

Contenido

Capítulo 1	Partículas y ondas	17
1.1	Dualidad onda-partícula,	17
1.2	Paquetes de onda y el principio de incertidumbre,	20
1.3	Ecuación de Schrödinger,	23
1.4	Reflexión en una barrera de energía potencial,	25
Capítulo 2	Partículas ligadas	31
2.1	Partícula en un pozo de energía potencial unidimensional,	31
2.2	El átomo de hidrógeno,	34
2.3	Geometría del átomo de hidrógeno,	37
2.4	Principio de exclusión de Pauli,	39
2.5	Partícula en un pozo tridimensional de energía potencial,	40
2.6	Bandas de energía,	43
Capítulo 3	Estadística	49
3.1	Cómo diferentes suposiciones conducen a distintos tipos de estadística,	49
3.2	Información contenida en las curvas de distribución promedio,	55
3.3	Derivación de la forma de P_{FD} ,	57
3.4	Energía de Fermi E_F ,	62
3.5	Relación entre β y la temperatura,	64
3.6	Cálculo de la energía de Fermi para fermiones en un pozo tridimensional,	67
Capítulo 4	Emisión electrónica	73
4.1	Fotoemisión,	73
4.2	Emisión termoiónica,	74

- 4.3 Emisión secundaria, 80
- 4.4 Influencia de los campos eléctricos en la emisión de electrones, 83

Capítulo 5 Dinámica de partículas cargadas 91

- 5.1 Campos eléctricos uniformes, 91
- 5.2 Deflexión electrostática en un tubo de rayos catódicos, 94
- 5.3 Campos magnéticos uniformes, 96
- 5.4 Deflexión magnética en un tubo de rayos catódicos, 99
- 5.5 Movimiento general de una partícula cargada en campos uniformes, 100
- 5.6 Campos eléctricos y magnéticos perpendiculares, 103
- 5.7 Trayectorias cicloidales en un magnetrón, 107
- 5.8 Potencial de corte en el magnetrón, 110
- 5.9 Óptica electrónica, 113

Capítulo 6 Dispositivos al vacío clásicos 121

- 6.1 Relaciones de corriente y potencial en un diodo, 121
- 6.2 Dispositivos con múltiples electrodos, 126
- 6.3 Campo electrostático en un triodo, 127
- 6.4 Triodos con carga espacial, 130
- 6.5 Amplificación con triodos, 134
- 6.6 Tetrodos, 139
- 6.7 Pentodos, 141
- 6.8 Tubos de haz de potencia, 143
- 6.9 Fototubos y tubos fotomultiplicadores, 144
- 6.10 Orticones de imagen, 146
- 6.11 Tubo electrómetro, 147

Capítulo 7 Corrientes inducidas, Potencia en c-a y circuitos equivalentes 153

- 7.1 Corrientes inducidas por el movimiento de electrones, 153
- 7.2 Corriente y potencia en impedancias externas, 158
- 7.3 Extracción de potencia de un haz modulado, 159
- 7.4 Circuitos equivalentes, 161
- 7.5 Análisis de un amplificador sencillo con triodo mediante el circuito equivalente, 164
- 7.6 Respuesta en frecuencia de una etapa de amplificación con triodo, 165
- 7.7 Efectos en altas frecuencias, 169

Capítulo 8	Conjuntos de partículas	173
8.1.	Ecuación de continuidad, 173	
8.2	Casos especiales de la ecuación de continuidad, 175	
8.3	Densidad de la probabilidad de corriente, 176	
8.4	Densidad de corriente, 177	
8.5	Movilidad y conductividad, 178	
8.6	Teoría clásica simplificada de la movilidad, 179	
8.7	Difusión, 181	
8.8	Relaciones de Boltzmann y Einstein, 182	
Capítulo 9	Procesos gaseosos	189
9.1	Ionización, 189	
9.2	Recombinación, 190	
9.3	Teoría de Bohr del poder de frenado, 192	
9.4	Sección transversal y trayectoria libre media, 195	
9.5	Descarga de Townsend, 200	
9.6	Descargas luminiscentes ó de resplandor, 203	
9.7	Descarga de arco, 206	
9.8	Cubiertas, 207	
Capítulo 10	Dispositivos gaseosos	211
10.1	Cámaras de ionización, 211	
10.2	Contadores proporcionales, 212	
10.3	Tubos Geiger-Müller, 214	
10.4	Tubos reguladores de potencial, 216	
10.5	Tubos rectificadores de atmósfera gaseosa, 217	
10.6	Tiratrones, 217	
Capítulo 11	Estado líquido y plasmas	222
11.1	Modelos de estado líquido, 222	
11.2	Superfluidez, 224	
11.3	Conducción en líquidos, 227	
11.4	Plasmas, 228	
11.5	Algunos efectos en plasmas, 231	
Capítulo 12	Teoría de bandas para los sólidos	237
12.1	Modelo unidimensional de un cristal, 237	
12.2	Valores propios de energía en un cristal unidimensional, 238	

- 12.3 Ejemplo: funciones de onda y valores propios para la energía potencial de Kronig-Penney, 241
- 12.4 Diagrama $E-K$ y soluciones de ondas viajeras, 243
- 12.5 Paquete de ondas y velocidades de los electrones, 246
- 12.6 Efecto de un campo eléctrico aplicado y masa efectiva, 246
- 12.7 Huecos, 248
- 12.8 Estructura de bandas para cristales reales; zonas de Brillouin, 249
- 12.9 Conductividad y movilidad en cristales, 252
- 12.10 Efecto Hall, 254

Capítulo 13 Semiconductores

259

- 13.1 Conductores, aisladores y semiconductores, 259
- 13.2 Semiconductores intrínsecos, 260
- 13.3 Semiconductores con impurezas, 262
- 13.4 Concentraciones de electrones y huecos en semiconductores en equilibrio térmico, 263
- 13.5 Nivel de Fermi en semiconductores, 269
- 13.6 Dependencia de la conductividad con respecto a la temperatura en un semiconductor impuro, 272
- 13.7 Discontinuidad abrupta en la concentración de impurezas - la unión $p-n$ abrupta en equilibrio, 274

Capítulo 14 Dispositivos de estado sólido de dos terminales

285

- 14.1 Diodos de unión para potencial aplicado, 285
- 14.2 Distribuciones de huecos y electrones en un diodo polarizado, 288
- 14.3 Comportamiento de un diodo de unión en función del tiempo, 294
- 14.4 Capacitancia de la región desértica, 300
- 14.5 Diodo Zener, 302
- 14.6 Diodo túnel, 304
- 14.7 Otros dispositivos semiconductores, 307

Capítulo 15 Dispositivos de estado sólido de terminales múltiples

313

- 15.1 Transistor de unión, 313
- 15.2 Concentraciones de portadores y corrientes en el transistor de uniones, 318

- 15.3 Amplificadores con transistores y circuitos equivalentes, 323
- 15.4 Comportamiento a transitorios de un transistor de unión, 329
- 15.5 Transistor de efecto de campo, 333
- 15.6 Tecnología planar para transistores, 340
- 15.7 Rectificador controlado de silicio, 340

Capítulo 16 Física de los haces electrónicos 349

- 16.1 Confinamiento de haces mediante campos magnéticos, 349
- 16.2 Modulación de velocidad, 354
- 16.3 Cavidades resonantes, 355
- 16.4 Amplificador Klystron sin carga espacial, 357
- 16.5 Klystron de reflexión, 361
- 16.6 Efectos de carga espacial, 362
- 16.7 Oscilaciones en plasmas, 364
- 16.8 Ondas de carga espacial, 369
- 16.9 Conversión de frecuencia de las ondas de carga espacial, de las coordenadas del haz a las de laboratorio, 373
- 16.10 Variaciones de velocidad, densidad de carga espacial y densidad de corriente en un Klystron, 374
- 16.11 Ondas de ciclotrón en un haz electrónico confinado magnéticamente, 379

Capítulo 17 Amplificadores modernos 385

- 17.1 Tipos de amplificación y conversión de energía, 385
- 17.2 Tubo de ondas viajeras, 386
- 17.3 Clasificación de los tubos al vacío, 390
- 17.4 Magnetrón de ondas viajeras, 392
- 17.5 Flujo de potencia en ondas de carga espacial, 393
- 17.6 Acoplamiento de nodos de onda, 397
- 17.7 Amplificadores de ondas crecientes, 399
- 17.8 Ruido, 402
- 17.9 Amplificadores paramétricos, 404
- 17.10 Másers, 411
- 17.11 Másers ópticos (láseres), 415

Apéndice A Símbolos usados en el texto 423

Apéndice B Algunas constantes físicas selectas 427

Apéndice C	Algunas relaciones vectoriales	429
Apéndice D	Algunas relaciones fundamentales del electromagnetismo	435
Apéndice E	Cuantización de los elementos de la matriz de translación, T	441
	Respuestas a problemas seleccionados	443
	Índice	447