

## INDICE

<b>Mecánica</b>	
<b>Capítulo 1. Unidades, Cantidades Físicas y Vectores</b>	<b>1</b>
1-1. Introducción	1
1-2. La naturaleza de la física	1
1-3. Modelos idealizados	3
1-4. Estándares y unidades	3
1-5. Coherencia y conversiones de unidades	6
1-6. Incertidumbre y cifras significativas	7
1-7. Estimaciones y órdenes de magnitud	9
1-8. Vectores y suma de vectores	10
1-9. Componentes de los vectores	13
1-10. Vectores unitarios	17
1-11. Productos de vectores	18
Resumen/Términos clave	23
Preguntas/Ejercicios/Problemas	24
<b>Capítulo 2. Movimiento a lo largo de una Línea Recta</b>	<b>31</b>
2-1. Introducción	31
2-2. Desplazamiento, tiempo y velocidad media	31
2-3. Velocidad instantánea	37
2-4. Aceleración media e instantánea	37
2-5. Movimiento con aceleración constante	41
2-6. Cuerpos en caída libre	46
2-7. Velocidad y posición por integración	49
Resumen/Términos clave	51
Preguntas/Ejercicios/Problemas	52
<b>Capítulo 3. Movimiento en dos o tres dimensiones</b>	<b>61</b>
3-1. Introducción	61
3-2. Vectores de posición y velocidad	61
3-3. El vector aceleración	64
3-4. Movimiento de proyectiles	68
3-5. Movimiento en un círculo	76
3-6. Velocidad relativa	78
Resumen/Términos clave	82
Preguntas/Ejercicios/Problemas	84
<b>Capítulo 4. Leyes de Newton del Movimiento</b>	<b>92</b>
4-1. Introducción	92
4-2. Fuerza e interacciones	93
4-3. Primera ley de Newton	95
4-4. Segunda ley de Newton	99
4-5. Masa y peso	104
4-6. Tercera ley de Newton	107
4-7. Empleo de las leyes de Newton	110
4-8. Visualización de diagramas de cuerpos libres	113
Resumen/Términos clave	114
Preguntas/Ejercicios/Problemas	114
<b>Capítulo 5. Aplicaciones de las leyes de Newton</b>	<b>120</b>
5-1. Introducción	120

5-2. Empleo de la primera ley de Newton: Partículas en equilibrio	120
5-3. Empleo de la segunda ley de Newton: Dinámica de partículas	125
5-4. Fuerzas de fricción	132
5-5. Dinámica del movimiento circular	139
*5-6. Fuerzas fundamentales de la naturaleza	145
5-7. Movimiento de un proyectil con resistencia del aire: Estudio de caso con análisis por computador	146
Resumen/Términos clave	149
Preguntas/Ejercicios/Problemas	149
<b>Capítulo 6. Trabajo y Energía cinética</b>	164
6-1. Introducción	164
6-2. Trabajo	164
6-3. Trabajo y energía cinética	168
6-4. Trabajo y energía con fuerzas variables	174
6-5. Potencia	179
6-6. Potencia automotriz: Estudio de caso de las relaciones energéticas	181
Resumen/Términos clave	184
Preguntas/Ejercicios/Problemas	185
<b>Capítulo 7. Energía Potencial y Conservaciones de la Energía</b>	194
7-1. Introducción	194
7-2. Energía potencial gravitatoria	194
7-3. Energía potencial elástica	204
7-4. Fuerzas conservativas y no conservativas	209
7-5. Fuerza y energía potencial	213
Resumen/Términos clave	218
Preguntas/Ejercicios/Problemas	218
<b>Capítulo 8. Cantidad de Movimiento, Impulso y Choques</b>	227
8-1. Introducción	227
8-2. Cantidad de movimiento e impulso	227
8-3. Conservación de la cantidad de movimiento	232
8-4. Choques inelásticos	238
8-5. Choques elásticos	241
8-6. Centro de masa	246
*8-7. Propulsión a reacción	250
8-8. El neutrino: Estudio de caso en la física moderna	253
Resumen/Términos clave	256
Preguntas/Ejercicios/Problemas	257
<b>Capítulo 9. Rotación de Cuerpos Rígidos</b>	268
9-1. Introducción	268
9-2. Velocidad y aceleración angulares	268
9-3. Rotación con aceleración angular constante	272
9-4. Relación entre cinemática lineal y angular	274
9-5. Energía en el movimiento de rotación	276
9-6. Teorema de los ejes paralelos	281
*9-7. Cálculos del momento de inercia	282
Resumen/Términos clave	285
Preguntas/Ejercicios/Problemas	286
<b>Capítulo 10. Dinámica del Movimiento de Rotación</b>	294

10-1. Introducción	294
10-2. Momento de torsión	294
10-3. Momento de torsión y aceleración angular de un cuerpo rígido	297
10-4. Rotación de un cuerpo rígido sobre un eje móvil	301
10-5. Trabajo y potencia en el movimiento de rotación	307
10-6. Momento angular	309
10-7. Conservación del momento angular	311
10-8. Giróscopos y precesión	314
Resumen/Términos clave	317
Preguntas/Ejercicios/Problemas	318
<b>Capítulo 11. Equilibrio y Elasticidad</b>	329
11-1. Introducción	329
11-2. Condiciones del equilibrio	329
11-3. Centro de gravedad	330
11-4. Resolución de problemas de equilibrio de cuerpos rígidos	333
11-5. Esfuerzos, tensión y módulos de elasticidad	337
11-6. Esfuerzos y tensión de corte	343
11-7. Esfuerzos y tensión de corte	343
11-8. Elasticidad y plasticidad	344
Resumen/Términos clave	345
Preguntas/Ejercicios/Problemas	346
<b>Capítulo 12. Gravitación</b>	358
12-1. Introducción	358
12-2. Ley de la gravitación de Newton	358
13.3. Peso	362
13.4. Energía potencial gravitatoria	364
13.5. Movimiento de satélites	367
13.6. Movimiento de los planetas	370
*13.7. Distribuciones de masa esféricas	373
*13.8. Peso aparente y rotación terrestre	377
12-9. Agujeros negros: Estudio de caso en la física moderna	379
Resumen/Términos clave	383
Preguntas/Ejercicios/Problemas	384
<b>Capítulo 13. Movimientos Periódico</b>	392
13-1. Introducción	392
13-2. Causas de la oscilación	392
13-3. Movimiento armónico simple	394
13-4. Energía en el movimiento armónico simple	400
13-5. Aplicaciones del movimiento armónico simple	404
13-6. El péndulo simple	407
13-7. El péndulo físico	409
13-8. Oscilaciones amortiguadas	411
13-9. Oscilaciones forzadas, resonancia y caos	413
Resumen/Términos clave	416
Preguntas/Ejercicios/Problemas	418
<b>Capítulo 14. Mecánica de Fluidos</b>	427
14-1. Introducción	427
14-2. Densidad	427

14-3. Presión en un fluido	428
14-4. Flotación	432
14-5. Tensión superficial	434
14-6. Flujo de un fluido	438
14-7. Ecuación de Bernoulli	440
14-8. Turbulencia	444
*14-9. Viscosidad	446
Resumen/Términos clave	448
Preguntas/Ejercicios/Problemas	449
<b>Termodinámica</b>	
<b>Capítulo 15. Temperatura y Calor</b>	460
15-1. Introducción	460
15-2. Temperatura y equilibrio térmico	460
15-3. Termómetros y escalas de temperatura	462
15-4. Termómetros de gas y la escala Kelvin	463
15-5. Expansión térmica	465
15-6. Cantidad de calor	470
15-7. Calorimetría y cambios de fase	473
15-8. Mecanismos de transferencia de calor	478
15-9. Circuitos integrados: Estudio de caso sobre transferencia de calor	485
Resumen/Términos clave	487
Preguntas/Ejercicios/Problemas	489
<b>Capítulo 16. Propiedades Térmicas de la Materia</b>	499
16-1. Introducción	499
16-2. Ecuaciones de estado	499
16-3. Propiedades moleculares de la materia	505
16-4. Modelo cinético – molecular de un gas ideal	507
16-5. Capacidades caloríficas	513
*16-6. Velocidades moleculares	517
16-7. Fases de la materia	520
Resumen/Términos clave	523
Preguntas/Ejercicios/Problemas	524
<b>Capítulo 17. La Primera Ley de la Termodinámica</b>	533
17-1. Introducción	533
17-2. Sistemas termodinámicos	533
17-3. Trabajo realizado al cambiar el volumen	534
17-4. Caminos entre los estados termodinámicos	537
17-5. Energía interna y la primera ley de la termodinámica	539
17-6. Clases de procesos termodinámicos	543
17-7. Energía interna de un gas ideal	545
17-8. Capacidad calorífica de un gas ideal	546
17-9. Procesos adiabáticos para un gas ideal	549
Resumen/Términos clave	551
Preguntas/Ejercicios/Problemas	552
<b>Capítulo 18. La Segunda Ley de la Termodinámica</b>	559
18-1. Introducción	559
18-2. Dirección de los procesos termodinámica	559
18-3. Máquinas de calor	560

18-4. Motores de combustión interna	563
18-5. Refrigeradores	565
18-6. LA segunda ley de la termodinámica	567
18-7. El ciclo de Carnot	569
*18-8. La escala de temperatura Kelvin	574
*18-9. Entropía	574
*19-10. Interpretación microscópica de la entropía	579
18-11. Recursos energéticos: Estudio de caso en Termodinámica	582
Resumen/Términos clave	585
Preguntas/Ejercicios/Problemas	586
<b>Ondas /Acústica</b>	
<b>Capítulo 19. Ondas Mecánicas</b>	593
19-1. Introducción	593
19-2. Tipos de ondas mecánicas	593
19-3. Ondas periódicas	595
19-4. Descripción matemática de una onda	596
19-5. Velocidad de una onda transversal	602
19-6. Velocidad de una onda longitudinal	606
19-7. Ondas sonoras en gases	609
19-8. Energía en el movimiento ondulatorio	610
Resumen/Términos clave	613
Preguntas/Ejercicios/Problemas	614
<b>Capítulo 20. Interferencia de Ondas y Modos Normales</b>	620
20-1. Introducción	620
20-2. Condiciones de frontera para una cuerda y el principio de superposición	620
20-3. Ondas estacionarias en una cuerda	622
20-4. Modos normales de una cuerda	627
20-5. Ondas estacionarias longitudinales y modos normales	631
20-6. Interferencia de ondas	636
20-7. Resonancia	637
Resumen/Términos clave	640
Preguntas/Ejercicios/Problemas	641
<b>Capítulo 21. Sonido y el Oído</b>	646
21-1. Introducción	646
21-2. Ondas sonoras	646
21-3. Intensidad del sonido	650
21-4. Pulsaciones	654
21-5. El efecto Doppler	656
*21-6. Ondas de choque	661
Resumen/Términos clave	664
<b>Preguntas/Ejercicios/Problemas</b>	664
<b>Electromagnetismo</b>	
<b>Capítulo 22. Carga Eléctrica y Campo Eléctrico</b>	669
22-1. Introducción	669
22-2. Carga eléctrica	669
22-3. Carga eléctrica y la estructura de la materia	671
22-4. Conductores, aislantes y cargas inducidas	672

22-5. Ley de Coulomb	674
22-6. Campo eléctrico y fuerzas eléctricas	679
22-7. Cálculos del campo eléctrico	683
22-8. Líneas del campo eléctrico	689
22-9. Dipolos eléctricos	690
Resumen/Términos clave	694
Preguntas/Ejercicios/Problemas	695
<b>Capítulo 23. Ley de Gauss</b>	704
23-1. Introducción	704
23-2. Carga y flujo eléctrico	704
23-3. Cálculo del flujo eléctrico	707
23-4. Ley de Gauss	711
23-5. Aplicaciones de la Ley de Gauss	714
23-6. Cargas en conductores	719
Resumen/Términos clave	723
Preguntas/Ejercicios/Problemas	724
<b>Capítulo 24. Potencial Eléctrico</b>	704
23-1. Introducción	704
23-2. Energía Potencial eléctrica	731
23-3. Potencial eléctrico	737
23-4. Cálculo del potencial electrónico	737
23-5. Superficies equipotenciales	746
23-6. Gradiente de potencial	749
24-7. El tubo de rayos catódicos	751
24-8. Cálculo de potenciales debidos a conductores cargados: Estudio de caso para análisis por computador	754
Resumen/Términos clave	759
Preguntas/Ejercicios/Problemas	761
<b>Capítulo 25. Capacitancia y Dieléctricos</b>	771
25-1. Introducción	771
25-2. Capacitores y capacitancia	772
25-3. Capacitores en serie y en paralelo	776
25-4. Almacenamiento de energía en capacitares y energía de campo eléctrico	779
25-5. Dieléctricos	782
*25-6. Modelo molecular	787
25-7. Ley de Gauss en dieléctricos	789
Resumen/Términos clave	694
Preguntas/Ejercicios/Problemas	695
<b>Capítulo 26. Corriente, Resistencia y Fuerza Electromotriz</b>	799
26-1. Introducción	799
26-2. Corriente	799
26-3. Resistividad	803
26-4. Resistencia	805
26-5. Fuerza electromotriz y circuitos	815
*26-6. Energía y potencial en circuitos eléctricos	815
*26-7. Teoría de la conducción metálica	819
*26-8. Efectos fisiológicos de las corrientes	821
Resumen/Términos clave	823

Preguntas/Ejercicios/Problemas	824
<b>Capítulo 27. Circuitos de Corriente Directa</b>	832
27-1. Introducción	832
27-2. Resistores en serie y paralelo	832
27-3. Reglas de Kirchhoff	837
27-4. Instrumentos de medición eléctrica	842
27-5. Circuitos resistencias- capacitancia	486
27-6. Sistemas de distribución de potencia: Estudio de caso de análisis de circuitos	850
Resumen/Términos clave	823
Preguntas/Ejercicios/Problemas	824
<b>Capítulo 28. Campo Magnético y Fuerzas Magnéticas</b>	865
28-1. Introducción	865
28-2. Magnetismo	865
28-3. Campo magnético	867
28-4. Líneas de campo magnético y flujo magnético	870
28-5. Movimiento de partículas cargadas en un campo magnético	873
28-6. Aplicaciones del movimiento de partículas cargadas	877
28-7. Fuerza magnética sobre un conductor por el que circula una corriente	880
28-8. Fuerza y momento de torsión sobre una espira de corriente	883
*28-9. El motor de corriente continua	888
*28-10. El efecto Hall	890
Resumen/Términos clave	892
Preguntas/Ejercicios/Problemas	893
<b>Capítulo 29. Fuentes de Campo Magnético</b>	903
29-1. Introducción	903
29-2. Campo magnético de una carga en movimiento	903
29-3. Campo magnético de un elemento de corriente	906
29-4. Campo magnético de un conductor recto por el que circula una corriente	908
29-5. Fuerza entre conductores paralelos	911
29-6. Campo magnético de una espira circular de corriente	913
29-7. Ley de Ampere	915
29-8. Aplicaciones de la Ley de Ampere	918
29-9. Materiales magnéticos	922
29-10. Corriente de desplazamiento	927
Resumen/Términos clave	930
Preguntas/Ejercicios/Problemas	932
<b>Capítulo 30. Inducción Electromagnética</b>	941
30-1. Introducción	941
30-2. Experimentos de inducción	941
30-3. Ley de Faraday	943
30-4. Ley de Lenz	950
30-5. Fuerza electromotriz por movimiento	952
30-6. Campos eléctricos inducidos	955
*30-7. Corrientes parásitas	957
30-8. Ecuaciones de Maxwell	958
*30-9. Superconductividad: Estudio de caso sobre propiedades	960

magnéticas	
Resumen/Términos clave	963
Preguntas/Ejercicios/Problemas	964
<b>Capítulo 31. Inductancia</b>	971
31-1. Introducción	971
31-2. Inductancia mutua	971
31-3. Autoinductancia e inductores	974
31-4. Energía de campo magnético	976
31-5. El circuito R – L	979
31-6. El circuito L – C	982
31-7. El circuito L – R – C en serie	987
Resumen/Términos clave	989
Preguntas/Ejercicios/Problemas	990
<b>Capítulo 32. Corriente Alterna</b>	997
32-1. Introducción	997
32-2. Fasores y corrientes alternas	997
32-3. Resistencia y reactancia	999
32-4. El circuito L – R en serie	1004
32-5. Potencia en circuitos de corriente alterna	1008
32-6. Resonancia en circuitos de corriente alterna	1011
32-7. Transformadores	1014
Resumen/Términos clave	1017
Preguntas/Ejercicios/Problemas	1019
<b>Capítulo 33. Ondas Electromagnéticas</b>	1025
33-1. Introducción	1025
33-2. Ecuaciones de Maxwell y ondas electromagnéticas	1025
33-3. Ondas electromagnéticas planas y la rapidez de la luz	1028
33-4. Ondas electromagnéticas senoidales	1033
33-5. Energía y cantidad de movimiento en ondas electromagnéticas	1035
*33-6. Ondas electromagnéticas en la materia	1040
33-7. Ondas electromagnéticas estacionarias	1042
33-8. El espectro electromagnético	1045
*33-9. Radiación de una antena	1046
Resumen/Términos clave	1048
Preguntas/Ejercicios/Problemas	1050
<b>Óptica</b>	
<b>Capítulo 34. La Luz: Su Naturaleza y su Propagación</b>	1053
34-1. Introducción	1053
34-2. LA naturaleza de la luz	1053
34-3. Reflexión y refracción	1055
*34-4. Reflexión total interna	1060
34-5. Dispersión	1063
34-6. Polarización	1064
*34-7. Dispersión de la luz	1072
34-8. Principio de Huygens	1073
Resumen/Términos clave	1076
Preguntas/Ejercicios/Problemas	1078
<b>Capítulo 35. Óptica Geométrica</b>	1085

35-1. Introducción	1085
35-2. Reflexión y refracción en una superficie plana	1085
35-3. Reflexión en una superficie esférica	1088
35-4. Métodos gráficos para espejos	1095
35-5. Refracción en una superficie esférica	1097
35-6. Lentes delgadas	1101
35-7. Métodos gráficos para lentes	1105
Resumen/Términos clave	1110
Preguntas/Ejercicios/Problemas	1111
<b>Capítulo 36. Instrumentos ópticos</b>	1118
36-1. Introducción	1118
36-2. Cámaras y proyectores	1118
36-3. El ojo	1123
36-4. La lupa	1126
36-5. El microscopio	
36-6. Telescopios	1129
*36-7. Aberraciones en lentes	1131
Resumen/Términos clave	1133
Preguntas/Ejercicios/Problemas	1134
<b>Capítulo 37. Interferencia</b>	1138
37-1. introducción	1138
37-2. Interferencia y fuentes coherentes	1138
37-3. Interferencia de luz de dos fuentes	1142
37-4. Intensidad en patrones de interferencia	1145
37-5. Interferencia e películas delgadas	1149
37-6. El interferómetro de Michelson	1154
*37-7. El fotón: Estudio de caso en física cuántica	1156
Resumen/Términos clave	1158
Preguntas/Ejercicios/Problemas	1159
<b>Capítulo 38. Difracción</b>	1165
38-1. Introducción	
38-2. Difracciones de Fresnel y de Fraunhofer	1165
38-3. Difracción producida por una sola ranura	1167
38-4. Intensidad en la configuración de una sola ranura	1170
38-5. Ranuras múltiples	1170
38-6. La rejilla de difracción	1176
38-7. Difracción de rayos X	1179
38-8. Aberturas circulares y poder de resolución	1182
38-9. Holografía	1185
Resumen/Términos clave	1187
Preguntas/Ejercicios/Problemas	1188
<b>Física Moderna</b>	
<b>Capítulo 39. Relatividad</b>	1193
39-1. Introducción	1193
39-2. Invariancia de las leyes físicas	1193
39-3. Relatividad de la simultaneidad	1196
39-4. Relatividad de los intervalos de tiempo	1198
39-5. Relatividad de la longitud	1202

39-6. Las transformaciones de Lorentz	1206
*39-7. Diagramas espacio – tiempo	1210
*39-8. El efecto Doppler para ondas electromagnéticas	1211
39-9. Cantidad de movimiento relativista	1213
39-10. Trabajo y energía relativistas	1216
39-11. Mecánica newtoniana y relatividad	1219
Resumen/Términos clave	1221
Preguntas/Ejercicios/Problemas	1223
<b>Capítulo 4. Fotones, Electrones y Átomos</b>	1229
40-1. Introducción	1229
40-2. Emisión y absorción de luz	1229
40-3. El efecto fotoeléctrico	1231
40-4. Espectros de líneas y niveles de energía atómicos	1236
40-5. El núcleo atómico	1241
40-6. El modelo de Bohr	1244
40-7. El láser	1249
40-8. Producción y dispersión de rayos X	1252
40-9. Espectros continuos	1256
40-10. Dualidad onda - partícula	1259
Resumen/Términos clave	1261
Preguntas/Ejercicios/Problemas	1262
<b>Capítulo 41. La Naturaleza Ondulatorio de las Partículas</b>	1268
41-1. Introducción	1268
41-2. Ondas de de Broglie	1268
41-3. Difracción de los electrones	1271
41-4. Probabilidad e incertidumbre	1274
41-5. El microscopio electrónico	1278
41-6. Funciones de onda	1281
Resumen/Términos clave	1285
Preguntas/Ejercicios/Problemas	1286
<b>Capítulo 42. Mecánica Cuántica</b>	1290
42-1. Introducción	1290
42-2. Partícula en una caja	1290
42-3. La ecuación de Schrodinger	1294
42-4. Pozos de potencial	1297
42-5. Barreras de potencial y efecto túnel	1301
42-6. El oscilador armónico	1303
42-7. Problemas tridimensionales	1308
Resumen/Términos clave	1309
Preguntas/Ejercicios/Problemas	1309
<b>Capítulo 43. Estructura Atómica</b>	1314
43-1. Introducción	1314
43-2. El átomo de hidrógeno	1314
43-3. El efecto Zeeman	1321
43-4. El Espín del electrón	1325
43-5. Átomos de múltiples electrones y el principio de exclusión	1329
43-6. Espectros de rayos X	1335
Resumen/Términos clave	1338

Preguntas/Ejercicios/Problemas	1339
<b>Capítulo 44. Moléculas y Materia Condensada</b>	1343
44-1. Introducción	1343
44-2. Tipos de enlaces moleculares	1343
44-3. Espectros moleculares	1346
44-4. Estructura de los sólidos	1350
44-5. Bandas de energía	1354
44-6. El modelo de electrones libres para metales	1356
44-7. Semiconductores	1360
44-8. Dispositivos semiconductores	1364
44-9. Superconductividad	1369
Resumen/Términos clave	1370
Preguntas/Ejercicios/Problemas	1371
<b>Capítulo 45. Física Nuclear</b>	1375
45-1. Introducción	1375
45-2. Propiedades de los núcleos	1375
45-3. Enlace nuclear y estructura nuclear	1379
45-4. Estabilidad y radiactividad nuclear	1385
45-5. Actividades y vidas medias	1391
45-6. Efectos biológicos de la radiación	1394
45-7. Reacciones nucleares	1397
45-8. Fisión nuclear	1400
45-9. Fusión nuclear	1404
Resumen/Términos clave	1407
Preguntas/Ejercicios/Problemas	1407
<b>Capítulo 46. Física de Partículas y Cosmología</b>	1413
46-1. Introducción	1413
46-2. Historia de las partículas fundamentales	1413
46-3. Aceleradores y detectores de partículas	1418
46-4. Partículas e interacciones	1424
46-5. Quarks y el camino óctuple	1430
46-6. El modelo estándar y más allá	1434
46-7. El universo en expansión	1436
46-8. El principio del tiempo	1441
Resumen/Términos clave	1449
Preguntas/Ejercicios/Problemas	1449
<b>Apéndices</b>	1453
A. El Sistema Internacional de Unidades	1453
B. Relaciones Matemáticas Útiles	1455
C. El Alfabeto Griego	1456
D. Tabla Periódica de los Elementos	1457
E. Factores de Conversión de Unidades	1458
F. Constantes Numéricas	1459
Respuestas a las Problemas Impares	1461
Índices de Materias	1469
Créditos de Imágenes	1481