3	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua.	4.00	6.00	10.00
Semana 4:	3,4	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua.	2.00	5.00	7.00
Semana 5:	4,5	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua.	4.00	6.00	10.00
Semana 6:	5,6	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua.	4.00	6.00	10.00
Semana 7:	6	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua.	4.00	6.00	10.00
Semana 8:	7	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua.	4.00	6.00	10.00
Semana 9:	7	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua.	4.00	6.00	10.00
Semana 10:	8	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua.	4.00	6.00	10.00

Semana 11:	9	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua.	4.00	6.00	10.00
Semana 12:	9	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua.	4.00	6.00	10.00
Semana 13:	9	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua.	4.00	6.00	10.00
Semana 14:	10	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua.	3.00	5.00	8.00
Semana 15:	10	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua.	3.00	5.00	8.00
Semana 16 a 18:		Preparación de exámenes, exámenes y revisiones	4.00	3.00	7.00
Total			60.00	90.00	150.00