

Contenido

Introducción	13
1. ¿Qué es la física moderna? 13. 2. Reseña histórica, 13.	
1. La teoría de la relatividad	17
1. La transformación galileana y la mecánica clásica, 17. 2. La transformación galileana y la teoría electromagnética, 20. 3. El experimento de Michelson y Morley, 22. 4. Los postulados de Einstein, 28. 5. Simultaneidad, 29. 6. Efectos cinemáticos de la relatividad, 31. 7. La transformación de Lorentz, 36. 8. Transformación de la velocidad, 39. 9. La mecánica relativista, 41. 10. Transformación del impulso y de la energía, 47. 11. Verificación experimental de la teoría, 48. Bibliografía, 49. Ejercicios, 50.	
2. La radiación térmica y el origen de la mecánica cuántica	51
1. Introducción, 51. 2. La emisión de la radiación electromagnética por cargas aceleradas, 51. 3. Emisión y absorción de la radiación por superficies, 56. 4. La radiación del cuerpo negro, 56. 5. La ley de Wien, 59. 6. La teoría de Rayleigh y Jeans, 60. 7. La distribución de probabilidad de Boltzmann, 65. 8. Comparación con el experimento, 70. 9. La teoría de Planck, 70. 10. Algunos comentarios sobre el postulado de Planck, 74. Bibliografía, 76. Ejercicios, 76.	
3. Electrones y cuantos	79
1. Los rayos catódicos, 79. 2. La relación e/m para los electrones, 80. 3. La carga y la masa del electrón, 82. 4. El experimento de Bucherer, 83. 5. El efecto fotoeléctrico, 84. 6. La	

10 contenido

teoría clásica del efecto fotoeléctrico, 86. 7. La teoría cuántica del efecto fotoeléctrico, 87. El efecto Compton, 89. 9. La naturaleza dual de la radiación electromagnética, 92. Bibliografía, 93. Ejercicios, 93.

4. El descubrimiento del núcleo atómico

95

1. El modelo atómico de Thomson, 95. 2. Partículas alfa, 96. 3. La dispersión de partículas alfa, 98. 4. Predicciones basadas en el modelo de Thomson, 99. 5. Comparación con el experimento, 105. 6. El modelo atómico de Rutherford, 106. 7. Predicciones basadas en el modelo de Rutherford, 107. 8. Comprobación experimental y determinación de Z, 112. 9. El tamaño del núcleo, 113. 10. Un problema, 114. Bibliografía, 115. Ejercicios, 11.5.

5. La teoría de Bohr de la estructura atómica

117

1. El espectro atómico, 117. 2. Los postulados de Bohr, 120. 3. La teoría de Bohr del átomo con un electrón, 121. 4. Corrección por masa nuclear finita, 127. 5. Estados de energía atómica, 130. 6. Las reglas de cuantización de Wilson y Sommerfeld, 134. 7. La teoría relativista de Sommerfeld, 137. 8. El principio de correspondencia, 140. 9. Una crítica a la antigua teoría cuántica, 141. Bibliografía, 142. Ejercicios, 142.

6. Partículas y ondas

145

1. El postulado de De Broglie, 145. 2. Algunas propiedades de las ondas piloto, 147. 3. Confirmación experimental del postulado de De Broglie, 151. 4. Interpretación de la regla de cuantización de Bohr, 156. 5. El principio de incertidumbre, 158. 6. Algunas consecuencias del principio de incertidumbre: 164. Bibliografía, 167. Ejercicios, 167.

7. Teoría de Schrödinger de la mecánica cuántica

169

1. Introducción, 169. 2. La ecuación de Schrödinger, 169. 3. Interpretación de la función de onda, 175. 4. La ecuación de Schrödinger, independiente del tiempo, 180. 5. Cuantización de la energía en la teoría de Schrödinger, 182. 6. Propiedades matemáticas de las funciones de onda y de las funciones propias, 188. 7. La teoría clásica de las ondas transversales en una cuerda tensa, 195. 8. Valores esperados y operadores diferenciales, 204. 9. El límite clásico de la mecánica cuántica, 210. Bibliografía, 213. Ejercicios, 213.

- 8. Las soluciones a la ecuación de Schrödinger** 215
1. La partícula libre, 215. 2. El potencial de escalón, 223. 3. Potenciales de barrera, 233. 4. Potenciales de pozo cuadrado, 240. 5. El potencial cuadrado infinito, 252. 6. El oscilador armónico simple, 256. Bibliografía, 266. Ejercicios, 266.
- 9. Teoría de la perturbación** 269
1. Introducción, 269. 2. Las perturbaciones independientes del tiempo, 269. 3. Un ejemplo, 274. 4. El tratamiento de las degeneraciones, 278. 5. Teoría de la perturbación dependiente del tiempo, 284. Bibliografía, 291. Ejercicios, 291.
- 10. Átomos con un electrón** 293
1. La mecánica cuántica, en varias dimensiones y para muchas partículas, 293. 2. El átomo con un electrón, 295. 3. Separación y solución de la ecuación del movimiento relativo, 298. 4. Números cuánticos, valores propios y degeneración, 302. 5. Funciones propias y densidades de probabilidad, 304. 6. Los operadores de impulso angular, 312. 7. Ecuaciones de valores propios, 316. 8. Impulso angular de las funciones propias del átomo con un electrón, 321. Bibliografía, 322. Ejercicios, 323.
- 11. Momentos magnéticos, spin y efectos relativistas** 325
1. Momentos magnéticos orbitales, 325. 2. Efectos de un campo magnético externo, 327. 3. El experimento de Stern y Gerlach y el spin del electrón, 331. 4. La interacción spin-órbita, 335. 5. El impulso angular total, 343. 6. Correcciones relativistas para átomos con un electrón, 349. Bibliografía, 354. Ejercicios, 354.
- 12. Partículas idénticas** 355
1. Descripción cuántica de las partículas idénticas, 355. 2. Funciones propias simétricas y antisimétricas, 358. 3. El principio de exclusión, 360. 4. Otras propiedades de las funciones propias antisimétricas, 363. 5. El átomo de helio, 368. 6. El gas de Fermi, 375. Bibliografía, 383. Ejercicios, 383.
- 13. Átomos con varios electrones** 385
1. Introducción, 385. 2. La teoría de Thomas-Fermi, 386. 3.

12 contenido

La teoría de Hartree, 389. 4. La tabla periódica, 400. 5. Estados excitados de los átomos, 407. 6. Los átomos alcalinos, 409. 7. **Átomos** con varios electrones ópticamente activos, 416. 8. El acoplamiento LS, 418. 9. El acoplamiento JJ, 430. 10. El efecto Zeeman, 432. 11. La estructura hiperfina, 437. 12. Rapidez de transición y reglas de selección, 441. 13. Vida media y anchura de la línea, 455. Bibliografía, 460. Ejercicios, **460.**

14. Los rayos X

463

1. El descubrimiento de los rayos X, 463. 2. Medida del espectro de rayos X, 464. 3. Espectros de línea de rayos X, 471. 4. Rayos X del espectro continuo, 476. 5. La dispersión de rayos X, 480. 6. El efecto fotoeléctrico y la producción de pares, 492. 7. Las secciones totales y el coeficiente de atenuación, 496. 8. Los positrones y otras antipartículas, 499. Bibliografía, 503. Ejercicios, 503.

15] Teoría de las colisiones

505

1. Introducción, 505. 2. Transformaciones de laboratorio y centro de masa, 506. 3. La aproximación de Born, 511. 4. Algunas aplicaciones de la aproximación de Born, 518. 5. Análisis en ondas parciales, 522. 6. Algunas aplicaciones del análisis de ondas parciales, 533. 7. Absorción. 342, Bibliografía, 545. Ejercicios, 545.

16. Los núcleos

549

1. Introducción, 547. 2. Composición de los núcleos, 549. 3. Los tamaños nucleares y el modelo óptico, 552. 4. Masas nucleares y abundancias, 566. 5. El modelo de la gota de líquido y la fórmula semiempírica de la masa, 576. 6. Números mágicos, 578. 7. El modelo de gas de Fermi, 580. 8. El modelo de capas, 585. 9. El modelo colectivo, 590. 10. Desintegración alfa y fisión, 594. 11. Desintegración beta, 605. 12. Conversión, interna y desintegración gamma, 625. 13. Propiedades de los estados excitados, 638. 14. Reacciones nucleares, 647. 15. Fuerzas nucleares, 658. 16. Mesones, 677. Bibliografía, 686. Ejercicios, 686.

Índice

689