

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Estructura de la Materia	Física Atómica y Molecular	4º	1º	6	Optativa
PROFESORES⁽¹⁾			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> Blanca Biel Ruiz 			Dpto. Física Atómica, Molecular y Nuclear Facultad de Ciencias. biel@ugr.es 3ª Planta Físicas. Despacho B1. Correo electrónico: biel@ugr.es		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS⁽¹⁾		
			Lunes de 16:30h a 19:30h. Miércoles de 14h a 17h. http://www.ugr.es/~biel		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Física			Grado en Química		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Se recomienda tener cursadas las asignaturas de Física Cuántica y el módulo de Métodos Matemáticos y Programación.					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)					
<p>Átomos: estructura. Aproximación de partícula independiente: no-relativista y relativista. Construcción de estados atómicos.</p> <p>Moléculas: estructura. Aproximación de Born-Oppenheimer. Estados electrónicos, vibracionales y rotacionales en moléculas diatómicas.</p>					

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" (<http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/>!)

Moléculas poliatómicas: Simetrías.

Transiciones electromagnéticas y colisiones atómicas.

Acoplamiento radiación materias. Transiciones electromagnéticas. Tipos de colisiones. *Scattering* por un potencial. Aproximación de ondas parciales.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Transversales

- CT1: Capacidad de análisis y síntesis
- CT3: Comunicación oral y/o escrita
- CT6: Resolución de problemas
- CT7: Trabajo en equipo
- CT8: Razonamiento crítico
- CT9: Aprendizaje autónomo
- CT10: Creatividad

Específicas

- CE1: Conocer y comprender los fenómenos y las teorías físicas más importantes.
- CE2: Estimar órdenes de magnitud para interpretar fenómenos diversos.
- CE5: Modelar fenómenos complejos, trasladando un problema físico al lenguaje matemático.
- CE6: Elaborar proyectos de desarrollo tecnológico y/o de iniciación a la investigación científica.
- CE7: Transmitir conocimientos de forma clara tanto en ámbitos docentes como no docentes.
- CE8: Utilizar herramientas informáticas para resolver y modelar problemas y para presentar sus resultados.
- CE9: Aplicar los conocimientos matemáticos en el contexto general de la física.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno:

- adquirirá un conocimiento de las bases físico-matemáticas que rigen las estructuras atómica y molecular;
- comprenderá las aplicaciones de la teoría cuántica en los sistemas atómico y molecular;
- obtendrá una idea detallada de los conceptos y metodologías básicas de la física atómica y molecular;
- aplicará los conocimientos adquiridos para resolver problemas concretos;
- manejará los métodos matemáticos y numéricos comúnmente utilizados en el estudio de átomos y moléculas, y
- utilizará datos experimentales para comprobar la validez de los modelos desarrollados.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

1. Estructura atómica de la materia.

1.1 Introducción. 1.2 Bases experimentales. 1.3 Modelo de Bohr. 1.4 El núcleo atómico.

2. Átomos con un electrón.

2.1 Introducción. 2.2 Ecuación de Schrödinger para el movimiento relativo. 2.3 Estructura fina. 2.4 Estructura hiperfina. 2.5 Sistemas hidrogenoides especiales.

3. Átomos con dos electrones.

3.1 Introducción. 3.2 Hamiltoniano no relativista. Ecuación de Schrödinger. 3.3 Principio de exclusión de Pauli. Funciones de onda de espín. 3.4 Modelo de partículas independientes. 3.5 Mejoras del modelo de partículas independientes. Potenciales centrales. 3.6 Repulsión electrónica.

4a. Átomos multielectrónicos I.

4.1 Introducción. 4.2 Indistinguibilidad de los electrones y principio de exclusión de Pauli. 4.3 Aproximación de campo central. Modelo de partículas independientes. 4.4 Niveles de energía. Configuración electrónica.



- 4.5 Sistema periódico de los elementos. 4.6 Métodos para evaluar el potencial central.
- 4b. Átomos multielectrónicos II.
- 4.7 Correlación electrónica y estructura fina. 4.8 Acoplamiento Russell – Saunders. 4.9 Acoplamiento $j - j$. 4.10 Acoplamiento intermedio. 4.11 Propiedades nucleares y estructura hiperfina.
5. Interacción Radiación-Átomo.
- 5.1 Introducción. 5.2 Coeficientes de Einstein. 5.3 Hamiltoniano de interacción. 5.4 Aproximación dipolar eléctrica. 5.5 Reglas de selección para sistemas con un electrón. 5.6 Reglas de selección para sistemas multielectrónicos. 5.7 Anchura y perfil de las líneas espectrales.
6. Átomos en campos externos.
- 6.1 Introducción. 6.2 Hamiltoniano atómico en presencia de campo magnético. 6.3 Hamiltoniano en presencia de campo eléctrico. Efecto Stark.
7. Física molecular. Aproximaciones iniciales.
- 7.1 Introducción. 7.2 Hamiltoniano molecular de moléculas diatómicas. 7.3 Aproximación de Born-Oppenheimer. 7.4 Diagrama de coordenadas configuracionales. 7.5 Origen del enlace químico.
- 8: Física molecular. Estructura electrónica.
- 8.1 Introducción. Orbitales moleculares. 8.2 Propiedades de simetría. Términos electrónicos. 8.3 El ion molecular H_2^+ . 8.4 Moléculas multielectrónicas. 8.5 Dinámica nuclear. 8.6 Espectroscopía molecular.

TEMARIO PRÁCTICO:

Seminarios y talleres sobre temas especializados y/o prácticas de simulación.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- B.H. Bransden and C.J. Joachain. *Physics of Atoms and Molecules*. Segunda edición. Longmann, 2003.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- E.U. Condon and H. Odabasi, *Atomic Structure*. Cambridge University Press, 1980.
- H. Haken, H.C. Wolf & W.D. Brewer. *Molecular Physics and Elements of Quantum Chemistry: Introduction to experiments and theory*. Springer, 2004.
- P. F. Benath, *Spectra of atoms and molecules*. Oxford University Press, 1995.
- H. Friedrich, *Theoretical Atomic Physics*, Springer-Verlag, 2006.
- M. Weissbluth, *Atoms and Molecules*, Academic Press, 1978.

ENLACES RECOMENDADOS

<https://www.nist.gov/pml/productsservices/physical-reference-data>
http://physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/lines_form.html

METODOLOGÍA DOCENTE

Para el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje se llevarán a cabo distintas acciones formativas que permitirán al alumnado adquirir las competencias programadas:

- Clases teóricas.
- Clases prácticas.
- Tutorías.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)



La evaluación se regirá por la normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada, aprobada por Consejo de Gobierno el 20 de mayo de 2013.

El sistema de calificación empleado será el establecido en el artículo 5 del Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional.

De acuerdo con el Real Decreto 1125/2003, la valoración del nivel de adquisición de las competencias generales y específicas de cada materia se llevará a cabo de manera continua a lo largo de todo el periodo académico.

La **evaluación final** se realizará a partir de la evaluación de las diversas actividades que realizarán los alumnos:

- Examen final (70%). Será necesario obtener un mínimo de 5/10 para aprobar la asignatura.
- El 30% restante corresponderá a tareas de índole diversa, destinadas al seguimiento continuado de la asignatura y a completar la evaluación continua: entregas obligatorias de ejercicios resueltos, tareas wiki de Prado, pruebas de autoevaluación o exposiciones de trabajos o problemas sencillos resueltos que podrían plantearse de improviso durante una clase presencial.

Respecto a la evaluación de la **convocatoria extraordinaria**, ésta constará de una única prueba teórica, incluyendo la realización de problemas y/o cuestiones teóricas sobre el temario de la asignatura. De este modo se garantiza la posibilidad de obtener el 100% de la calificación final, tal y como se recoge en el artículo 19 de la normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada, publicado en el Boletín Oficial de la Universidad de Granada no 112. 9 de noviembre de 2016.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

Respecto a la evaluación de la convocatoria de **evaluación única**, ésta constará de una única prueba teórica, incluyendo la realización de problemas y/o cuestiones teóricas sobre el temario de la asignatura. De este modo se garantiza la posibilidad de obtener el 100% de la calificación final, tal y como se recoge en la citada normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada.

ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

Pulse el siguiente enlace para consultar lugar y horario de tutorías:

<http://www.ugr.es/~biel>

HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

En escenario semipresencial, salvo excepciones, se atenderán las tutorías por videoconferencia (Google Meet) o correo electrónico oficial. Las tutorías individuales tendrán lugar previa petición del estudiante. El profesor podrá proponer tutorías grupales, obligatorias u optativas, si lo estima oportuno, como herramienta de retorno formativo en caso de que hubiera que impartir clases virtuales en modo asíncrono.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE



- La proporción entre clases virtuales y presenciales dependería del centro y circunstancias sanitarias. En las clases virtuales se concentraría la enseñanza de índole teórica, en las presenciales se primaría la impartición de problemas o tutorías grupales.
- Las clases virtuales se impartirán utilizando las plataformas Google Meet o las que dicte la UGR en su momento. Se primará la impartición síncrona, aunque las circunstancias sanitarias (enfermedad del profesor o familiar, conciliación familiar, ...) podrían imponer un escenario asíncrono, en cuyo caso se grabarían las clases presenciales, que serían compartidas por Google Drive y se complementarían con actuaciones de seguimiento y retorno formativo específicas para ese fin (tutorías, tareas, tests, entregas,...)
- Las plataformas descritas (Prado, Google Meet, Consigna UGR, Google Drive a través de cuenta @go.ugr, correo institucional, ...) son las actualmente autorizadas por la UGR. Podrían verse modificadas si las instrucciones de la UGR al respecto cambiasen durante el curso.
- Como medida adicional, se prestaría especial atención en facilitar material docente a los estudiantes a través de la plataforma Prado, Consigna UGR y/o Google Drive.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

Convocatoria Ordinaria

La evaluación se realizará a partir de:

- Examen final (70%). Será necesario obtener un mínimo de 5/10 para aprobar la asignatura. No se descarta la realización de exámenes orales si fuera necesario para asegurar una correcta evaluación de parte o de la totalidad del alumnado.
- El 30% restante corresponderá a tareas de índole diversa, destinadas al seguimiento continuado de la asignatura y a completar la evaluación continua: entregas obligatorias de ejercicios resueltos, tareas wiki de Prado, pruebas de autoevaluación o exposiciones de trabajos o problemas sencillos resueltos que podrían plantearse de improviso durante una clase presencial.

El examen final tendrá lugar, si la situación lo permite, de forma presencial. Si no fuese posible, el examen final se plantearía como entregas secuenciadas de respuestas y soluciones de problemas que se realizarán a través de la plataforma Prado Examen, Google Meet, siempre siguiendo las instrucciones que dictase la UGR en su momento.

Convocatoria Extraordinaria

Respecto a la evaluación de la **convocatoria extraordinaria**, ésta constará de una única prueba teórica, incluyendo la realización de problemas y/o cuestiones teóricas sobre el temario de la asignatura. De este modo se garantiza la posibilidad de obtener el 100% de la calificación final, tal y como se recoge en el artículo 19 de la normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada, publicado en el Boletín Oficial de la Universidad de Granada no 112. 9 de noviembre de 2016.

La prueba tendrá lugar, si la situación lo permite, de forma presencial. Si no fuese posible, la prueba se plantearía como entregas secuenciadas de respuestas y soluciones de problemas que se realizarán a través de la plataforma Prado Examen, Google Meet, siempre siguiendo las instrucciones que dictase la UGR en su momento.

Evaluación Única Final

Respecto a la evaluación de la convocatoria de **evaluación única**, ésta constará de una única prueba teórica, incluyendo la realización de problemas y/o cuestiones teóricas sobre el temario de la asignatura. De este modo se garantiza la posibilidad de obtener el 100% de la calificación final, tal y como se recoge en la citada normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada.



La prueba tendrá lugar, si la situación lo permite, de forma presencial. Si no fuese posible, la prueba se plantearía como entregas secuenciadas de respuestas y soluciones de problemas que se realizarán a través de la plataforma Prado Examen, Google Meet, siempre siguiendo las instrucciones que dictase la UGR en su momento.

ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

Pulse el siguiente enlace para consultar lugar y horario de tutorías:

<http://www.ugr.es/~biel>

En el escenario B se atenderán las tutorías por videoconferencia (Google Meet) o correo electrónico oficial. Las tutorías individuales tendrán lugar previa petición del estudiante. El profesor podrá proponer tutorías grupales, obligatorias u optativas, si lo estima oportuno como herramienta de retorno formativo en caso de que hubiera que impartir clases virtuales en modo asíncrono.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Todas las clases serían virtuales. Se impartirán utilizando las plataformas Google Meet o las que dicte la UGR en su momento. Se primará la impartición síncrona, aunque las circunstancias sanitarias (enfermedad del profesor o familiar, conciliación familiar, ...) podrían imponer un escenario asíncrono, en cuyo caso se grabarían las clases presenciales, que serían compartidas por Google Drive y se complementarían con actuaciones de seguimiento y retorno formativo específicas para ese fin (tutorías, tareas, entregas, ...)
- Las plataformas descritas (Prado, Prado Examen, Google Meet, Google Drive a través de cuenta @go.ugr, correo institucional, ...) son las actualmente autorizadas por la UGR. Podrían verse modificadas si las instrucciones de la UGR al respecto cambiasen durante el curso.
- Como medida adicional, se prestaría especial atención en facilitar material docente a los estudiantes a través de la plataforma Prado, Consigna UGR y/o Google Drive.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

Convocatoria Ordinaria

- La distribución de pruebas y tareas evaluables sería la misma que en escenario A, pero dichas pruebas de evaluación continua se llevarían a cabo como entregas secuenciadas de respuestas y soluciones de problemas que se realizarán a través de la plataforma Prado Examen y Google Meet, siempre siguiendo las instrucciones que dictase la UGR en su momento. No se descarta la realización de exámenes orales si fuera necesario para asegurar una correcta evaluación de parte o de la totalidad del alumnado.

Convocatoria Extraordinaria

- Examen final con preguntas teóricas y problemas relativos a la materia impartida en clase.
- La prueba se realizará como conjunto de entregas secuenciadas a través de Google Meet y la plataforma Prado Examen, siempre siguiendo las instrucciones que dicte la UGR al respecto. No se descarta la realización de exámenes orales si fuera necesario para asegurar una correcta evaluación de parte o de la



totalidad del alumnado.

Evaluación Única Final

La evaluación consiste en:

- Una prueba escrita con cuestiones y problemas de la materia impartida. No se descarta la realización de exámenes orales si fuera necesario para asegurar una correcta evaluación de parte o de la totalidad del alumnado.

La prueba se llevaría a cabo como conjunto de entregas secuenciadas a través de la plataforma Prado Examen y Google Meet, siempre siguiendo las instrucciones que se dicten al respecto por la UGR.

INFORMACIÓN ADICIONAL (Si procede)

Siguiendo las recomendaciones de la CRUE y del Secretariado de Inclusión y Diversidad de la UGR, los sistemas de adquisición y de evaluación de competencias recogidos en esta guía docente se aplicarán conforme al principio de diseño para todas las personas, facilitando el aprendizaje y la demostración de conocimientos de acuerdo a las necesidades y la diversidad funcional del alumnado.

