CONTENIDO

CAPÍTULO 25

CARGA ELÉCTRICA Y LEY DE COULOMB 567

25-1 Electromagnetismo: introducción 567
25-2 Carga eléctrica 568
25-3 Conductores y aislantes 571
25-4 Ley de Coulomb 573
25-5 Distribuciones continuas de carga 576
25-6 Conservación de la carga 580
Preguntas y problemas 9

CAPÍTULO 26

CAMPO ELÉCTRICO 587

26-1 ¿Qué es un campo? 587
26-2 Campo eléctrico 588
26-3 Campo eléctrico de cargas puntuales 590
26-4 Campo eléctrico de distribuciones continuas de carga 592
26-5 Las líneas del campo eléctrico 595
26-6 Una carga puntual en un campo eléctrico 597
26-7 Dipolo en un campo eléctrico 600
26-8 El modelo nuclear del átomo (opcional) 602
Preguntas y problemas 605

CAPÍTULO 27

LEY DE GAUSS 611

27-1 ¿A qué se refiere la ley de Gauss? 611
27-2 El flujo de un campo vectorial 612
27-3 El flujo de un campo eléctrico 613
27-4 Ley de Gauss* 616
27-5 Aplicaciones de la ley de Gauss 617
27-6 Ley de Gauss y los conductores 621
27-7 Pruebas experimentales de la ley de Gauss y de la de Coulomb 624
Preguntas y problemas 627

CAPÍTULO 28

LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y EL POTENCIAL ELÉCTRICO 635

28-1 Energía potencial 635
28-2 Energía potencial eléctrica 636
28-3 El potencial eléctrico 639
28-4 Cálculo del potencial a partir del campo 640
28-5 Potencial generado por cargas puntuales 641
28-6 El potencial eléctrico de las distribuciones de carga continua 644
28-7 Cálculo del campo a partir del potencial 646
28-8 Superficies equipotenciales 648
28-9 El potencial de un conductor cargado 649
28-10 El acelerador electrostático (opcional) 651
Preguntas y problemas 654

CAPÍTULO 29

PROPIEDADES ELÉCTRICAS DE LOS MATERIALES 661

29-1 Tipos de materiales 661
29-2 Un conductor en un campo eléctrico: condiciones estáticas 662
29-3 Un conductor en un campo eléctrico: condiciones dinámicas 663
29-4 Materiales óhmicos 666
29-5 Ley de Ohm: una perspectiva microscópica 668
29-6 Un aislante en un campo eléctrico 670
Preguntas y problemas 674

CAPÍTULO 30

CAPACITANCIA 679

30-1 Capacitores 679
30-2 Capacitancia 679
30-3 Cálculo de la capacitancia 681
30-4 Capacitores en serie y en paralelo 683
30-5 Almacenamiento de energía en un campo eléctrico 685
30-6 Capacitor con dieléctrico 687
Preguntas y problemas 692

CAPÍTULO 31

CIRCUITOS DE CORRIENTE DIRECTA 701

31-1 Corriente eléctrica 701
31-2 Fuerza electromotriz 703
31-3 Análisis de circuitos 704

31-4 Campos eléctricos en los circuitos* 709
31-5 Resistores en serie y en paralelo 710
31-6 Transferencias de energía en un circuito eléctrico 713
31-7 Circuitos *RC* 713
Preguntas y problemas 717

CAPÍTULO 32
EL CAMPO MAGNÉTICO 725
32-1 Interacciones y polos magnéticos 725
32-2 La fuerza magnética sobre una carga en movimiento 727
32-3 Cargas circulantes 731
32-4 El efecto Hall 734
32-5 La fuerza magnética en un alambre portador de corriente 736
32-6 El par en una espira de corriente 738
Preguntas y problemas 742

CAPÍTULO 33
EL CAMPO MAGNÉTICO DE UNA CORRIENTE 749
33-1 El campo magnético producido por una carga en movimiento 749
33-2 El campo magnético de una corriente 752
33-3 Dos corrientes paralelas 756
33-4 El campo magnético de un solenoide 758
33-5 Ley de Ampère 760
33-6 Electromagnetismos y marcos de referencia (opcional) 764
Preguntas y problemas 772

CAPÍTULO 34
LA LEY DE INDUCCIÓN DE FARADAY 775
34-1 Los experimentos de Faraday 775
34-2 La ley de inducción de Faraday 776
34-3 Ley de Lenz 777
34-4 Fuerza electromotriz de movimiento 780
34-5 Generadores y motores 782
34-6 Campos eléctricos inducidos 783
34-7 La inducción y el movimiento relativo (opcional) 786
Preguntas y problemas 791

CAPÍTULO 35
PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE LOS MATERIALES 801
35-1 El dipolo magnético 801
35-2 La fuerza sobre un dipolo en un campo no uniforme 804
35-3 Magnetismo atómico y nuclear 805
35-4 Magnetización 807
35-5 Materiales magnéticos 808
35-6 El magnetismo de los planetas (opcional) 811
35-7 Ley de Gauss aplicada al magnetismo 814
Preguntas y problemas 817

CAPÍTULO 36
INDUCTANCIA 823
36-1 Inductancia 823
36-2 Cálculo de la inductancia 824
36-3 Circuitos *LR* 826
36-4 Almacenamiento de energía en un campo magnético 827
36-5 Oscilaciones electromagnéticas: cualitativas 830
36-6 Oscilaciones electromagnéticas: cuantitativas 832
36-7 Oscilaciones amortiguadas y forzadas 833
Preguntas y problemas 837

CAPÍTULO 37
CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA 845
37-1 Corrientes alternas 845
37-2 Tres elementos separados 846
37-3 El circuito *RLC* de una malla simple 848
37-4 Potencia en los circuitos de corriente alterna 851
37-5 El transformador (opcional) 852
Preguntas y problemas 855

CAPÍTULO 38
LAS ECUACIONES DE MAXWELL Y LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS 861
38-1 Las ecuaciones básicas del electromagnetismo 861
38-2 Campos magnéticos inducidos y la corriente de desplazamiento 862
38-3 Ecuaciones de Maxwell 864
38-4 Generación de una onda electromagnética 866
38-5 Ondas viajeras y las ecuaciones de Maxwell 868
38-6 Transporte de energía y el vector de Poynting 870
38-7 Presión de radiación 872
Preguntas y problemas 875

CAPÍTULO 39
ONDAS DE LUZ 883
39-1 El espectro electromagnético 883
39-2 La luz visible 886
39-3 La velocidad de la luz 887
39-4 Reflexión y refracción de las ondas de luz 890
39-5 Reflexión interna total 897
39-6 El efecto Doppler para la luz 899
Preguntas y problemas 904

CAPÍTULO 40
ESPEJOS Y LENTES 913
40-1 Formación de imágenes por medio de espejos y lentes 913
40-2 Espejos planos 914
40-3 Espejos esféricos 917
40-4 Superficies esféricas refractantes 921
40-5 Lentes delgadas 923
40-6 Instrumentos ópticos 928
Preguntas y problemas 932

CAPÍTULO 41
INTERFERENCIA 941
41-1 Interferencia de dos fuentes 941
41-2 Interferencia de rendija doble 942
41-3 Coherencia 944
41-4 Intensidad en la interferencia de rendija doble 946
41-5 Interferencia proveniente de películas delgadas 948
41-6 Interferómetro de Michelson 953
Preguntas y problemas 957

CAPÍTULO 42
DIFRACCIÓN 963
42-1 La difracción y la teoría ondulatoria de la luz 963
42-2 Difracción de rendija simple 965
42-3 Intensidad en la difracción de rendija simple 967
42-4 Difracción en una abertura circular 970
42-5 Combinación de interferencia y difracción de rendija doble 971
Preguntas y problemas 976

CAPÍTULO 43
REJILLAS Y ESPECTROS 981
43-1 Rendijas múltiples 981
43-2 Rejillas de difracción 985
43-3 Dispersión y potencia de resolución 986
43-4 Difracción de rayos X 988
43-5 Holografía (opcional) 992
Preguntas y problemas 994

CAPÍTULO 44
POLARIZACIÓN 999
44-1 Polarización de las ondas electromagnéticas 999
44-2 Hojas de polarización 1001
44-3 Polarización por reflexión 1003
44-4 Refracción doble 1004
44-5 Polarización circular 1006
44-6 Polarización por dispersión 1008
Preguntas y problemas 1011

CAPÍTULO 45
LA NATURALEZA DE LA LUZ 1015
45-1 Introducción al fotón 1015
45-2 Radiación térmica 1016
45-3 El efecto fotoeléctrico 1019
45-4 El efecto Compton 1021
45-5 Descubrimiento del fotón 1025
45-6 Fotones y ondas 1024
45-7 Reducción de la velocidad de los átomos por bombardeo con fotones 1026
Preguntas y problemas 1029

CAPÍTULO 46
LA NATURALEZA DE LA MATERIA 1035
46-1 Ondas de materia 1035
46-2 Pruebas de la hipótesis de DeBroglie 1036
46-3 Ondas y partículas 1041
46-4 Principio de incertidumbre de Heisenberg 1042
46-5 La función de onda 1044
46-6 La ecuación de Schrödinger 1045
46-7 El efecto túnel 1046
Preguntas y problemas 1050

CAPÍTULO 47
ELECTRONES EN POZOS DE POTENCIAL 1055
47-1 Electrones libres y ligados 1055
47-2 Un electrón atrapado en un pozo de potencial 1055
47-3 Un electrón atrapado en un pozo finito 1060
47-4 Un electrón atrapado en un átomo 1062
47-5 El estado base del átomo de hidrógeno 1065
47-6 Momento angular de los electrones en los átomos 1066
47-7 Un estado excitado del átomo de hidrógeno 1069
47-8 Conteo de los estados del hidrógeno 1070
Preguntas y problemas 1073

CAPÍTULO 48
ESTRUCTURA ATÓMICA 1079
48-1 El espectro de rayos X de los átomos 1079
48-2 Los rayos X y la numeración de los elementos 1081
48-3 Construcción de átomos 1082
48-4 La tabla periódica 1083
48-5 Magnetismo atómico 1086
48-6 El experimento de Stern-Gerlach 1087
48-7 Resonancia magnética nuclear 1089
48-8 Magnetismo y radiaciones atómicas (opcional) 1090
48-9 Láseres y luz láser 1092
Preguntas y problemas 1097

CAPÍTULO 49

CONDUCCIÓN ELÉCTRICA EN LOS SÓLIDOS 1103

49-1 Teoría cuántica de los sólidos 1103
49-2 Electrones de conducción en un metal 1104
49-3 Llenado de los estados permitidos 1105
49-4 Conducción eléctrica en metales 1108
49-5 Bandas y brechas 1109
49-6 Conductores, aislantes y semiconductores 1111
49-7 Semiconductores dopados 1112
49-8 La unión *pn* 1114
49-9 Optoelectrónica 1117
49-10 El transistor 1119
49-11 Superconductores 1120
Preguntas y problemas 1123

CAPÍTULO 50

FÍSICA NUCLEAR 1129

50-1 Descubrimiento del núcleo 1129
50-2 Algunas propiedades del núcleo 1131
50-3 Decaimiento radiactivo 1135
50-4 Decaimiento alfa 1136
50-5 Decaimiento beta 1138
50-6 Medición de la radiación de ionización 1139
50-7 Radiactividad natural 1140
50-8 Reacciones nucleares 1141
50-9 Modelos nucleares (opcional) 1143
Preguntas y problemas 1146

CAPÍTULO 51

ENERGÍA PROCEDENTE DEL NÚCLEO 1153

51-1 El átomo y el núcleo 1153
51-2 Fisión nuclear: el proceso básico 1154
51-3 Teoría de la fisión nuclear 1155
51-4 Reactores nucleares: los principios básicos 1157
51-5 Un reactor natural 1159
51-6 Fusión termonuclear: el proceso básico 1161
51-7 Fusión termonuclear en las estrellas 1162
51-8 Fusión termonuclear controlada 1164
Preguntas y problemas 1168

CAPÍTULO 52

FÍSICA DE PARTÍCULAS Y COSMOLOGÍA 545

52-1 Interacciones de las partículas 545
52-2 Familias de partículas 546
52-3 Leyes de conservación 547
52-4 El modelo de los quarks 551
52-5 La cosmología del Big Bang 551
52-6 Nucleosíntesis 555
48-7 La edad del universo 557
Preguntas y problemas 536

APÉNDICES

A. El sistema internacional de unidades (SI) A-1
B. Constantes físicas fundamentales A-3
C. Datos astronómicos A-4
D. Propiedades de los elementos A-6
E. Tabla periódica de los elementos A-9
F. Partículas elementales A-10
G. Factores de conversión A-12
H. Vectores A-17
I. Fórmulas matemáticas A-20
J. Premios Nobel de Física A-22

RESPUESTAS A LOS EJERCICIOS Y PROBLEMAS IMPARES A-26

CRÉDITOS DE LAS FOTOGRAFÍAS P-1

ÍNDICE I-1