

# INDICE GENERAL

PRÓLOGO DEL AUTOR A LA 4.<sup>a</sup> EDICIÓN NORTEAMERICANA ... . . . . Pág. IX

## PARTE I: Fundamentos de física atómica y nuclear

**CAP. 1.—ELEMENTOS DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO** ... . . . . 3

1-1. Introducción, *pág.* 3.—1-2. Fuerzas entre cargas eléctricas: ley de Coulomb, 4.—1-3. Intensidad del campo eléctrico, 5.—1-4. Diferencia de potencial. Potencial, 7.—1-5. Trabajo realizado al cargar un cuerpo, 9. 1-6. Ley de Coulomb para la fuerza entre polos magnéticos, 11.—1-7. Intensidad del campo magnético, 11.—1-8. Momento magnético de un imán, 13.—1-9. Energía en campos eléctricos y magnéticos, 14.—1-10. La corriente eléctrica, 15.—1-11. Efecto magnético de una corriente eléctrica, 16.—1-12. Fuerza que actúa sobre un conductor en un campo magnético, 19.—1-13. Momento magnético de un circuito plano, 22.—1-14. Inducción electromagnética, 23.—1-15. El sistema mks de unidades, 25.—Problemas, 28.—Bibliografía, 31.

**CAP. 2.—LA TEORÍA RESTRINGIDA DE LA RELATIVIDAD** ... . . . . 32

2-1. Introducción, *pág.* 32.—2-2. Experimento de Michelson-Morley, 33. 2-3. Relatividad newtoniana; sistemas inerciales, 35.—2-4. Postulados fundamentales de la teoría restringida de la relatividad de Einstein, 38. 2-5. Las transformaciones de Einstein-Lorentz, 38.—2-6. Relatividad de la longitud, 40.—2-7. Relatividad del tiempo, 42.—2-8. Velocidad relativa, 44.—2-9. Variación de la masa con la velocidad, 45.—2-10. Energía cinética de una partícula relativista, 48.—2-11. Masa y energía, 49.—2-12. Energía y cantidad de movimiento de una partícula relativista, 50. 2-13. Relatividad y gravitación, 51.—Problemas, 52.—Bibliografía, 53.

**CAP. 3.—PARTÍCULAS ATÓMICAS CARGADAS** ... . . . . 54

3-1. Introducción: pesos atómicos, *pág.* 54.—3-2. Electrólisis, 56.—3-3. Movimiento browniano, 58.—3-4. Distribución vertical de las partículas, 58.—3-5. Desplazamiento de partículas en el movimiento browniano, 61.—3-6. Determinación de la carga de un electrón, 64.—3-7. Descarga eléctrica a través de gases, 68.—3-8. Determinación de  $e/m$  para los rayos catódicos, 70.—3-9. Radio del electrón, 73.—3-10. Variación de la masa con la velocidad, 73.—3-11. Isótopos, 78.—3-12. Análisis de los rayos positivos, 79.—3-13. Espectrógrafo y espectrómetro de masas de Dempster, 82.—3-14. Masas isotópicas y constitución del núcleo, 85. 3-15. Masa de un núcleo, 87.—3-16. Unidades de energía, 88.—3-17. Energías de empaquetamiento de los núcleos, 89.—Problemas, 92.—Bibliografía, 95.

**CAP. 4.—EL ÁTOMO NUCLEAR** ... . . . . 96

4-1. Descubrimiento de la radiactividad natural, *pág.* 96.—4-2. Radiación emitida por las sustancias radiactivas, 97.—4-3. Determinación de la razón  $E/M$  en las partículas alfa, 98.—4-4. Naturaleza de las partículas alfa, 101.—4-5. Velocidades de las partículas alfa, 103.—4-6. Teoría nuclear del átomo de Rutherford, 105.—4-7. Dispersión simple de partículas alfa por una lámina delgada, 105.—4-8. Comprobación experimental de la teoría nuclear del átomo de Rutherford, 109.—4-9. Determinación directa de la carga del núcleo, 112.—4-10. Tamaños nucleares: radios, 113. 4-11. Sección eficaz de un núcleo, 114.—4-12. Sección eficaz diferencial de dispersión, 115.—Problemas, 117.—Bibliografía, 118.

- CAP. 5.—LA RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA** ... .. 119
- 5-1. Primeras teorías sobre la naturaleza de la luz, *pág.* 119.—5-2. La teoría electromagnética de la luz de Maxwell, 119.—5-3. Polarización de la luz, 123.—5-4. Polarizaciones circular y elíptica, 125.—5-5. El efecto Zeeman, 128.—5-6. El efecto fotoeléctrico, 134.—5-7. Velocidad de los fotoelectrones, 135.—5-8. Ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico, 137.—5-9. Fototubos, 140.—5-10. Contadores de centelleo, 142.—5-11. Radiación de Cerenkov, 144.—5-12. Presión y cantidad de movimiento de la radiación, 146.—5-13. Momento cinético de la radiación, 148.—Problemas, 150.—Bibliografía, 152.
- CAP. 6.—RAYOS X** ... .. 153
- 6-1. Descubrimiento de los rayos X, *pág.* 153.—6-2. Producción de rayos X, 153.—6-3. Medida de la intensidad de los rayos X, 156.—6-4. Difracción de rayos X, 157.—6-5. Espectrómetro de monocristal para rayos X, 162.—6-6. Espaciado reticular de los cristales de sal gema, 164.—6-7. Espectros típicos de rayos X, 165.—6-8. Espectro continuo de rayos X, 168.—6-9. Longitudes de onda de los rayos gamma, 169.—6-10. Difracción de rayos X en un polvo cristalino, 171.—6-11. Refracción de rayos X, 173.—6-12. Medida de las longitudes de onda de los rayos X mediante redes de difracción, 179.—6-13. Absorción de rayos X, 181.—6-14. Coeficiente atómico de absorción, 183.—6-15. Dispersión de rayos X, 183.—6-16. Determinación del número de electrones por átomo, 186.—6-17. Polarización de rayos X, 189.—6-18. Intensidad de los rayos X dispersados, 189.—6-19. El efecto Compton, 190.—6-20. Los electrones de rechazo en el efecto Compton, 194.—Problemas, 197.—Bibliografía, 199.
- CAP. 7.—ONDAS Y PARTÍCULAS** ... .. 200
- 7-1. Refracción de partículas y de ondas de acuerdo con la mecánica newtoniana, *pág.* 200.—7-2. Hipótesis de De Broglie, 203.—7-3. Difracción de electrones. Experimentos de Davisson y Germer, 204.—7-4. Difracción de electrones. Experimentos de G. P. Thomson, 211.—7-5. Ondas asociadas con átomos y moléculas, 213.—7-6. Difracción de neutrones, 215.—7-7. Velocidad de las ondas de De Broglie, 220.—7-8. Velocidades de onda y de grupo, 222.—7-9. Velocidad de grupo y velocidad de la partícula, 224.—7-10. El «principio de incertidumbre» de Heisenberg, 225.—7-11. Concepto de probabilidad, 228.—7-12. La ecuación de Schrödinger para una sola partícula, 230.—7-13. Óptica electrónica, 233.—Problemas, 236.—Bibliografía, 238.
- PARTE II: La estructura extranuclear del átomo**
- CAP. 8.—EL ÁTOMO DE HIDRÓGENO** ... .. 241
- 8-1. Espectro del hidrógeno, *pág.* 241.—8-2. Teoría de Bohr del átomo de hidrógeno, 243.—8-3. Movimiento del núcleo de hidrógeno, 248.—8-4. Órbitas elípticas del átomo de hidrógeno, 254.—8-5. Diagrama de niveles energéticos para el hidrógeno, 262.—8-6. La hipótesis de De Broglie y la cuantización de las órbitas, 265.—8-7. Aplicación de la mecánica ondulatoria al problema del hidrógeno, 266.—8-8. El principio de correspondencia, 270.—Problemas, 270.—Bibliografía, 271.
- CAP. 9.—ESPECTROS ÓPTICOS Y DISTRIBUCIÓN DE ELECTRONES** ... .. 272
- 9-1. Introducción, *pág.* 272.—9-2. Series espectrales ópticas, 273.—9-3. Modelo vectorial del átomo: momento cinético orbital, 275.—9-4. *Spin* del electrón, 277.—9-5. Vector momento cinético total, 278.—9-6. Momento magnético de un electrón orbital, 279.—9-7. Momento magnético debido al *spin*, 282.—9-8. Números cuánticos magnéticos, 282.—9-9. Principio de exclusión de Pauli, 284.—9-10. Distribución de los electrones en un átomo, 286.—9-11. Notación espectral, 292.—9-12. Espectro del sodio, 293.—9-13. Absorción de energía, 297.—9-14. Efecto Zeeman normal y modelo vectorial, 300.—9-15. El factor *g* de Landé, 303.—9-16. Efecto Zeeman anómalo, 306.—9-17. El experimento de Stern-Gerlach y el *spin* del electrón, 307.—9-18. Propiedades magnéticas de los átomos, 309.—9-19. Espectros de átomos con dos electrones, 310.—9-20. *Spin* nuclear y partículas nucleares, 314.—9-21. Momentos magnéticos nucleares. Método de los haces moleculares, 316.—9-22. Inducción nuclear y absorción por resonancia, 321.—Problemas, 324.—Bibliografía, 326.

- CAP. 10.—ESPECTROS DE RAYOS X** ... .. 327
- 10-1. Características de los espectros de rayos X, *pág.* 327.—10-2. Diagrama de niveles energéticos de los rayos X, 330.—10-3. Espectros de absorción de rayos X, 332.—10-4. Voltajes críticos de rayos X, 336. 10-5. Análisis del espectro magnético, 337.—10-6. Términos de rayos X y reglas de selección, 338.—10-7. Transiciones sin radiación. Efecto Auger, 340.—10-8. Producción de los espectros característicos de rayos X, 341.—Problemas, 343.—Bibliografía, 344.
- PARTE III: Física nuclear**
- CAP. 11.—RADIOACTIVIDAD NATURAL** ... .. 347
- 11-1. Resumen de algunas propiedades de los núcleos, *pág.* 347.—11-2. Transformaciones radiactivas naturales, 347.—11-3. El curio, 350. 11-4. Familias radiactivas, 350.—11-5. Familia del neptunio, 355.—11-6. Bifurcación, 356.—11-7. Isómeros nucleares, 356.—11-8. Isótopos radiactivos de los elementos más ligeros, 358.—11-9. Energía de desintegración para la emisión de una partícula alfa, 358.—11-10. Alcance de las partículas alfa, 359.—11-11. Desintegración por emisión de partículas alfa, 364. 11-12. Espectro de rayos beta, 366.—11-13. La transmutación beta, 370. 11-14. Espectros de rayos gamma, 372.—11-15. Los rayos gamma procedentes de los emisores de partículas beta, 373.—11-16. Rayos gamma que acompañan a la emisión de partículas alfa, 376.—Problemas, 378. Bibliografía, 380.
- CAP. 12.—DESINTEGRACIÓN DE NÚCLEOS** ... .. 381
- 12-1. Desintegración de núcleos por partículas de baja energía, *pág.* 381. 12-2. Descubrimiento de la desintegración artificial, 382.—12-3. La reacción  $\alpha$ -p, 386.—12-4. Descubrimiento del neutrón, 388.—12-5. La reacción  $\alpha$ -n, 392.—12-6. Descubrimiento del positrón, 394.—12-7. Descubrimiento de la radiactividad artificial o inducida, 395.—12-8. Transmutación beta inducida, 396.—12-9. Simple captura de una partícula alfa. Captura radiativa, 398.—12-10. Desintegración por bombardeo con protones, 400.—12-11. Desintegración por bombardeo con deuterones, 402. 12-12. Fotodesintegración de núcleos, 407.—12-13. Desintegración por bombardeo con neutrones, 410.—12-14. Desintegración radiactiva del neutrón, 416.—12-15. Captura de electrones por los núcleos, 418.—Problemas, 423.—Bibliografía, 426.
- CAP. 13.—FISIÓN Y FUSIÓN NUCLEARES** ... .. 427
- 13-1. Descubrimiento de la fisión nuclear, *pág.* 427.—13-2. La escisión del uranio, 428.—13-3. Energías de los fragmentos de la escisión, 432. 13-4. Algunos productos de la escisión nuclear, 434.—13-5. Neutrones procedentes de la escisión térmica del U235, 437.—13-6. Energía de los neutrones procedentes de la escisión térmica del U235, 438.—13-7. Emisión de neutrones retardados por los fragmentos de la escisión, 441. 13-8. Elementos transuránidos. Neptunio y plutonio, 443.—13-9. Fotoescisión de núcleos, 445.—13-10. La escisión ternaria, 446.—13-11. La escisión espontánea, 447.—13-12. Escisión de núcleos pesados, 448. 13-13. Escisión de núcleos más ligeros, 449.—13-14. La escisión en cadena, 451.—13-15. Proceso en el interior de un reactor, 453.—13-16. Tipos de reactores nucleares, 455.—13-17. Elementos transuránidos, 458. 13-18. Energía estelar de origen nuclear, 462.—13-19. Evolución estelar, 464.—13-20. Fusión de núcleos ligeros, 465.—Problemas, 467.—Bibliografía, 469.
- CAP. 14.—PROCESOS NUCLEARES** ... .. 470
- 14-1. La estabilidad de los núcleos, *pág.* 470.—14-2. Modelos nucleares, 472.—14-3. Propiedades del núcleo compuesto, 473.—14-4. Formación de un núcleo compuesto, 474.—14-5. Transmutación beta, 477.—14-6. Periodos comparativos de la transmutación beta, 480.—14-7. Pruebas de la existencia del neutrino, 483.—14-8. Masa en reposo del neutrino, 488. 14-9. Isómeros nucleares, 488.—14-10. Absorción de rayos gamma por resonancia, 492.—14-11. El efecto Mossbauer, 495.—14-12. Aplicación del efecto Mossbauer a la relatividad generalizada, 500.—14-13. Estructura nuclear en capas, 504.—14-14. Reacciones nucleares de alta energía, 507.—14-15. Distribución de la carga en el núcleo, 511.—Problemas, 513.—Bibliografía, 515.

CAP. 15.—PARTÍCULAS FUNDAMENTALES .....	516
15-1. Partículas subatómicas, <i>pág.</i> 516.—15-2. Rayos cósmicos, 517.—	
15-3. Las partículas cósmicas primarias, 519.—15-4. Producción de pa-	
res de partículas cargadas, 523.—15-5. Aniquilación de partículas car-	
gadas, 525.—15-6. Longitud de onda de la radiación de aniquilación, 527.	
15-7. Formación del «sistema positrón-electrón», 528.—15-8. Descubri-	
miento del mesón mu, 529.—15-9. Propiedades de los mesones mu, 531.	
15-10. Descubrimiento del mesón pi, 533.—15-11. Degeneración del me-	
són pi en una cámara de niebla, 536.—15-12. Orígenes de los mesones	
pi, 539.—15-13. Producción de mesones pi neutros, 540.—15-14. Masa	
del mesón pi cargado, 541.—15-15. Vidas de los mesones pi, 544.	
15-16. Interacciones nucleares de los mesones $\pi$ , 546.—15-17. Átomos	
mésicos, 548.—15-18. Mesones K; mesones tau y theta, 550.—15-19. Hi-	
perones, 554.—15-20. Antiprotones y antineutrones, 557.—15-21. Nueva	
clasificación de las partículas, 563.—15-22. Concepto de paridad, 565.	
15-23. No conservación de la paridad en la desintegración beta, 566.	
15-24. No conservación de la paridad en las desintegraciones de meso-	
nes, 569.—15-25. Polarización longitudinal de las partículas beta, 572.	
15-26. <i>Spins</i> de los neutrinos, 574.—Problemas, 577.—Bibliografía, 579.	
CAP. 16.—ACELERADORES DE PARTÍCULAS .....	580
16-1. Introducción, <i>pág.</i> 580.—16-2. Generador electrostático de Van de	
Graaff, 581.—16-3. El ciclotrón, 582.—16-4. El ciclotrón de frecuencia	
modulada, 585.—16-5. El betatrón, 589.—16-6. El betatrón sincrotrón, 593.	
16-7. Sincrotrón de protones, 597.—16-8. Aceleradores lineales, 599.—	
Problemas, 603.—Bibliografía, 605.	
APÉNDICES .....	609
1. Valores de algunas constantes físicas, <i>pág.</i> 609.—2. Pesos atómicos	
de los elementos, 610.—3. Sistema periódico de los elementos, 611.	
4. Tabla de masas isotópicas, 612.—5. Tabla de isótopos naturales, 615.	
6. Ecuación del desplazamiento en el movimiento browniano, 618.—	
7. Trayectoria de una partícula alfa en un campo de fuerzas coulombiano,	
621.—8. Deducción de las ecuaciones del efecto Compton, 626.	
9. Cálculo de $\oint p, dr = n, h$ , 630.	
INDICE ALFABÉTICO DE AUTORES .....	637
INDICE ALFABÉTICO DE MATERIAS .....	641