

CONTENIDO

CAPÍTULO 27 LA CARGA ELÉCTRICA Y LA LEY DE COULOMB 1

27-1 Electromagnetismo. Un estudio preliminar	1
27-2 La carga eléctrica	2
27-3 Conductores y aislantes	3
27-4 La ley de Coulomb	4
27-5 La carga está cuantizada	7
27-6 La carga se conserva	9
<i>Preguntas y problemas</i>	10

CAPÍTULO 28 EL CAMPO ELÉCTRICO 15

28-1 Campos	15
28-2 El campo eléctrico E	16
28-3 El campo eléctrico de las cargas puntuales	17
28-4 Líneas de fuerza	20
28-5 El campo eléctrico de las distribuciones de carga continua	22
28-6 Una carga puntual en un campo eléctrico	26
28-7 Un dipolo en un campo eléctrico	29
<i>Preguntas y problemas</i>	32

CAPÍTULO 29 LA LEY DE GAUSS 41

29-1 El flujo de un campo vectorial	41
29-2 El flujo del campo eléctrico	43
29-3 La ley de Gauss	45
29-4 Un conductor cargado aislado	47
29-5 Aplicaciones de la ley de Gauss	50

29-6 Ensayos experimentales de la ley de Gauss y de la ley de Coulomb	54
29-7 El modelo nuclear del átomo (<i>Opcional</i>)	56
<i>Preguntas y problemas</i>	58

CAPÍTULO 30 EL POTENCIAL ELÉCTRICO 67

30-1 La electrostática y las fuerzas gravitatorias	67
30-2 Energía potencial eléctrica	68
30-3 Potencial eléctrico	70
30-4 Cálculo del potencial a partir del campo	72
30-5 El potencial debido a una carga puntual	73
30-6 Potencial debido a un conjunto de cargas puntuales	75
30-7 El potencial eléctrico de las distribuciones de carga continua	77
30-8 Superficies equipotenciales	79
30-9 Cálculo del campo a partir del potencial	80
30-10 Un conductor aislado	82
30-11 El acelerador electrostático (<i>Opcional</i>)	84
<i>Preguntas y problemas</i>	85

CAPÍTULO 31 CAPACITORES Y DIELECTRICOS 95

31-1 Capacitancia	95
31-2 Cálculo de la capacitancia	96
31-3 Capacitores en serie y en paralelo	99
31-4 Almacenamiento de energía en un campo eléctrico	101
31-5 Capacitor con dieléctrico	103
31-6 Dieléctricos: un examen atómico	105

CAPÍTULO 32
CORRIENTE Y RESISTENCIA **117**

32-1 Corriente eléctrica	117
32-2 Densidad de corriente	119
32-3 Resistencia, resistividad y conductividad	121
32-4 La ley de Ohm	123
32-5 La ley de Ohm: una visión microscópica	124
32-6 Transferencias de energía en un circuito eléctrico	126
32-7 Semiconductores (<i>Opcional</i>)	127
32-8 Superconductividad (<i>Opcional</i>)	129
<i>Preguntas y problemas</i>	130

CAPÍTULO 33
CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA **137**

33-1 Fuerza electromotriz	137
33-2 Cálculo de la corriente en un circuito cerrado simple	139
33-3 Diferencias de potencial	140
33-4 Resistores en serie y en paralelo	142
33-5 Circuitos de mallas múltiples	144
33-6 Instrumentos de medición	147
33-7 Circuitos RC	148
<i>Preguntas y problemas</i>	151

CAPÍTULO 34
EL CAMPO MAGNÉTICO **159**

34-1 El campo magnético B	159
34-2 La fuerza magnética sobre una carga en movimiento	160
34-3 Cargas circulantes	164
34-4 El efecto Hall	169
34-5 La fuerza magnética sobre una corriente	172
34-6 Momento de torsión en una espira de corriente	174
34-7 El dipolo magnético	176
<i>Preguntas y problemas</i>	177

CAPÍTULO 35
LA LEY DE AMPÈRE **187**

35-1 La ley de Biot-Savart	187
----------------------------	-----

35-4 Dos conductores paralelos	193
35-5 La ley de Ampère	195
35-6 Solenoides y toroides	197
35-7 El electromagnetismo y los marcos de referencia (<i>Opcional</i>)	200
<i>Preguntas y problemas</i>	201

CAPÍTULO 36
LA LEY DE LA INDUCCIÓN DE FARADAY **211**

36-1 Los experimentos de Faraday	211
36-2 La ley de inducción de Faraday	212
36-3 La ley de Lenz	214
36-4 Fem de movimiento o cinética	215
36-5 Campos eléctricos inducidos	218
36-6 El betatrón	221
36-7 La inducción y el movimiento relativo (<i>Opcional</i>)	222
<i>Preguntas y problemas</i>	225

CAPÍTULO 37
PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE LA MATERIA **237**

37-1 La ley de Gauss para el magnetismo	237
37-2 Magnetismo atómico y nuclear	239
37-3 Magnetización	242
37-4 Materiales magnéticos	244
37-5 El magnetismo de los planetas (<i>Opcional</i>)	247
<i>Preguntas y problemas</i>	250

CAPÍTULO 38
LA INDUCTANCIA **255**

38-1 Inductancia	255
38-2 Cálculo de la inductancia	256
38-3 Circuitos LR	258
38-4 Almacenamiento de energía en un campo magnético	261
38-5 Oscilaciones electromagnéticas: análisis cualitativo	264
38-6 Oscilaciones electromagnéticas: análisis cuantitativo	266
38-7 Oscilaciones amortiguadas y forzadas	268
<i>Preguntas y problemas</i>	270

39-1 Corrientes alternas	279
39-2 Tres elementos por separado	280
39-3 Circuito <i>RLC</i> de una sola malla	283
39-4 Potencia en los circuitos de CA	286
39-5 El transformador (<i>Opcional</i>)	288
<i>Preguntas y problemas</i>	289

CAPÍTULO 40**ECUACIONES DE MAXWELL** 297

40-1 Ecuaciones básicas del electromagnetismo	297
40-2 Campos magnéticos inducidos y la corriente de desplazamiento	298
40-3 Ecuaciones de Maxwell	301
40-4 Ecuaciones de Maxwell y oscilaciones en cavidades (<i>Opcional</i>)	303
<i>Preguntas y problemas</i>	306

CAPÍTULO 41**ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS** 311

41-1 El espectro electromagnético	311
41-2 Generación de una onda electromagnética	315
41-3 Ondas viajeras y las ecuaciones de Maxwell	317
41-4 Transporte de energía y el vector de Poynting	320
41-5 Ímpetu y presión de la radiación (<i>Opcional</i>)	322
<i>Preguntas y problemas</i>	324

CAPÍTULO 42**LA NATURALEZA Y PROPAGACIÓN DE LA LUZ** 331

42-1 La luz visible	331
42-2 La velocidad de la luz	332
42-3 El efecto Doppler en la luz	336
42-4 Deducción del efecto Doppler relativista (<i>Opcional</i>)	338
42-5 Consecuencias del efecto Doppler relativista (<i>Opcional</i>)	340
<i>Preguntas y problemas</i>	341

43-1 Óptica geométrica y óptica ondulatoria	347
43-2 Reflexión y refracción	348
43-3 Deducción de la ley de la reflexión	352
43-4 Formación de imágenes en espejos planos	354
43-5 Deducción de la ley de la refracción	356
43-6 Reflexión interna total	359
<i>Preguntas y problemas</i>	361

CAPÍTULO 44**ESPEJOS Y LENTES ESFÉRICOS** 369

44-1 Espejos esféricos	369
44-2 Superficies esféricas refringentes	375
44-3 Lentes delgadas	377
44-4 Sistemas ópticos compuestos	383
44-5 Instrumentos ópticos	384
<i>Preguntas y problemas</i>	387

CAPÍTULO 45**INTERFERENCIA** 395

45-1 Interferencia por una rendija doble	395
45-2 Coherencia	399
45-3 Intensidad de la interferencia por una rendija doble	401
45-4 Interferencia en películas delgadas	404
45-5 Reversibilidad óptica y cambios de fase en la reflexión (<i>Opcional</i>)	407
45-6 El interferómetro de Michelson	408
45-7 El interferómetro de Michelson y la propagación de la luz (<i>Opcional</i>)	409
<i>Preguntas y problemas</i>	411

CAPÍTULO 46**DIFRACCIÓN** 417

46-1 Difracción y teoría ondulatoria de la luz	417
46-2 Difracción por una sola rendija	419
46-3 Intensidad de la difracción por una sola rendija	422
46-4 Difracción por una abertura circular	426
46-5 Interferencia por una rendija doble y difracción combinadas	428
<i>Preguntas y problemas</i>	432

REJILLAS Y ESPECTROS	
47-1	Rendijas múltiples 437
47-2	Rejillas de difracción 441
47-3	Dispersión y poder de resolución 443
47-4	Difracción de los rayos X 446
47-5	Holografía (<i>Opcional</i>) 449
	<i>Preguntas y problemas</i> 451

CAPÍTULO 48 POLARIZACIÓN	
	457

48-1	Polarización 457
48-2	Láminas polarizadoras 458
48-3	Polarización por reflexión 461
48-4	Doble refracción 463
48-5	Polarización circular 467
48-6	Dispersión de la luz 469
48-7	Hacia el límite del cuanto 471
	<i>Preguntas y problemas</i> 473

CAPÍTULO 49 LA LUZ Y LA FÍSICA CUÁNTICA	
	477

49-1	Radiación térmica 477
49-2	Ley de la radiación de Planck 480
49-3	Cuantificación de la energía 481
49-4	Capacidad calorífica de los sólidos 483
49-5	Efecto fotoeléctrico 486
49-6	Teoría del fotón de Einstein 487
49-7	El efecto Compton 489
49-8	Espectros de líneas 492
	<i>Preguntas y problemas</i> 494

CAPÍTULO 50 NATURALEZA ONDULATORIA DE LA MATERIA	
	501

50-1	Comportamiento ondulatorio de las partículas 501
50-2	Longitud de onda de de Broglie 503
50-3	Prueba de la hipótesis de de Broglie 504
50-4	Ondas, paquetes de ondas y partículas 507
50-5	Relaciones de incertidumbre de Heisenberg 509
50-6	Función de onda 512
50-7	Partículas atrapadas y densidades de probabilidad 513

50-10	Ondas y partículas 522
	<i>Preguntas y problemas</i> 525

CAPÍTULO 51 ESTRUCTURA DEL ÁTOMO DE HIDRÓGENO	
	531

51-1	Teoría de Bohr 531
51-2	El átomo de hidrógeno y la ecuación de Schrödinger 536
51-3	Ímpetu o momento angular 538
51-4	Experimento de Stern-Gerlach 542
51-5	Espín del electrón 545
51-6	Conteo de los estados del átomo de hidrógeno 546
51-7	Estado base del hidrógeno 548
51-8	Estados excitados del hidrógeno 549
51-9	Detalles de la estructura atómica (<i>Opcional</i>) 551
	<i>Preguntas y problemas</i> 553

CAPÍTULO 52 FÍSICA ATÓMICA	
	559

52-1	El espectro de rayos X 559
52-2	Los rayos X y la numeración de los elementos 561
52-3	Construir átomos 563
52-4	La tabla periódica 565
52-5	Los láseres y la luz láser 569
52-6	Einstein y el láser 570
52-7	Cómo funciona el láser 572
52-8	Estructura molecular 574
	<i>Preguntas y problemas</i> 576

CAPÍTULO 53 CONDUCCIÓN ELÉCTRICA EN LOS SÓLIDOS	
	581

53-1	Electrones de conducción en un metal 581
53-2	Ocupación de los estados permitidos 583
53-3	Conducción eléctrica en metales 586
53-4	Bandas de energía permitidas y prohibidas 587
53-5	Conductores, aislantes y semiconductores 588
53-6	Semiconductores con impurezas 591
53-7	Unión <i>pn</i> 593
53-8	Electrónica óptica 597
53-9	El transistor 599
53-10	Superconductores 600
	<i>Preguntas y problemas</i> 602

54-1 Descubrimiento del núcleo	609
54-2 Algunas propiedades nucleares	611
54-3 Desintegración radiactiva	615
54-4 Desintegración alfa	617
54-5 Desintegración beta	618
54-6 Medición de la radiación ionizante	620
54-7 Radiactividad natural	621
54-8 Reacciones nucleares	623
54-9 Modelos nucleares (<i>Opcional</i>)	625
<i>Preguntas y problemas</i>	628

CAPÍTULO 55**ENERGÍA DEL NÚCLEO****637**

55-1 El átomo y el núcleo	637
55-2 Fisión nuclear: el proceso básico	638
55-3 Teoría de la fisión nuclear	640
55-4 Reactores nucleares: principios básicos	641
55-5 Un reactor natural	644
55-6 Fusión termonuclear: proceso básico	646
55-7 Fusión termonuclear en las estrellas	648
55-8 Fusión termonuclear controlada	649
55-9 Confinamiento magnético	651
55-10 Confinamiento inercial	652
<i>Preguntas y problemas</i>	654

56-1 Interacciones de la partícula	661
56-2 Familias de partículas	664
56-3 Leyes de la conservación	668
56-4 El modelo del quark	670
56-5 La cosmología del Big-Bang	675
56-6 Nucleosíntesis	680
56-7 La edad del Universo	684
<i>Preguntas y problemas</i>	688

APÉNDICES

A El sistema internacional de unidades (SI)	A-1
B Algunas constantes fundamentales de la física	A-3
C Algunos datos astronómicos	A-4
D Propiedades de los elementos	A-5
E Tabla periódica de los elementos	A-7
F Partículas elementales	A-8
G Factores de conversión	A-10
H Fórmulas matemáticas	A-14
I Programas de computadora	A-16
J Premios Nobel de física	A-20
K Tablas	A-24
RESPUESTAS A LOS PROBLEMAS CON NUMERACIÓN IMPAR	R-28
CRÉDITOS DE LAS FOTOGRAFÍAS	C-1
ÍNDICE	I-1