

Volumen 2

ELECTROMAGNETISMO

21	CARGA ELÉCTRICA Y CAMPO ELÉCTRICO	792
21.1	Carga eléctrica	793
21.2	Conductores, aisladores y cargas nucleares	797
21.3	Ley de Coulomb	800
21.4	Campo eléctrico y fuerzas eléctricas	805
21.5	Cálculos de campos eléctricos	811
21.6	Líneas de campo eléctrico	818
21.7	Dipolos eléctricos	820
	Resumen/Términos clave	825
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	827
22	LEY DE GAUSS	836
22.1	Carga y flujo eléctrico	837
22.2	Cálculo del flujo eléctrico	840
22.3	Ley Gauss	844
22.4	Aplicaciones de la ley de Gauss	848
22.5	Cargas en conductores	855
	Resumen/Términos clave	860
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	862

23	POTENCIAL ELÉCTRICO	869
23.1	Energía potencial eléctrica	870
23.2	Potencial eléctrico	878
23.3	Cálculo del potencial eléctrico	885
23.4	Superficies equipotenciales	890
23.5	Gradiente de potencial	893
	Resumen/Términos clave	896
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	898

24	CAPACITANCIA Y DIELECTRICOS	908
24.1	Capacitores y capacitancia	909
24.2	Capacitores en serie y en paralelo	914
24.3	Almacenamiento de energía en capacitores y energía de campo eléctrico	918
24.4	Dielectricos	922
*24.5	Modelo molecular de la carga inducida	928
*24.6	La ley de Gauss en los dieléctricos	930
	Resumen/Términos clave	932
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	934

25	CORRIENTE, RESISTENCIA Y FUERZA ELECTROMOTRIZ	942
25.1	Corriente eléctrica	943
25.2	Resistividad	947
25.3	Resistencia	950
25.4	Fuerza electromotriz y circuitos	955
25.5	Energía y potencia en circuitos eléctricos	962
*25.6	Teoría de la conducción metálica	966
	Resumen/Términos clave	970
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	972

26	CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA	980
26.1	Resistores en serie y en paralelo	981
26.2	Reglas de Kirchhoff	986
26.3	Instrumentos de medición eléctrica	992
26.4	Circuitos R-C	997
26.5	Sistemas de distribución de energía	1002
	Resumen/Términos clave	1007
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1009

27 CAMPO MAGNÉTICO Y FUERZAS MAGNÉTICAS 1019

27.1	Magnetismo	1020
27.2	Campo magnético	1022
27.3	Líneas de campo magnético y flujo magnético	1025
27.4	Movimiento de partículas con carga en un campo magnético	1029
27.5	Aplicaciones del movimiento de partículas con carga	1033
27.6	Fuerza magnética sobre un conductor que transporta corriente	1036
27.7	Fuerza y momento de torsión en una espira de corriente	1039
*27.8	El motor de corriente continua	1046
27.9	Efecto Hall	1048
	Resumen/Términos clave	1051
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1053

28 FUENTES DE CAMPO MAGNÉTICO 1064

28.1	Campo magnético de una carga en movimiento	1065
28.2	Campo magnético de un elemento de corriente	1068
28.3	Campo magnético de un conductor recto que transporta corriente	1071
28.4	Fuerza entre conductores paralelos	1074
28.5	Campo magnético de una espira circular de corriente	1076
28.6	Ley de Ampere	1079
28.7	Aplicaciones de la ley de Ampere	1082
*28.8	Materiales magnéticos	1086
	Resumen/Términos clave	1093
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1095

29 INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA 1105

29.1	Experimentos de inducción	1106
29.2	Ley de Faraday	1108
29.3	Ley de Lenz	1118
29.4	Fuerza electromotriz de movimiento	1120
29.5	Campos eléctricos inducidos	1123
*29.6	Corrientes parásitas	1126

29.7	Corriente de desplazamiento y ecuaciones de Maxwell	1128
*29.8	Superconductividad	1133
	Resumen/Términos clave	1135
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1137

30 INDUCTANCIA 1147

30.1	Inductancia mutua	1148
30.2	Autoinductancia e inductores	1151
30.3	Energía de campo magnético	1156
30.4	El circuito $R-L$	1159
30.5	El circuito $L-C$	1164
30.6	El circuito $L-R-C$ en serie	1168
	Resumen/Términos clave	1171
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1173

31 CORRIENTE ALTERNA 1181

31.1	Fasores y corriente alterna	1182
31.2	Resistencia y reactancia	1184
31.3	El circuito $L-R-C$ en serie	1190
31.4	Potencia en circuitos de corriente alterna	1195
31.5	Resonancia en circuitos de corriente alterna	1198
31.6	Transformadores	1201
	Resumen/Términos clave	1205
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1207

32 ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS 1214

32.1	Ecuaciones de Maxwell y ondas electromagnéticas	1215
32.2	Ondas electromagnéticas planas y rapidez de la luz	1217
32.3	Ondas electromagnéticas sinusoidales	1223
32.4	Energía y cantidad de movimiento de las ondas electromagnéticas	1228
32.5	Ondas electromagnéticas estacionarias	1234
32.6	El espectro electromagnético	1238
	Resumen/Términos clave	1240
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1242

ÓPTICA

33 NATURALEZA Y PROPAGACIÓN DE LA LUZ 1247

33.1	Naturaleza de la luz	1248
33.2	Reflexión y refracción	1250
33.3	Reflexión interna total	1256
*33.4	Dispersión	1259
33.5	Polarización	1262
*33.6	Dispersión luminosa	1270
33.7	Principio de Huygens	1271
	Resumen/Términos clave	1275
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1277

34 ÓPTICA GEOMÉTRICA E INSTRUMENTOS ÓPTICOS 1285

34.1	Reflexión y refracción en una superficie plana	1286
34.2	Reflexión en una superficie esférica	1289
34.3	Refracción en una superficie esférica	1299
34.4	Lentes delgadas	1304
34.5	Cámaras fotográficas	1313
34.6	El ojo	1317
34.7	La lente de aumento	1321
34.8	Microscopios y telescopios	1322
	Resumen/Términos clave	1327
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1329

35 INTERFERENCIA 1338

35.1	Interferencia y fuentes coherentes	1339
35.2	Interferencia de luz de dos fuentes	1342
35.3	Intensidad en los patrones de interferencia	1346
35.4	Interferencia en películas finas	1350
35.5	Interferómetro de Michelson	1356
	Resumen/Términos clave	1359
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1361

36 DIFRACCIÓN 1367

36.1	Difracción de Fresnel y de Fraunhofer	1368
36.2	Difracción desde una sola ranura	1369
36.3	Intensidad en el patrón de una sola ranura	1373
36.4	Ranuras múltiples	1377
36.5	Rejilla de difracción	1379
36.6	Difracción de rayos X	1383

36.7	Aberturas circulares y poder resolutivo	1386
*36.8	Holografía	1390
	Resumen/Términos clave	1393
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1395

FÍSICA MODERNA

37 RELATIVIDAD 1403

37.1	Invariabilidad de las leyes físicas	1404
37.2	Relatividad de la simultaneidad	1407
37.3	Relatividad de los intervalos de tiempo	1409
37.4	Relatividad de la longitud	1414
37.5	Transformación de Lorentz	1419
*37.6	Efecto Doppler de ondas electromagnéticas	1423
37.7	Cantidad de movimiento relativista	1426
37.8	Trabajo y energía relativistas	1429
37.9	Mecánica newtoniana y relatividad	1433
	Resumen/Términos clave	1435
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1437

38 FOTONES, ELECTRONES Y ÁTOMOS 1445

38.1	Emisión y absorción de la luz	1446
38.2	El efecto fotoeléctrico	1447
38.3	Espectros atómicos de líneas y niveles de energía	1453
38.4	El átomo nuclear	1458
38.5	El modelo de Bohr	1461
38.6	El láser	1467
38.7	Producción y dispersión de rayos X	1470
38.8	Espectros continuos	1474
38.9	Dualidad onda-partícula	1478
	Resumen/Términos clave	1480
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1482

39 LA NATURALEZA ONDULATORIA DE LAS PARTÍCULAS 1489

39.1	Ondas de De Broglie	1490
39.2	Difracción de electrones	1493
39.3	Probabilidad e incertidumbre	1495
39.4	El microscopio electrónico	1501
39.5	Funciones de onda y la ecuación de Schrödinger	1503
	Resumen/Términos clave	1511
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1513

40 MECÁNICA CUÁNTICA 1519

40.1	Partícula en una caja	1520
40.2	Pozos de potencial	1525
40.3	Barreras de potencial y tunelamiento	1530
40.4	El oscilador armónico	1532
40.5	Problemas tridimensionales	1538
	Resumen/Términos clave	1540
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1542

41 ESTRUCTURA ATÓMICA 1548

41.1	El átomo de hidrógeno	1549
41.2	El efecto Zeeman	1557
41.3	Spin del electrón	1561
41.4	Átomos con muchos electrones y el principio de exclusión	1566
41.5	Espectros de rayos X	1573
	Resumen/Términos clave	1577
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1579

42 MOLÉCULAS Y MATERIA CONDENSADA 1584

42.1	Clases de enlaces moleculares	1584
42.2	Espectros moleculares	1587
42.3	Estructura de los sólidos	1593
42.4	Bandas de energía	1597
42.5	Modelo de electrones libres para los metales	1599
42.6	Semiconductores	1604
42.7	Dispositivos con semiconductores	1608
42.8	Superconductividad	1613
	Resumen/Términos clave	1615
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1617

43 FÍSICA NUCLEAR 1623

43.1	Propiedades de los núcleos	1623
43.2	Enlace nuclear y estructura nuclear	1629

43.3	Estabilidad nuclear y radiactividad	1635
43.4	Actividades y vidas medias	1642
43.5	Efectos biológicos de la radiación	1646
43.6	Reacciones nucleares	1649
43.7	Fisión nuclear	1652
43.8	Fusión nuclear	1657
	Resumen/Términos clave	1660
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1662

44 FÍSICA DE PARTÍCULAS Y COSMOLOGÍA 1668

44.1	Las partículas fundamentales y su historia	1669
44.2	Aceleradores y detectores de partículas	1674
44.3	Partículas e interacciones	1680
44.4	Los quarks y las ocho maneras	1687
44.5	El modelo estándar y más allá	1691
44.6	El Universo en expansión	1693
44.7	El principio del tiempo	1700
	Resumen/Términos clave	1709
	Preguntas para análisis/Ejercicios/Problemas	1711

APÉNDICES

A	Sistema internacional de unidades	A1
B	Relaciones matemáticas útiles	A3
C	El alfabeto griego	A4
D	Tabla periódica de los elementos	A5
E	Factores de conversión de unidades	A6
F	Constantes numéricas	A7

	Respuestas a los problemas impares	A9
	Créditos fotográficos	A23
	Índice	A27