

# ÍNDICE ANALÍTICO

Prefacio a la segunda edición	VII	<b>CAPÍTULO 2</b>	
Del prefacio de la primera edición	IX	<b>MOVIMIENTO EN DOS DIMENSIONES</b>	28
Prólogo: La Física y el estudiante de ciencias de la vida	XIII	2.1 Una introducción a los vectores	28
		2.2 Velocidad en dos dimensiones	31
		2.3 Aceleración en dos dimensiones	33
		2.4 Cálculo del movimiento de un objeto	33
		2.5 Proyectiles	34
		Temas suplementarios	40
		2.6 Proyectiles en Biomecánica	40
<b>UNIDAD 1</b>		<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>LAS LEYES GENERALES DEL</b>		<b>LAS LEYES DEL NEWTON DEL</b>	
<b>MOVIMIENTO</b>	1	<b>MOVIMIENTO</b>	44
<b>CAPÍTULO 1</b>		3.1 Fuerza, peso y masa gravitatoria	44
<b>MOVIMIENTO RECTILÍNEO</b>	3	3.2 Densidad	46
1.1 Medidas, patrones, unidades y errores	3	3.3 Primera ley de Newton	46
1.2 Desplazamiento; velocidad media	7	3.4 Equilibrio	47
1.3 Velocidad instantánea	10	3.5 Tercera ley de Newton	48
1.4 Aceleración	12	3.6 Segunda ley de Newton	49
1.5 Cálculo del movimiento de un objeto	12	3.7 Importancia de las leyes de Newton del movimiento	50
1.6 La aceleración de la gravedad y la caída de los cuerpos	15	3.8 Algunos ejemplos de las leyes de Newton	50
Galileo Galilei	17	Sir Isaac Newton	51
1.7 Modelos de Física	18	3.9 Fuerzas gravitatorias	55
Temas suplementarios	24	3.10 Peso	56
1.8 Salto vertical	24	3.11 Peso efectivo	57
		3.12 Rozamiento	58

<b>CAPÍTULO 4</b>			
<b>ESTÁTICA</b>			
4.1 Momentos	71	6.6 Resolución de problemas mediante tra-	137
4.2 Equilibrio de cuerpos rígidos	74	bajo y energía	140
4.3 El centro de gravedad	76	6.7 Energía potencial gravitatoria	142
4.4 Estabilidad y equilibrio	79	6.8 Energía potencial eléctrica	142
4.5 Palancas; ventaja mecánica	80	6.9 Potencia	142
4.6 Músculos	81	6.10 Trabajo y energía en el movimiento de	143
4.7 Palancas en el cuerpo	82	rotación	144
Temas suplementarios	89	6.11 El salto. Leyes de escala en Fisiología	144
4.8 Las mandíbulas de los animales	89	Temas suplementarios	156
4.9 Centro de gravedad de los seres huma-	91	6.12 La carrera	156
nos	91	6.13 Deducción de la fórmula de la energía	157
4.10 Sistemas de poleas	93	potencial gravitatoria	
<b>CAPÍTULO 5</b>		<b>CAPÍTULO 7</b>	
<b>MOVIMIENTO CIRCULAR</b>		<b>IMPETU Y MOMENTO ANGULAR</b>	
5.1 Aceleración centrípeta	96	7.1 Impulso e ímpetu	159
5.2 Ejemplos de movimiento circular	99	7.2 Conservación del ímpetu	161
5.3 Variables angulares	102	7.3 Movimiento del centro de masas	164
5.4 Momento de una fuerza, aceleración	105	7.4 Colisiones elásticas e inelásticas	165
angular y momento de inercia	108	7.5 Momento angular de un sólido rígido	168
5.5 Cargas eléctricas: fuerzas fundamenta-	109	7.6 Momento angular de una partícula	170
les	110	Temas suplementarios	178
5.6 Ley de Coulomb	110	7.7 Ímpetu y empleo de cuerpo	178
Coulomb y Cavendish	118	7.8 Movimiento giroscópico	180
Temas suplementarios	118	<b>CAPÍTULO 8</b>	
5.7 Satélites; mareas	118	<b>PROPIEDADES ELÁSTICAS DE LOS</b>	
5.8 Efectos fisiológicos de la aceleración	120	<b>MATERIALES</b>	183
5.9 Percepción sensorial del movimiento	121	8.1 Aspectos generales de los esfuerzos y	183
angular	121	las deformaciones	185
5.10 Deducción de la fórmula de la acelera-	123	8.2 Módulo de Young	186
ción radial	123	8.3 Resistencia a la flexión	190
<b>UNIDAD 2</b>		8.4 Flexión lateral y diseño estructural en	191
<b>TEMAS ADICIONALES DE MECÁNICA</b>	127	la naturaleza	191
<b>CAPÍTULO 6</b>		8.5 Momentos cortantes y de torsión	199
<b>TRABAJO, ENERGÍA Y POTENCIA</b>	129	Temas suplementarios	199
6.1 Trabajo	131	8.6 Estructura y función	200
6.2 Energía cinética	133	8.7 Deducción de $I_{cm} = cr^2/3$	200
6.3 Energía potencial y fuerzas conserva-	135	<b>CAPÍTULO 9</b>	
tivas	133	<b>MOVIMIENTO VIBRATORIO</b>	203
6.4 Fuerzas disipativas	135	9.1 Movimiento armónico simple; un ex-	203
6.5 Observaciones sobre el trabajo y la	136	perimento	205
energía	136	9.2 Peso colgado de un muelle	206
		9.3 El péndulo físico	206

9.4	Energía en el movimiento armónico simple	209	12.2	Capacidad calorífica	265
9.5	Oscilaciones amortiguadas	210	12.3	Cambios de fase	268
9.6	Oscilaciones forzadas y resonancia	211	12.4	Conducción de calor	270
<b>Temas suplementarios</b>		217	12.5	Transmisión del calor por convección	272
9.7	Los efectos de la vibración sobre los seres humanos	217	12.6	Radiación	274
9.8	Deducción de las ecuaciones del movimiento armónico	219	<b>Temas suplementarios</b>		284
			12.7	Regulación de la temperatura en animales de sangre caliente	284
<b>UNIDAD 3</b>			<b>UNIDAD 4</b>		
<b>CALOR</b>		223	<b>FLUIDOS</b>		289
<b>CAPÍTULO 10</b>			<b>CAPÍTULO 13</b>		
<b>TEMPERATURA Y COMPORTAMIENTO DE LOS GASES</b>		225	<b>LA MECÁNICA DE LOS FLUIDOS IDEALES</b>		291
10.1	Escalas de temperatura	225	13.1	Principio de Arquímedes	292
10.2	Masas moleculares	226	13.2	La ecuación de continuidad; flujo estacionario	294
10.3	Presión	227	13.3	Ecuación de Bernoulli	295
10.4	La ley de los gases ideales	228	13.4	Consecuencias estáticas de la ecuación de Bernoulli	296
10.5	Mezclas de gases	229	13.5	El papel de la gravedad en la circulación	297
10.6	Temperatura y energías moleculares	230	13.6	Medidas de presión sanguínea mediante el esfigmomanómetro	299
10.7	Difusión	231	13.7	Consecuencias dinámicas de la ecuación de Bernoulli	300
10.8	Soluciones diluidas: presión osmótica	233	13.8	Medidores de flujo	300
<b>Temas suplementarios</b>		239	<b>Temas suplementarios</b>		307
10.9	Deducción de la ley de los gases ideales a partir de un modelo científico	239	13.9	El vuelo de los animales y de los aviones	307
<b>CAPÍTULO 11</b>			<b>CAPÍTULO 14</b>		
<b>TERMODINÁMICA</b>		241	<b>FLUJO DE FLUIDO VISCOSO</b>		312
11.1	Trabajo mecánico	241	14.1	Viscosidad	312
11.2	Primera ley de la termodinámica	243	14.2	Flujo laminar en un tubo: análisis dimensional	313
11.3	Segunda ley de la termodinámica Mayer, Joule y Helmholtz	245	14.3	Flujo turbulento	316
11.4	El teorema de Carnot y la conversión de energía	246	14.4	Flujo en el sistema circulatorio	317
11.5	Implicaciones del teorema de Carnot	249	<b>Temas suplementarios</b>		324
11.6	Frigoríficos y bombas de calor	250	14.5	Fuerzas de arrastre viscosas	324
<b>Temas suplementarios</b>		257	14.6	Fuerzas de arrastre a "altas velocidades"	326
11.7	Metabolismo humano	257	14.7	Centrifugación	327
<b>CAPÍTULO 12</b>					
<b>PROPIEDADES TÉRMICAS DE LA MATERIA</b>		262			
12.1	Dilatación térmica	262			

**CAPÍTULO 15**  
**FUERZAS DE COHESIÓN EN**  
**LÍQUIDOS**

15.1 Tensión superficial	332
15.2 Ángulo de contacto y capilaridad	334
15.3 Ley de Laplace	335
15.4 Tensioactivos en los pulmones	337
15.5 El corazón como una bomba	337
15.6 El ascenso de la savia en los árboles; presiones negativas	338

**UNIDAD 5**  
**ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO**
**CAPÍTULO 16**  
**FUERZAS, CAMPOS Y POTENCIALES**  
**ELÉCTRICOS**

16.1 Fuerzas eléctricas	347
16.2 El campo eléctrico	348
16.3 El campo eléctrico debido a distribuciones de carga	351
16.4 Potencial eléctrico	353
16.5 Superficies equipotenciales	356
16.6 Dipolos eléctricos	356
16.7 El osciloscopio	359
16.8 Capacidad	359
16.9 Efectos de los dieléctricos	361
16.10 Energía almacenada en un condensador	363

**CAPÍTULO 17**  
**CORRIENTE CONTINUA**

17.1 Corriente eléctrica	370
17.2 Resistencia	372
17.3 Fuentes de energía en los circuitos	373
17.4 Potencia en los circuitos eléctricos	376
17.5 Resistencias en serie y en paralelo	377
17.6 Voltímetros y amperímetros	378
17.7 Circuitos con resistencia y capacidad	380
17.8 Seguridad eléctrica	383
Temas suplementarios	392
17.9 Teoría atómica de la resistencia	392
17.10 Aplicaciones de las medidas de resistencia	394
17.11 Electroforesis	395

17.12 Leyes de Kirchhoff en circuitos complejos	395
17.13 Deducción de las fórmulas para la carga y la intensidad en un circuito RC	396

**CAPÍTULO 18**  
**CONDUCCIÓN NERVIOSA**

18.1 La estructura de las células nerviosas	399
18.2 Resistencia y capacidad eléctrica de un axón	400
18.3 Concentraciones iónicas y potencial de reposo	401
18.4 Respuesta a estímulos débiles	404
18.5 El potencial de acción	407
18.6 Electroencefalógrafo y electrocardiograma	410

**CAPÍTULO 19**  
**MAGNETISMO**

19.1 Campos magnéticos	418
19.2 Fuerza magnética sobre una carga en movimiento	419
19.3 Medidores electromagnéticos de flujo	421
19.4 Fuerza magnética sobre una corriente en un conductor	422
19.5 Dipolos magnéticos	422
19.6 Motores y galvanómetros	425
19.7 Campos magnéticos producidos por corrientes	426
19.8 Fuerza entre dos conductores paralelos	428
Temas suplementarios	434
19.9 Medida de la razón carga/masa	434
19.10 Espectrómetro de masas	435
19.11 Ciclotrones	436

**CAPÍTULO 20**  
**CAMPOS Y CORRIENTES INDUCIDOS**

20.1 Ley de Faraday	440
20.2 Corrientes de Foucault	443
20.3 Generadores eléctricos	444
20.4 Transformadores	445
20.5 Campos inducidos y ondas electromagnéticas	445
Michael Faraday	446
20.6 Materiales magnéticos	448

20.7 Inductancia	449	<b>CAPÍTULO 23</b>	
20.8 Energía almacenada en una autoinducción	450	<b>PROPIEDADES ONDULATORIAS DE LA LUZ</b>	515
<b>Temas suplementarios</b>	455	23.1 Índice de refracción	515
20.9 Circuitos <i>RL</i>	455	23.2 Principio de Huygens	517
20.10 Corriente alterna: valores eficaces o cuadráticos medios de la intensidad y el voltaje	456	23.3 Reflexión de la luz	518
20.11 Reactancia	458	23.4 Refracción de la luz	519
20.12 Impedancia	460	23.5 Reflexión interna total	521
20.13 Potencia en circuitos de corriente alterna	462	23.6 Experimento de interferencia de Young de doble rendija	522
20.14 Equilibrado de impedancias	462	Thomas Young	526
20.15 Deducción de la FEM de un generador	464	23.7 Coherencia	527
		23.8 Red de difracción	528
		23.9 Difracción	531
		23.10 Polarización de la luz	534
		23.11 Difracción de rayos X y estructura de moléculas biológicas	537
<b>UNIDAD 6</b>		<b>Temas suplementarios</b>	546
<b>MOVIMIENTO ONDULATORIO</b>	469	23.12 Holografía	546
		23.13 Efectos de interferencia en películas delgadas	551
<b>CAPÍTULO 21</b>			
<b>DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO ONDULATORIO</b>	470	<b>CAPÍTULO 24</b>	
21.1 La representación de las ondas	470	<b>ESPEJOS, LENTES E INSTRUMENTOS ÓPTICOS</b>	555
21.2 La velocidad de las ondas	472	24.1 Espejos	555
21.3 Interferencia de ondas y ondas estacionarias	473	24.2 Lentes	556
21.4 Efectos de los límites	475	24.3 Formación de imágenes	559
21.5 Ondas estacionarias resonantes	477	24.4 Potencia de una lente; aberraciones	562
21.6 Ondas complicadas y pulsaciones	478	24.5 La lupa o lente de aumento	563
21.7 Energía e ímpetu en las ondas	479	24.6 El microscopio óptico de campo brillante	564
21.8 La polarización de las ondas transversales	480	24.7 El ojo humano	566
<b>Temas suplementarios</b>	485	<b>Temas suplementarios</b>	573
21.9 Efecto Doppler	485	24.8 La cámara fotográfica	573
		24.9 Resolución y contraste en los microscopios	575
<b>CAPÍTULO 22</b>		24.10 Microscopios de polarización, interferencia y contraste de fase	576
<b>EL SONIDO</b>	491	24.11 Defectos ópticos del ojo	578
22.1 Naturaleza y velocidad del sonido	491	24.12 Percepción y medida del color	582
22.2 Ondas sonoras estacionarias	493		
22.3 Intensidad de las ondas sonoras	495	<b>UNIDAD 7</b>	
22.4 Fuentes sonoras	496	<b>FÍSICA MODERNA</b>	589
22.5 Detectores de sonido	500		
22.6 Respuesta auditiva	501		
<b>Temas suplementarios</b>	507		
22.7 Ultrasonidos	507		

<b>CAPÍTULO 25</b>			
<b>RELATIVIDAD ESPECIAL</b>	591	28.5 Estructura atómica y la tabla periódica	648
25.1 Los principios fundamentales de la relatividad especial	592	28.6 Espectros atómicos de emisión y de absorción	651
25.2 Relojes en movimiento y dilatación temporal	593	<b>Temas suplementarios</b>	654
25.3 Contracción de la longitud	594	28.7 Máseres y láseres	654
25.4 Ímpetu y energía	595		
Albert Einstein	596	<b>CAPÍTULO 29</b>	
<b>Temas suplementarios</b>	602	<b>LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA</b>	658
25.5 El problema de los sucesos simultáneos	602	29.1 Enlace iónico	658
25.6 Adición de velocidades	605	29.2 Enlace covalente	659
		Linus Pauling	661
		29.3 Enlace metálico	664
		29.4 Aisladores y semiconductores	666
		29.5 Enlaces más débiles	667
		<b>Temas suplementarios</b>	672
<b>CAPÍTULO 26</b>		29.6 Resonancia magnética nuclear	672
<b>PROPIEDADES CORPUSCULARES DE LA LUZ: EL FOTÓN</b>	608	29.7 El comportamiento de un dipolo en un campo magnético	672
26.1 El efecto fotoeléctrico	608	29.8 Medida de la frecuencia de precesión	674
26.2 El fotón	610	29.9 El aparato de RMN	675
26.3 Dualidad onda-corpúsculo	613	29.10 El corrimiento químico	676
26.4 Los fotones y la visión	613	29.11 El desdoblamiento spin-spin	678
<b>CAPÍTULO 27</b>		<b>UNIDAD 9</b>	
<b>PROPIEDADES ONDULATORIAS DE LA MATERIA</b>	618	<b>EL NÚCLEO ATÓMICO</b>	685
27.1 Fracasos de la física clásica	619		
27.2 La hipótesis ondulatoria de De Broglie	621	<b>CAPÍTULO 30</b>	
27.3 El átomo de Bohr	624	<b>FÍSICA NUCLEAR</b>	687
Niels Bohr	625	30.1 Radiactividad	687
27.4 El principio de incertidumbre	630	30.2 Semivida o periodo de semidesintegración	688
		30.3 Datación en Arqueología y Geología	691
		30.4 Tamaños nucleares	694
<b>UNIDAD 8</b>		30.5 Protones y neutrones	694
<b>ÁTOMOS Y MOLÉCULAS</b>	639	30.6 Masas nucleares y energías de enlace	695
		30.7 Fuerzas nucleares	697
<b>CAPÍTULO 28</b>		30.8 Niveles nucleares de energía y estabilidad nuclear	697
<b>MECÁNICA CUÁNTICA Y ESTRUCTURA ATÓMICA</b>	641	30.9 Desintegraciones radiactivas	699
28.1 Las líneas generales de la mecánica cuántica	642	Enrico Fermi	702
28.2 Números cuánticos del átomo de hidrógeno	642	<b>Temas suplementarios</b>	708
28.3 Funciones de onda para el átomo de hidrógeno	645	30.10 Fisión nuclear	708
28.4 Principio de exclusión de Pauli	647	30.11 Reactores y explosivos de fisión	710
		30.12 Fusión nuclear	712
		30.13 Los quarks	712
		30.14 Deducción de la fórmula exponencial de desintegración	714

<b>CAPÍTULO 31</b>			
<b>RADIACIÓN IONIZANTE</b>	718	<b>B.3</b> Cifras significativas	746
31.1 La interacción de la radiación con la materia	718	<b>B.4</b> Solución de ecuaciones algebraicas	748
31.2 Unidades de radiación	721	<b>B.5</b> Gráficas	750
31.3 Efectos perjudiciales de la radiación	723	<b>B.6</b> Geometría plana y funciones trigonométricas	751
31.4 Exposición crónica a la radiación	725	<b>B.7</b> Desarrollos en serie	754
31.5 La radiación en Medicina	727	<b>B.8</b> Derivadas	755
31.6 Otras aplicaciones de la radiación	730	<b>B.9</b> Áreas y volúmenes	755
Temas suplementarios	737	<b>B.10</b> La función exponencial; logaritmos	755
31.7 Detección y medida de la radiación	737	<b>RESPUESTAS A LOS PROBLEMAS DE REPASO DEL APÉNDICE B</b>	757
31.8 Deducción de la fórmula de la pérdida de la energía	739	<b>APÉNDICE C</b>	
<b>EPÍLOGO</b>		<b>SISTEMAS DE UNIDADES</b>	759
<b>LA FÍSICA Y EL FUTURO</b>	742	<b>C.1</b> Tiempo, longitud y masa	759
<b>APÉNDICE A</b>		<b>C.2</b> Unidades de fuerza, peso	760
<b>TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS</b>	744	<b>C.3</b> Otras unidades de la mecánica	760
<b>APÉNDICE B</b>		<b>C.4</b> Unidades eléctricas	760
<b>REPASO MATEMÁTICO</b>	745	<b>C.5</b> Resumen	761
<b>B.1</b> Potencias y raíces	745	<b>RESPUESTAS A LOS EJERCICIOS Y PROBLEMAS IMPARES</b>	762
<b>B.2</b> Notación científica	746	<b>ÍNDICE ALFABÉTICO</b>	775