

|                                                                                   |                                                                                          |                                   |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx</b> |                                   |  |
|                                                                                   | <b>Curso académico:</b><br>2026-27                                                       | <b>Código:</b><br>P/CL009_FC_D002 |                                                                                     |

### PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

| Identificación y características de la asignatura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |                |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------|-------------|
| Código                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 500787               | Créditos ECTS  | 6           |
| Denominación (español)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Física Cuántica II   |                |             |
| Denominación (inglés)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Quantum Physics II   |                |             |
| Titulaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Grado en Física      |                |             |
| Centro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Facultad de Ciencias |                |             |
| Semestre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6º                   | Carácter       | Obligatorio |
| Módulo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Obligatorio          |                |             |
| Materia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Física Moderna       |                |             |
| Profesor/es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                      |                |             |
| Nombre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Despacho             | Correo-e       |             |
| Santos Bravo Yuste                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | B203 (Ed. Física)    | santos@unex.es |             |
| Área de conocimiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Física Teórica       |                |             |
| Departamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Física               |                |             |
| Profesor coordinador (si hay más de uno)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                      |                |             |
| Competencias                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                |             |
| <b>Competencias básicas.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                |             |
| CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio. |                      |                |             |
| CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.                                                                                       |                      |                |             |
| CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.                                                                                                                    |                      |                |             |
| CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.                                                                                                                                                                                                                   |                      |                |             |
| CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.                                                                                                                                                                                                  |                      |                |             |
| <b>Competencias generales.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                      |                |             |
| CG1 - Adquirir una experiencia positiva de la Física y mantener una curiosidad intelectual en la disciplina.                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                |             |
| CG2 - Conocer, comprender y analizar con espíritu crítico los principios y fundamentos de la Física, y dominar aquellos métodos matemáticos y numéricos necesarios                                                                                                                                                                                               |                      |                |             |
| CG3 - Observar la realidad física e identificar los elementos esenciales de cualquier fenómeno físico siendo capaz de construir modelos simplificados que los describan con la aproximación necesaria.                                                                                                                                                           |                      |                |             |
| CG4 - Conocer las técnicas y metodologías experimentales propias de la Física.                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                      |                |             |

|                                                                                   |                                                                                              |                                   |                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA<br/>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx</b> |                                   | <br><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b><br>[UEx] |
|                                                                                   | <b>Curso académico:</b><br>2026-27                                                           | <b>Código:</b><br>P/CL009_FC_D002 |                                                                                                                             |

CG5 - Saber evaluar los resultados experimentales, contrastarlos con las predicciones del modelo teórico e introducir las modificaciones necesarias en este modelo cuando se observen discrepancias entre ambos.

CG6 - Saber aplicar los conocimientos adquiridos durante su formación al ejercicio profesional.

CG7 - Desarrollar la imaginación y la creatividad inherentes al avance de la Ciencia.

CG8 - Reconocer la dimensión ética de los problemas e investigaciones, así como la necesidad de un compromiso ético profesional.

#### **Competencias transversales.**

CT1 - Comunicar los resultados de un trabajo por medio de la elaboración de informes científicos claros y precisos, así como mediante la exposición oral de los mismos.

CT2 - Trabajar en equipo.

CT4 - Ser capaz de evaluar críticamente el propio aprendizaje y la actividad profesional, así como llevar a cabo estrategias de mejora.

CT5 - Desarrollar la capacidad de defender sus puntos de vista mediante la argumentación razonada a fin de emitir juicios sobre temas de índole social, científico o ético

CT6 - Aprender de forma autónoma nuevas técnicas y conocimientos que permitan emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

CT7 - Mostrar sensibilidad hacia temas medioambientales.

CT8 - Ser capaz de aplicar sus conocimientos en el mundo empresarial.

CT9 - Conocer una segunda lengua extranjera, preferentemente inglés.

CT10 - Fomentar el respeto a los derechos fundamentales, así como de igualdad de oportunidades y la no discriminación.

CT11 - Dominar adecuadamente las TIC.

#### **Competencias específicas.**

CE1 - Demostrar haber alcanzado una comprensión adecuada de los diferentes fenómenos físicos.

CE2 - Poseer conocimientos actualizados o de vanguardia en algunos aspectos de la Física.

CE3 - Identificar los elementos esenciales de una situación compleja a fin de construir un modelo simplificado que describa con la aproximación necesaria el problema de estudio.

CE4 - Buscar, analizar y sintetizar información propia del campo de la Física, tanto teórica como experimental, así como seleccionar y utilizar las tecnologías de la información y la comunicación más adecuadas en cada situación.

CE5 - Aprender el manejo de instrumentos y técnicas de medida en Física.

CE7 - Ser capaz de desarrollar software utilizando lenguajes de programación y usar paquetes informáticos en una variedad de áreas que incluyan la elaboración de documentos, la búsqueda de información, cálculo numérico y la presentación de datos.

CE8 - Resolver problemas en Física.

### **Contenidos**

#### **Breve descripción del contenido**

Momento angular y espín. Átomo de hidrógeno. Métodos aproximados. Perturbaciones independientes del tiempo. Estructura fina. El principio de exclusión de Pauli.

|                                                                                   |                                                                                              |                                   |                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA<br/>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx</b> |                                   | <br><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b><br>[UEx] |
|                                                                                   | <b>Curso académico:</b><br>2026-27                                                           | <b>Código:</b><br>P/CL009_FC_D002 |                                                                                                                             |

| Temario de la asignatura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>PARTE I</b><br><b>Tema 1. Partícula en una caja d-dimensional</b><br>1.1 Introducción.<br>1.2 Obtención de la ecuación de Schrödinger dependiente e independiente del tiempo en tres dimensiones.*<br>1.3 La ecuación de Schrödinger independiente del tiempo para caja 3D como problema de autovalores y autofunciones. Resolución mediante separación de variables.*<br>1.4 Degeneración de los autovalores.<br>1.5 Comprobación de algunas propiedades del operador hamiltoniano y sus autofunciones para la caja 3D. Solución general de la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo.<br>1.6 Medida de autovalores degenerados<br><br>Actividades prácticas: resolución de ejercicios y problemas |  |
| <b>Tema 2. Resolución de la ecuación de Schrödinger para potencial central.</b><br>2.1 Introducción.<br>2.2 Ecuación de Schrödinger del sistema núcleo-electrón. Sistema reducido.<br>2.3 Resolución mediante separación de variables: ecuaciones radial, acimutal y polar.<br>2.4 Soluciones de la parte angular. Armónicos esféricos.<br>2.5 Soluciones de la parte radial. Cuantización de la energía.<br>2.6 Visualización y propiedades de las funciones de onda propias.<br><br>Actividades prácticas: resolución de ejercicios y problemas                                                                                                                                                              |  |
| <b>Tema 3. Cuantización del momento angular.</b><br>3.1 Introducción.<br>3.2 Operador momento angular orbital. Autovalores y autofunciones.<br>3.3 Observables que conmutan y bases comunes.<br>3.4 Observables compatibles y principio de incertidumbre.<br>3.5 Evolución temporal, medida de observables y estados no estacionarios.<br><br>Actividades prácticas: resolución de ejercicios y problemas                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| <b>PARTE II</b><br><b>Tema 4. Teoría perturbativa y principio variacional.</b><br>4.1 Introducción.<br>4.2 Perturbación no estacionaria.<br>4.3 Método perturbativo para estados no degenerados.<br>4.4 Método perturbativo para estados degenerados.<br>4.5 Ejemplo del método perturbativo para estados degenerados: efecto Stark.<br>4.6 Base de “buenos” estados en el método perturbativo para estados degenerados.<br>4.7 Principio variacional: desigualdad de Ritz. Estado base y estados excitados.<br>4.8 Ejemplo del método variacional: dos primeros estados del oscilador armónico<br><br>Actividades prácticas: resolución de ejercicios y problemas                                             |  |
| <b>PARTE III</b><br><b>Tema 5. Espín e interacciones magnéticas.</b><br>5.1 Introducción.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |

|                                                                                   |                                                                                              |                                   |                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA<br/>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx</b> |                                   | <br><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b><br><small>[UEx]</small> |
|                                                                                   | <b>Curso académico:</b><br>2026-27                                                           | <b>Código:</b><br>P/CL009_FC_D002 |                                                                                                                                            |

- 5.2 Momento magnético orbital.
- 5.3 Experimento de Stern-Gerlach y espín del electrón.
- 5.4 Adición de momentos angulares.
- 5.5 Interacción espín-órbita.
- 5.6 Estructura fina.
- 5.7 Otras correcciones: desplazamiento de Lamb y estructura hiperfina.

Actividades prácticas: resolución de ejercicios y problemas

#### **Tema 6. Razones de transición y reglas de selección.**

- 6.1 Introducción.
- 6.2 Espectros y reglas de selección.
- 6.3 Razón de transición y tiempo de vida medio.
- 6.4 Razón de transición y reglas de selección para transiciones dipolares eléctricas.
- 6.5 Ejemplo: cálculo de la razón de transición  $2p \rightarrow 1s$  en el hidrógeno. Ensanchamiento de líneas espectrales.
- 6.6 Regla de selección sobre el número cuántico  $j$ .

Actividades prácticas: resolución de ejercicios y problemas

#### **PARTE IV**

#### **Tema 7. Átomos multielectrónicos. Estados base.**

- 7.1 Introducción.
- 7.2 Partículas idénticas y principio de exclusión.
- 7.3 Fuerzas de intercambio y átomo de helio.
- 7.4 Teoría de Hartree.
- 7.5 Resultados de la teoría de Hartree.
- 7.6 Espectro de rayos X.

Actividades prácticas: resolución de ejercicios y problemas

#### **Tema 8. Átomos multielectrónicos. Excitaciones ópticas.**

- 8.1 Introducción.
- 8.2 Excitaciones ópticas.
- 8.3 Átomos alcalinos.
- 8.4 Átomos con varios electrones ópticamente activos. Interacción coulombiana residual e interacción espín-órbita.
- 8.5 Adición de momentos angulares (revisita). Términos y niveles.
- 8.6 Acoplamiento LS. Energías de los términos y niveles.
- 8.7 Átomo de carbono y principio de exclusión.
- 8.8 Efecto Zeeman débil y fuerte (Paschen-Back).

Actividades prácticas: resolución de ejercicios y problemas

|                                                                                   |                                                                                              |                                   |                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA<br/>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx</b> |                                   | <br><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b><br>[UEx] |
|                                                                                   | <b>Curso académico:</b><br>2026-27                                                           | <b>Código:</b><br>P/CL009_FC_D002 |                                                                                                                             |

| Actividades formativas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |            |                       |   |   |           |                          |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|-----------------------|---|---|-----------|--------------------------|---------------|
| Horas de trabajo del estudiante por tema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            | Gran grupo | Actividades prácticas |   |   |           | Actividad de seguimiento | No presencial |
| Tema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Total      | GG         | CH                    | L | O | S         | TP                       | EP            |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 8          | 3          |                       |   |   | 1         |                          | 4             |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 30         | 9          |                       |   |   | 4         |                          | 17            |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 20         | 7          |                       |   |   | 2         |                          | 11            |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 20         | 6          |                       |   |   | 2         |                          | 12            |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 20         | 5          |                       |   |   | 2         |                          | 13            |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 18         | 4          |                       |   |   | 2         |                          | 12            |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 15         | 4          |                       |   |   | 1         |                          | 10            |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 15         | 3          |                       |   |   | 1         |                          | 11            |
| Evaluación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4          | 4          |                       |   |   |           |                          |               |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>150</b> | <b>45</b>  |                       |   |   | <b>15</b> |                          | <b>90</b>     |
| GG: Grupo Grande (85 estudiantes).<br>CH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)<br>L: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)<br>O: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)<br>S: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).<br>TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).<br>EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.                                                                                            |            |            |                       |   |   |           |                          |               |
| Metodologías docentes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |            |                       |   |   |           |                          |               |
| 1. Explicación y discusión de los contenidos.<br>2. Resolución, análisis y discusión de problemas. Realización y exposición de trabajos/proyectos.<br>3. Trabajo autónomo del alumno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |            |                       |   |   |           |                          |               |
| Resultados de aprendizaje                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |            |                       |   |   |           |                          |               |
| Capacidad de análisis tanto en átomos con un electrón como en los multielectrónicos considerando el espín y teniendo en cuenta el cálculo perturbativo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |            |                       |   |   |           |                          |               |
| Sistemas de evaluación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |            |                       |   |   |           |                          |               |
| Hay dos sistemas posibles de evaluación: uno mediante evaluación continua y otro mediante una única prueba final (evaluación global).<br><br>La elección entre el sistema de evaluación continua o el sistema de evaluación con una única prueba final de carácter global corresponde al estudiante durante el periodo oficial habilitado para ello. Durante este plazo, el estudiante que desee acogerse al método de evaluación global deberá comunicarlo a través del campus virtual. En otro caso, se entenderá que opta por la evaluación continua. |            |            |                       |   |   |           |                          |               |
| <b>I. EVALUACIÓN CONTINUA</b><br>1. Criterios de evaluación:<br>a) Resolución de ejercicios y problemas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |            |                       |   |   |           |                          |               |

|                                                                                   |                                                                                              |                                   |                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA<br/>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx</b> |                                   | <br><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b><br><small>(UEx)</small> |
|                                                                                   | <b>Curso académico:</b><br>2026-27                                                           | <b>Código:</b><br>P/CL009_FC_D002 |                                                                                                                                            |

b) Elaboración, presentación y, en su caso, defensa de trabajos (casos prácticos, problemas avanzados, proyectos, etc.)

c) Comprensión de los conceptos y aplicaciones fundamentales mediante un examen escrito.

2. Actividades e instrumentos de evaluación:

a) *Actividades complementarias* (25% de la calificación final).

Estas actividades consisten en:

i. Resolución de ejercicios y problemas.

Se realizarán varios cuestionarios teórico-prácticos durante el semestre en horario lectivo. Dichas pruebas podrán llevarse a cabo en el aula donde se imparte la asignatura. La fecha será consensuada entre el profesor y los estudiantes previamente.

ii. Realización y, en su caso, defensa de trabajos.

- Esta actividad es opcional. Solo serviría para subir nota salvo que se detectara fraude en su realización, en cuyo caso la calificación asignada se emplearía para bajar la nota.
- El profesor podría hacer una evaluación adicional oral de alguno de los trabajos, especialmente si sospechara la existencia de fraude en su realización.
- El peso en la calificación de este apartado de actividades complementarias sería del 20% (si implica subida de nota), es decir la calificación del apartado (i) supondría el 80% de la nota de las actividades complementarias y este apartado opcional supondría el 20% restante. Si se detectara fraude, su peso en la calificación de las actividades complementarias sería el opuesto, es decir, sería del -20%.
- Estas actividades podrán realizarse en equipo o de forma individual.
- En la valoración de los trabajos se tendrá en cuenta la claridad de la resolución o de la memoria y el cumplimiento del plazo de entrega.

Las actividades complementarias no son recuperables.

b) *Examen* (75% de la calificación final)

- La evaluación en este apartado se basará en los resultados de un examen escrito llevado a cabo en la convocatoria ordinaria o en la extraordinaria.
- El examen consistirá en varias cuestiones teórico-prácticas cuya valoración aparecerá en la hoja del examen.
- Se valorará fundamentalmente la comprensión de los conceptos más que la aplicación repetitiva o memorística de esquemas o fórmulas.

En la convocatoria extraordinaria de julio la calificación del examen seguirá representando el 75% de la calificación global, manteniéndose la calificación obtenida (con peso del 25 %) en las actividades complementarias realizadas a lo largo del curso.

Si el estudiante ha estado matriculado/a en la asignatura en un curso académico anterior, comunicará al profesor a través del campus virtual durante las tres primeras semanas del semestre si desea realizar nuevamente todas las actividades complementarias o si prefiere que se le mantenga la calificación obtenida en esas actividades del curso anterior.

## II. EVALUACIÓN MEDIANTE UN EXAMEN FINAL

El alumno tiene derecho a superar la asignatura mediante la realización de un examen escrito de carácter global.

|                                                                                   |                                                                                              |                                   |                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA<br/>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx</b> |                                   | <br><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b><br>[UEx] |
|                                                                                   | <b>Curso académico:</b><br>2026-27                                                           | <b>Código:</b><br>P/CL009_FC_D002 |                                                                                                                             |

### Bibliografía (básica y complementaria)

- D. J. Griffiths, *Introduction to Quantum Mechanics*. (Prentice Hall).
- R. Eisberg y R. Resnick, *Física Cuántica. Átomos, Moléculas, Sólidos y Partículas* (Limusa).
- S. Gasiorowicz, *Quantum Physics* (Wiley).
- B.H. Bransden, C.J. Joachain, *Physics of Atoms and Molecules* (Addison-Wesley)
- J.J. Brehm y W. J. Mullin, *Introduction to the Structure of Matter* (Wiley).
- I. N. Levine, *Química Cuántica* (Reverté).
- C. Sánchez del Río (Coordinador), *Física Cuántica* (Pirámide).
- M. Alonso y E. J. Finn, *Fundamentos Cuánticos y Estadísticos. Vol III*. (Fondo Educativo Interamericano).
- R. P. Feynmann, R. Leighton y M. Sands, *Mecánica Cuántica*. (Addison-Wesley Iberoamericana).

### Problemas

- R. Gautreau y W. Savin, *Teoría y Problemas de Física Moderna. (Serie Schaum, McGraw-Hill)*.
- N. Zettili, *Quantum Mechanics: Concepts and Applications* (Wiley)
- J. Tejada Palacios y J. García Roger, *Problemas de Física Atómica (EUNIBAR)*.
- Y. Peleg, R. Pnini y E. Zaarur, *Theory and Problems of Quantum Mechanics (Schaum's outlines, McGraw-Hill)*.

### Otros recursos y materiales docentes complementarios

#### Páginas WEB útiles en Física Cuántica:

- Un curso muy completo de Física Cuántica mediante hiperenlaces.
- Otro curso de Mecánica Cuántica en formato de página web
- Valores precisos y actualizados de las constantes físicas en National Institute of Standards and Technology.
- Propiedades de partículas elementales, constantes, coeficientes de Clebsch-Gordan, etc, en Particle Data Group.
- Microscopía electrónica de efecto túnel.
- Imágenes artísticas con microscopía electrónica de efecto túnel.
- Selección de trabajos originales clásicos compilados por Luis Navarro Veguillas : anteriores a 1900 y posteriores a 1900

|                                                                                   |                                                                                              |                                   |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA<br/>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx</b> |                                   |  |
|                                                                                   | <b>Curso académico:</b><br>2026-27                                                           | <b>Código:</b><br>P/CL009_FC_D002 |                                                                                     |

#### **Física Cuántica Virtual:**

- Imágenes del átomo de hidrógeno
- Wolfram Demonstrations Project
- Curso Interactivo de Física en Internet. Mecánica Cuántica [(C) Angel Franco García, Universidad del País Vasco (España)]
- ActivPhysics OnLine
- Quantum Physics Online (english version). En francés: Quantum Physics Online (version française)
- Enlaces sobre Física Cuántica