

## Estructura y el nivel de este texto

No es necesario hacer hincapié en la importancia de la mecánica cuántica en la física moderna y la química. Los programas actuales de la universidad, naturalmente, refleja esta importancia. En las universidades francesas, por ejemplo, una introducción esencialmente cualitativa fundamental a las ideas de la mecánica cuántica se da en el segundo año. En el último año del programa de licenciatura de física, mecánica cuántica básica y sus aplicaciones más importantes son estudiadas en detalle.

Este libro es el resultado directo de varios años de la enseñanza de la mecánica cuántica en el último año de la licenciatura, por primera vez en dos cursos paralelos en la Faculté des Sciences de París y luego en la Universidades de París VI y VII de París. Sentimos que es importante para marcar una clara separación, en la estructura de este libro, entre los dos aspectos diferentes pero complementarios (conferencias y recitales) de los cursos impartidos durante este tiempo. Por esta razón, hemos dividido este texto en dos partes distintas (ver "Instrucciones de uso" al comienzo del libro). Por un lado, los capítulos se basan en las conferencias dictadas en los dos cursos, que en comparación, discutido y ampliado antes de escribir la versión final. Por otro lado, el "complemento" surgió a partir de las recitaciones, ejercicios y problemas de atención a los estudiantes, y los informes de que algunos de ellos preparados. Las ideas también llegaron de otros cursos dados en otras circunstancias o en otros niveles (sobre todo en los programas de posgrado). Como hemos señalado en las "Instrucciones de uso", los capítulos en su conjunto constituyen, más o menos, un curso que se prevé la enseñanza a los estudiantes universitarios de cuarto año o aquellos cuyo nivel es equivalente. Sin embargo, los complementos no están destinados a ser tratados en un solo año. El lector, profesor o estudiante, debe elegir entre ellos de acuerdo con sus intereses, gustos y objetivos.

A lo largo de la escritura de este libro, nuestra preocupación constante ha sido que nos dirigimos a los estudiantes en física, como las que hemos enseñado durante los últimos años. Excepto en unos pocos complementos, que no han sobrepasado los límites. Además, hemos tratado de tener en cuenta lo que hemos visto las dificultades de los estudiantes en la comprensión y asimilación de la mecánica cuántica, así como a sus preguntas. Esperamos, por supuesto, que este libro también será de utilidad para otros lectores como los estudiantes de posgrado, a partir de los investigadores y profesores de enseñanza secundaria. El lector no está obligado a estar familiarizado con la física cuántica: algunos de nuestros estudiantes. Sin embargo, creemos que el curso de la mecánica cuántica que proponemos (ver "General", más abajo) debe ser complementado con un ciclo más descriptiva y más orientado de forma experimental, en la física atómica, por ejemplo.

## Enfoque general

Creemos que la familiaridad con la mecánica cuántica mejor puede ser adquirida mediante su uso para resolver problemas específicos. Por lo tanto, introducir los postulados de la mecánica cuántica muy temprano (en el capítulo III), con el fin de ser capaces de aplicarlos en el resto del libro. Nuestra experiencia en la enseñanza ha demostrado que es preferible introducir todos los postulados juntos en el comienzo en lugar de presentar en varias etapas. Del mismo modo, hemos optado por utilizar los espacios del Estado y la notación de Dirac desde el principio. Esto evita la repetición inútil que resulta de la presentación del sujetador más general-cado formalismo sólo después de haber desarrollado la mecánica ondulatoria única en términos de funciones de onda. Además, un cambio tardío en la notación se corre el riesgo de confundir al alumno, y que planteaba dudas sobre los conceptos que él ha hecho más que adquirió y aún no asimilado por completo.

Después de un capítulo de introducción cualitativa de las ideas cuántica mecánica, que utiliza simples analogías óptica para familiarizar al lector con estos nuevos conceptos, se presentan, de manera sistemática, las herramientas matemáticas (capítulo H) y los postulados de la mecánica cuántica, así como una discusión de su contenido físico (capítulo III). Esto permite que el lector, desde el principio, para tener una visión global de las consecuencias físicas de los nuevos postulados. A partir de los complementos del capítulo III tomamos aplicaciones, empezando por los más simples (de dos niveles de sistemas, el oscilador armónico, etc) y cada vez es más complicado (el átomo de hidrógeno, métodos de aproximación, etc.) Nuestra intención es proporcionar ejemplos de la mecánica cuántica, tomando muchos ejemplos de diferentes campos como la física atómica, la física molecular y física del estado sólido. En estos ejemplos se concentran en el aspecto de la mecánica cuántica de los fenómenos, descuidando los detalles específicos que se tratan en textos más especializados. Siempre que sea posible, los resultados de la mecánica cuántica se comparan con los clásicos con el fin de ayudar al lector a desarrollar su intuición acerca de los efectos de la mecánica cuántica.

Este punto de vista esencialmente deductivo nos ha llevado a evitar el estrés en la introducción histórica de las ideas de la mecánica cuántica, es decir, la presentación y discusión de los hechos experimentales que nos obligan a rechazar las ideas clásicas. Así, hemos tenido o renunciado a la aproximación inductiva, que es sin embargo, necesaria si la física es que fielmente retratada como una ciencia en continua evolución, provocada por la constante confrontación con los hechos experimentales. Tal enfoque nos parece que se adapta mejor a un texto de física atómica o de un curso de introducción a la física cuántica en un nivel más elemental.

Del mismo modo, hemos evitado deliberadamente cualquier discusión de la filosofía implicaciones de la mecánica cuántica y de las interpretaciones alternativas que se han propuesto. Estas discusiones, si bien es muy interesante (ver sección 5 de la bibliografía), nos parece que pertenecen a otro nivel. Creemos que estas preguntas pueden ser fructíferamente consideradas sólo después de que uno ha dominado los "ortodoxos" teoría cuántica cuyos éxitos impresionantes en todos los campos de la física y la química obligados de su aceptación.

### **Agradecimientos**

La enseñanza de las experiencias de las cuales este texto creció fueron los esfuerzos del grupo, perseguido durante varios años. Queremos agradecer a todos los miembros de los diversos grupos y, en particular, Jacques Dupont-Roc y Haroche Serge, por su colaboración amistosa, por los fructíferos debates que hemos tenido en nuestras reuniones semanales y de las ideas de los problemas y ejercicios que se han sugerido. Sin su entusiasmo y su valiosa ayuda, nunca habría sido capaz de emprender y llevar a cabo la redacción de este libro.

Tampoco podemos olvidar lo que debemos a los físicos que nos introdujo a la investigación, Alfred Kastler Brossel y Jean para dos de nosotros y Maurice Levy para el tercero. Fue en el contexto de sus laboratorios que descubrió la belleza y el poder de la mecánica cuántica. Tampoco hemos olvidado la importancia para nosotros de la física moderna enseña en el CEA por Albert Mesías, Claude Bloch y Abragam Anatole, en un momento en los estudios de postgrado no se incorporaron aún en los programas de la universidad francesa.

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a la Sra. Aucher, Baudrit, Chico, Brodschi, Emo, Heyvaerts, Lemirre, Touzeau para la preparación del manuscrito.

## Prefacio

Este libro es esencialmente una traducción de la edición francesa que apareció a finales de 1973.

El texto ha sido objeto de un cierto número de modificaciones. La más importante es la adición de una bibliografía detallada, con sugerencias sobre su uso que aparecen al final de cada capítulo o complementos.

Este libro fue concebido originalmente para los estudiantes franceses de terminar sus estudios de pregrado o de comenzar su trabajo de investigación. Nos parece sin embargo que la estructura de este libro (la separación en capítulos y complementos - vea la sección "Instrucciones de uso") que lo hacen adecuado para otros grupos de lectores. Por ejemplo, para un estudiante de primaria por supuesto la Mecánica Cuántica, recomendamos el uso de los capítulos más importantes con sus simples complementos. Para un curso más avanzado, se podría añadir el resto de capítulos y un uso más difícil complementos. Finalmente, se espera que algunos de los más avanzados complementa ayudará a los estudiantes en la transición de un curso regular de la mecánica cuántica a temas actuales de investigación en diversos campos de la Física.

Queremos agradecer a Nicole y Dan Ostrowsky, así como Hemley Susan, para la atención y el entusiasmo que trajeron a esta traducción. Sus observaciones a menudo conducen a una mejora del texto original. Además, estamos agradecidos a la Sra. Mathieu Audoin y la señora por su ayuda en la organización de la bibliografía.

C. Cohen-Tannoudji  
B. Diu  
F. Laloë

## Ondas y partículas.

### Introducción a las ideas fundamentales de la mecánica cuántica

#### ESQUEMA DEL CAPITULO I

##### A. ondas electromagnéticas y fotones

1. Cuantos de luz y las relaciones de Planck-Einstein
2. Dualidad onda-partícula:
  - a. El análisis de Young de la doble rendija experimento
  - b. Cuántica unificación de los dos aspectos de la luz
3. El principio de la descomposición espectral

##### B. partículas de materia y las ondas de materia

1. La relación de De Broglie
2. Funciones de onda, la ecuación de Schrodinger

##### C. Descripción cuántica de una partícula; paquetes de onda

1. Libre de partículas
2. Forma del paquete de ondas en un momento dado
3. Heisenberg relación de la incertidumbre
4. Tiempo de evolución de un paquete de ondas libres

**D. partícula en un potencial escalar independiente del tiempo**

1. Separación de variables. Estados estacionarios
    - a. Existencia de estados estacionarios
    - b. La superposición de estados estacionarios
  2. Unidimensional "cuadrado" potenciales. Estudio cualitativo
    - a. Significado físico de unos potenciales cuadrados
    - b. analogía óptica
    - c. ejemplos
- 

Traducción al español protegida por derechos de autor para Physical&Rolando

Para adquirir el texto completo contactarse a [einstencito2010@gmail.com](mailto:einstencito2010@gmail.com) o a los números 978129246-968025668-992425668

---

Limitar los conocimientos  
Científicos  
A un reducido número de personas  
debilita el espíritu filosófico de un  
Pueblo y conduce a su debilidad  
Espiritual.

**A. EINSTEIN**

**Luis de La Peña**

**Albert Einstein: navegante solitario**

**Fondo de Cultura Económico**

**PERU 2011**