

7-08

# GUÍA DE ESTUDIO DE LDI



## **MECANICA CUANTICA (FISICA CUANTICA)**

CÓDIGO 01073016

UNED

7-08

MECANICA CUANTICA (FISICA CUANTICA)

CÓDIGO 01073016

# ÍNDICE

OBJETIVOS

CONTENIDOS

EQUIPO DOCENTE

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

SISTEMA DE EVALUACIÓN

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

## OBJETIVOS

El objetivo de esta asignatura es familiarizar al alumno con la fenomenología del mundo microscópico e introducir las técnicas matemáticas básicas para construir una teoría física que la explique. La teoría aquí introducida se desarrollará con más extensión en un curso posterior de la licenciatura.

## CONTENIDOS

Para el estudio de esta asignatura se ofrecen dos opciones entre las que el alumno puede elegir en función de su formación previa y, muy en particular, de la especialidad que piense seguir en el segundo ciclo de la licenciatura. La **Opción A** tiene un enfoque más instrumental: hace menos hincapié en el formalismo propio de la Mecánica Cuántica pero estudia un mayor número de aplicaciones. Está destinada fundamentalmente a los alumnos que vayan a seguir la especialidad de Física Industrial y no necesiten un conocimiento más profundo de la teoría. Por el contrario, la **Opción B** incluye una introducción al formalismo de la Mecánica Cuántica que sirve de puente al estudio mucho más completo que se hace en las correspondientes asignaturas del segundo ciclo de la especialidad de Física General. Por lo tanto, **se recomienda vivamente a los alumnos que pretendan cursar esta especialidad**, pues de lo contrario tendrían grandes dificultades para afrontar la Mecánica Cuántica de cuarto curso.

A continuación se detallan los programas de ambas opciones.

-

### PROGRAMA DE LA OPCIÓN A

El programa de esta asignatura es el siguiente, donde se indican los apartados de los libros de Eisberg y Resnick (texto-base del programa) y de Alonso y Finn (texto complementario) que corresponden a cada tema:

#### PRIMERA PRUEBA PRESENCIAL

##### TEMA 1. Radiación térmica y postulado de Planck.

Eisberg y Resnick: capítulo 1.

Alonso y Finn: apartado 1.3

##### TEMA 2. Aspectos corpusculares de la radiación.

Eisberg y Resnick: capítulo 2.

Alonso y Finn: apartados 1.4 a 1.6.

##### TEMA 3. Aspectos ondulatorios de la materia.

Eisberg y Resnick: apartados 3.1 y 3.2.

Alonso y Finn: apartados 1.10 y 1.11.

**TEMA 4. Principio de indeterminación.**

Eisberg y Resnick: apartados 3.3 a 3.6.

Alonso y Finn: apartado 1.12.

**TEMA 5. Modelos atómicos clásicos.**

Eisberg y Resnick: apartados 4.1 al 4.4.

**TEMA 6. Modelo atómico de Bohr-Sommerfeld.**

Eisberg y Resnick: apartados 4.5 al 4.12.

Alonso y Finn: apartados 1.7 a 1.9

**TEMA 7. Ecuación de Schrödinger; interpretación estadística de la función de ondas; estados cuánticos estacionarios.**

Eisberg y Resnick: capítulo 5.

Alonso y Finn: apartados 2.2, 2.3, 2.7, 2.9, 2.10, 2.12.

**TEMA 8. Problemas unidimensionales: estados de colisión.**

Eisberg y Resnick: apartados 6.1 al 6.6.

Alonso y Finn: apartados 2.4 y 2.8.

**TEMA 9. Problemas unidimensionales: estados ligados; el oscilador armónico.**

Eisberg y Resnick: apartados 6.7, 6.8 y 6.9.

Alonso y Finn: apartados 2.5 y 2.6.

**SEGUNDA PRUEBA PRESENCIAL**

**TEMA 10. Ecuación de Schrödinger para átomos hidrogenoides; propiedades de los niveles ligados.**

Eisberg y Resnick: apartados 7.1 al 7.7.

Alonso y Finn: apartados 3.1, 3.2, 3.3 y 3.5.

**TEMA 11. Momento angular orbital.**

Eisberg y Resnick: apartados 7.8 y 7.9.

Alonso y Finn: apartado 3.4 y ejemplo 3.4.

**TEMA 12. Momento magnético. Spin.**

Eisberg y Resnick: apartados 8.1 al 8.3 y 8.5.

Alonso y Finn: apartados 3.6 y 3.7.

**TEMA 13. Ritmos de transición y reglas de selección.**

Eisberg y Resnick: apartado 8.7.

Alonso y Finn: apartado 2.11.

**TEMA 14. Partículas idénticas. Principio de exclusión.**

Eisberg y Resnick: apartados 9.1, 9.2 y 9.3.

Alonso y Finn: apartados 4.1 a 4.3.

**TEMA 15. Moléculas. Espectros moleculares.**

Alonso y Finn: apartados 5.1 a 5.4 y 5.7 a 5.9.

Eisberg y Resnick: apartados 12.4 a 12.7.

**TEMA 16. Estadísticas cuánticas.**

Eisberg y Resnick: apartados 11.1 a 11.11.

Alonso y Finn: capítulo 13.

**TEMA 17. Sólidos: conductores y semiconductores.**

Eisberg y Resnick: capítulo 13.

Alonso y Finn: capítulo 6.

-

**PROGRAMA DE LA OPCIÓN B**

El temario de la primera parte del curso (y que, por tanto, será objeto de la Primera Prueba Presencial) corresponde a los capítulos 1, 2, 3, 4, 5 y 9 del libro *Física Cuántica* de E.H. Wichmann (Curso de Física de Berkeley).

El temario de la segunda parte (Segunda Prueba Presencial) corresponde a los capítulos 6, 7 y 8 del libro de Berkeley y a la totalidad del libro *Introducción al formalismo de la Mecánica Cuántica* de P. GarcíaGonzález, J. E. Alvarellos y J. García-Sanz (Colección Cuadernos de la UNED, UNED).

**PRIMERA PRUEBA PRESENCIAL****Límites de aplicación de la teoría clásica**

La radiación del cuerpo negro. El efecto fotoeléctrico. La estabilidad y el tamaño de los átomos. Cuantización de la energía.

**Órdenes de magnitud en física cuántica**

Las fuerzas de la Naturaleza y su relación. Constantes fundamentales. Energías y tamaños en física atómica. Energías nucleares: auto-energía electrostática; defectos de masa y energía de enlace en física nuclear.

**Niveles energéticos**

Transiciones entre niveles y rayas espectrales. Anchura de las rayas: anchura natural, ensanchamientos por efecto Doppler y colisiones. Transiciones electromagnéticas.

**Fotones.**

Energía y momento de los fotones. Efecto Compton. Radiación de frenado. Creación y aniquilación de pares. Relación entre los aspectos clásicos y cuánticos de la radiación electromagnética.

**Partículas materiales.**

Dualidad onda-corpúsculo. Ondas de De Broglie. Difracción de partículas; difracción por una red periódica. Ondas planas. Ecuación de ondas y principio de superposición. Paquetes de ondas. Ecuación de Klein-Gordon.

**Partículas elementales y sus interacciones.**

Procesos de colisión; sección eficaz, resonancias. Clasificación de las partículas elementales. Números cuánticos y leyes de conservación. Ideas fundamentales en teoría cuántica de campos: partículas mediadoras, potencial de Yukawa, alcance de las interacciones.

**SEGUNDA PRUEBA PRESENCIAL****Principio de indeterminación.**

Relación posición-momento; tamaño de los átomos. Relación energía-tiempo. Medidas cuánticas. Conjuntos estadísticos: estados puros y estados mezcla. Amplitudes de

probabilidad e intensidad.

### **Mecánica ondulatoria elemental.**

Ecuación de Schrödinger. Estudio cualitativo de las soluciones. Problemas unidimensionales: pozos y barreras de potencial. Penetración en barreras: efecto túnel. Radiactividad alfa. Interpretación de la función de onda: densidad y corriente de probabilidad.

### **Estados estacionarios.**

Estados ligados en pozos cuadrados. Estudio cualitativo de las soluciones estacionarias en función del potencial. Ideas generales del método WKB: aplicación al oscilador armónico. Estados ligados y niveles energéticos en moléculas: niveles electrónicos, de vibración y de rotación.

### **Teoría formal de la mecánica cuántica.**

Espacios de Hilbert. Estados cuánticos y observables. Compatibilidad de observables: relaciones de incertidumbre generalizadas. Teoría cuántica de la medida. Evolución temporal de los estados cuánticos: constantes de movimiento. Relaciones de Ehrenfest. Representación de posiciones y representación de momentos. Problemas en una dimensión. Oscilador armónico. Extensión de la teoría.

## **EQUIPO DOCENTE**

Nombre y Apellidos

Correo Electrónico

Teléfono

Facultad

Departamento

JOSE ENRIQUE ALVARELLOS BERMEJO

jealvar@fisfun.uned.es

91398-7120

FACULTAD DE CIENCIAS

FÍSICA FUNDAMENTAL

Nombre y Apellidos

Correo Electrónico

Teléfono

Facultad

Departamento

EVA MARIA FERNANDEZ SANCHEZ

emfernandez@fisfun.uned.es

91398-8863

FACULTAD DE CIENCIAS

FÍSICA FUNDAMENTAL

## **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

ISBN(13):9788429140248

Título:FÍSICA CUÁNTICA (1ª)

Autor/es:Wichmann, Eyvind H. ;

Editorial:REVERTÉ

ISBN(13):9788436254563

Título:INTRODUCCIÓN AL FORMALISMO DE LA MECÁNICA CUÁNTICA (2ª)

Autor/es:Alvarellos Bermejo, José Enrique ; García Sanz, José Javier ; García González, Pablo ;

Editorial:U.N.E.D.

ISBN(13):9789681804190

Título:FÍSICA CUÁNTICA (1ª)

Autor/es:Eisberg, Robert ;

Editorial:LIMUSA

### Opción A

EISBERG, R. y RESNICK, R.: *Física Cuántica*. Ed. LIMUSA

**Texto-base de esta opción.** El libro discute completamente todos los temas del programa. Tiene buenos ejemplos con resolución (que el alumno debería estudiar con detalle) y muchos problemas al final de cada capítulo.

ALONSO, M. y FINN, E.J.: *Física, vol III: Fundamentos Cuánticos y Estadísticos*. Fondo Educativo Interamericano.

Este texto **no es el texto-base, pero complementa al anterior**: no discute todos los temas del programa de manera completa, pero es de utilidad que el alumno consulte aquellos apartados que se indican en el apartado *Contenidos de la asignatura* en esta Guía. También contiene ejemplos con resolución, así como muchos problemas al final de cada capítulo.

-

### Opción B

WICHMANN, E. H.: *Física Cuántica* (Curso de Física de Berkeley, vol. IV). Ed. Reverté.

GARCÍA-GONZÁLEZ, P.; ALVARELLOS, J. E. y GARCÍA-SANZ, J.: *Introducción al formalismo de la Mecánica Cuántica* (Colección Cuadernos de la UNED, UNED).

Ambos son textos-base de la asignatura. El primero presenta una visión general de los fenómenos cuánticos y hace una introducción a la mecánica ondulatoria elemental. El segundo expone con detalle el formalismo matemático propio de la Mecánica Cuántica y su interpretación física.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):9788429140194

Título:MANUAL DE SOLUCIONES DE FÍSICA CUÁNTICA (1ª)

Autor/es:Wichmann, Eyvind H. ;

Editorial:REVERTÉ

ISBN(13):9788480410151

Título:PROBLEMAS DE ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS (1)

Autor/es:Kiseliov, A. ;

Editorial:RUBIÑOS 1860, S.A.

ISBN(13):9789684443839

Título:FÍSICA: FUNDAMENTOS CUÁNTICOS Y ESTADÍSTICOS (VOL. III) (1ª)

Autor/es:Alonso Roca, Marcelo ;

Editorial:PRENTICE-HALL

Evidentemente los libros de texto-base de cada opción constituyen una bibliografía complementaria para la opción alternativa.

Además de éstos, y con carácter general, son recomendables los siguientes:

FRENCH, A. P. y TAYLOR, E.: *Introducción a la Física Cuántica*. Ed. Reverté.

Excelente introducción tanto al formalismo como a los conceptos fundamentales, a partir de la fenomenología de los sistemas con un número finito de estados.

SÁNCHEZ DEL RÍO, C. (coordinador): *Física Cuántica* (2 vol.). Ed. Paraninfo, Madrid.

Es un libro colectivo con varias secciones que cubren todo el espectro de la Física Cuántica a un nivel introductorio. Cada sección se completa con una colección de problemas resueltos. Las secciones más interesantes para nuestro curso se encuentran en el volumen 1.

### **Libros de problemas**

El alumno debe seguir la buena costumbre de resolver los problemas de los libros recomendados (muchos de los problemas, aunque no estén resueltos, tienen la solución al final de cada libro).

Por otra parte, en el material complementario que se pondrá a disposición de los alumnos en el curso virtual, habrá abundantes ejercicios resueltos.

Además, algunos libros de problemas resueltos accesibles para el nivel de este curso son: *Manual de soluciones de Física Cuántica* Ed. Reverté.

Contiene las soluciones a los problemas propuestos en el libro de Berkeley (en caso de no encontrarlo, se puede pedir directamente a la editorial).

FERNÁNDEZ ÁLVAREZ-ESTRADA, R. y SÁNCHEZ GÓMEZ, J. L.: *100 problemas de Física Cuántica*. Alianza Editorial, 1996.

Es un libro completo de problemas en castellano. Su nivel es intermedio entre las asignaturas de tercero y de cuarto cursos.

GAUTREAU, R. y SAVIN, W.: *Teoría y problemas de Física Moderna*. Colección Schaum. Ed. McGraw-Hill.

Libro de problemas resueltos, recomendable para la primera parte del curso y, en general, para los problemas que no requieren el uso de la teoría formal de la Mecánica Cuántica.

Cada capítulo tiene una introducción teórica.

La edición en castellano de este libro está hecha en Méjico recientemente. Los datos de la edición más reciente en inglés son: R. GAUTREAU y W. SAVIN *Schaum's Outline of Theory and Problems of Modern Physics* Ed. McGraw-Hill, 1999.



PELEG, PNINI y ZAARUR: Schaum's Outline of Theory and Problems of Quantum Mechanics. Ed. McGraw-Hill, 1998.

Libro de problemas resueltos, con una breve introducción teórica en cada capítulo. Sólo los primeros capítulos son de nivel accesible en este curso.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### PRUEBAS DE EVALUACIÓN A DISTANCIA

No existen Pruebas de Evaluación a Distancia. No obstante, en el curso virtual se propondrán temas de discusión o trabajos a realizar por los alumnos. La realización de los mismos o la participación activa de los alumnos en los Foros de Debate será tenida en cuenta en la calificación final, siempre que la calificación de las Pruebas Presenciales sea digna.

### PRUEBAS PRESENCIALES

Las Pruebas Presenciales constarán de una parte teórica y una parte práctica. La parte teórica consistirá en responder de forma clara, concisa y razonada a una serie de cuestiones que apenas requerirán cálculos numéricos. La parte práctica consistirá en resolver problemas que serán de un nivel similar a los enunciados en el libro de texto-base y a los que figuren en la colección de problemas resueltos que se pondrá a disposición de los alumnos como material complementario.

*Se requerirá una calificación mínima de 4 (sobre 10) en cualquiera de las dos partes de que consta el examen.* Si se satisface este requisito, la nota del examen se obtendrá del promedio de las calificaciones de la parte teórica y la parte práctica, y deberá ser igual o superior a 5 para aprobar.

Las dos Pruebas Presenciales son independientes, por lo que la calificación de una no compensa la de la otra. Por supuesto, las dos Pruebas Presenciales deben aprobarse por la misma opción.

En las Pruebas Presenciales no se podrán utilizar ni libros, ni calculadora, ni ningún tipo de material auxiliar. Si para la resolución de algún problema se necesitara alguna fórmula o valor numérico que no sea evidente o fácil de recordar, dicho dato figurará en la hoja de enunciados.

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Miércoles de 16,00 a 20,00 horas, excepto las semanas de exámenes y la semana intermedia (cuando un miércoles sea festivo, el horario de consulta pasa al siguiente día lectivo.)

**Dr. D. José E. Alvarellos Bermejo**

Despacho 206 Tel.: 91 398 71 20

**Dra. D.<sup>a</sup> Emilia Crespo del Arco**

Despacho 211-A Tel.: 91 398 71 23

**Dr. D. Pablo García González**

Despacho 207 Tel.: 91 398 76 36

**Dr. D. Javier García Sanz**

Despacho 203 Tel.: 91 398 71 25

Los despachos se encuentran situados en el edificio de la Facultad de Ciencias, Senda del Rey, 9. 28040 Madrid

Téngase en cuenta, no obstante, que la vía habitual de comunicación de la asignatura es el Curso Virtual, que posee herramientas (cooreo electrónico interno, Foros de Debate) mediante las que los alumnos pueden plantear consultas en cualquier momento.

Para las comunicaciones por correo ordinario, la dirección postal es:

Nombre del profesor

Departamento de Física Fundamental, UNED

Apartado de Correos 60.141

28080 Madrid

## **OTRO MATERIAL DIDÁCTICO**

A través del correspondiente Curso Virtual se distribuirá material complementario para el estudio de los temas, con ejercicios resueltos y propuestas de ejercicios.

---

## **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.