

# Contenido en detalle

<b>1 Acerca de la ciencia</b>	<b>23</b>		
La actitud científica, 24			
La ciencia y las artes, 27			
Ciencia y tecnología, 27			
Física: La ciencia básica, 28			
En perspectiva, 29			
<b>Parte I Mecánica</b>	<b>31</b>		
<b>2 Estudio del movimiento</b>	<b>32</b>		
El movimiento según Aristóteles, 32			
Copérnico y la Tierra en movimiento, 33			
Galileo y la torre inclinada, 34			
Planos inclinados de Galileo, 34			
Descripción del movimiento, 36			
<i>Rapidez</i> , 37			
<i>Velocidad</i> , 38			
<i>Aceleración</i> , 39			
Caída de los cuerpos, 40			
<i>Velocidad y aceleración</i> , 40			
<b>3 Movimiento de proyectiles y satélites</b>	<b>49</b>		
Movimiento de proyectiles, 49			
Satélites terrestres, 53			
Órbitas elípticas, 56			
Velocidad de escape, 59			
<b>4 Leyes del movimiento de Newton</b>	<b>67</b>		
Primera ley del movimiento de Newton, 67			
Segunda ley del movimiento de Newton, 70			
<i>Fuerza neta</i> , 72			
<i>Fricción</i> , 72			
Leyes de Newton y caída de los cuerpos, 74			
<i>Caso 1: Caída libre</i> , 74			
<i>Caso 2: Caída no libre con resistencia del aire</i> , 75			
Tercera ley del movimiento de Newton, 77			
Resumen de las tres leyes de Newton, 82			
<b>5 Cantidad de movimiento</b>		<b>87</b>	
Impulso y cantidad de movimiento, 87			
Conservación de la cantidad de movimiento, 92			
Choques, 93			
<i>Rebote</i> , 96			
<i>Adición vectorial de cantidad de movimiento</i> , 96			
<b>6 Energía</b>		<b>102</b>	
Trabajo, 102			
Potencia, 103			
Energía mecánica, 104			
<i>Energía potencial</i> , 104			
<i>Energía cinética</i> , 105			
Conservación de la energía, 107			
<i>Conservación de la energía en el movimiento de satélites</i> , 108			
<i>Velocidad de escape</i> , 110			
<i>Máquinas: Una aplicación de la conservación de la energía</i> , 112			
Eficiencia, 113			
Comparación de la energía cinética con el momentum, 114			
Energía para la vida, 117			
<b>7 Movimiento rotacional</b>		<b>123</b>	
Inercia rotacional, 123			
Momento torsional, 126			
Centro de masa y centro de gravedad, 127			
<i>Localización del centro de gravedad</i> , 129			
<i>Estabilidad</i> , 130			
Fuerza centrípeta y fuerza centrífuga, 132			
Fuerza centrífuga en un marco de referencia rotacional, 136			
Gravedad simulada, 137			
Cantidad de movimiento angular, 140			
Conservación de la cantidad de movimiento angular, 140			

<b>8 Gravitación</b>	<b>149</b>	Empuje del aire, 229	<b>222</b>
Leyes de Kepler, 149		Principio de Bernoulli, 231	
Desarrollo de la ley de la gravitación de Newton, 151		<i>Aplicaciones del principio de Bernoulli, 233</i>	
<i>Ley de la gravitación universal de Newton, 152</i>		Plasma, 236	
Peso e ingravidez, 155		<i>El plasma en la vida diaria, 237</i>	
Mareas, 157		<i>Potencia a partir del plasma, 237</i>	
Campo gravitacional, 160		<b>Parte III Calor</b>	<b>243</b>
Teoría de la gravitación de Einstein, 163		<b>13 Temperatura, calor y dilatación</b>	<b>244</b>
Hoyos negros, 163		Temperatura, 244	
Gravitación universal, 165		<i>Medición de la temperatura, 245</i>	
		Calor, 246	
<b>Parte II Propiedades de la materia</b>	<b>171</b>	<i>Cantidad de calor, 247</i>	
<b>9 Naturaleza atómica de la materia</b>	<b>173</b>	<i>Calor específico, 247</i>	
Átomos, 173		Dilatación, 249	
Moléculas, 177		<i>Dilatación del agua, 251</i>	
Masas molecular y atómica, 179		<b>14 Transferencia del calor</b>	<b>257</b>
Elementos, compuestos y mezclas, 180		Conducción, 257	
Estructura atómica, 181		Convección, 258	
Antimateria, 183		<i>Por qué se eleva el aire caliente, 258</i>	
Estados de la materia, 184		<i>Por qué se enfría el aire al dilatarse, 259</i>	
<b>10 Sólidos</b>	<b>189</b>	Radiación, 261	
Cómo están ordenados los átomos en un sólido, 189		<i>Dependencia de la temperatura respecto de la radiación, 262</i>	
Cómo se mantienen unidos los átomos en un sólido, 191		<i>Emisión, absorción y reflexión de la radiación, 263</i>	
Cristales líquidos, 193		<i>Enfriamiento nocturno por radiación, 265</i>	
Aleaciones, 193		<i>Efecto de invernadero, 266</i>	
Densidad, 194		Ley del enfriamiento de Newton, 267	
Elasticidad, 195		Potencia solar, 267	
Escalación, 198		El problema del exceso de calor, 270	
<b>11 Líquidos</b>	<b>205</b>	<b>15 Cambio de estado</b>	<b>274</b>
Presión en un líquido, 205		Evaporación y condensación, 274	
Empuje, 209		Ebullición, 275	
Principio de Pascal, 214		<i>Géiseres, 276</i>	
Tensión superficial, 216		<i>La ebullición es un proceso de enfriamiento, 277</i>	
Capilaridad, 217		<i>Ebullición y congelación simultáneas, 277</i>	
<b>12 Gases y plasmas</b>		Fusión y congelación, 278	
Atmósfera, 222		<i>Recongelación, 278</i>	
Presión atmosférica, 224		<i>Punto de congelación de soluciones, 278</i>	
<i>Barómetros, 225</i>			
Ley de Boyle, 228			

## 12 Contenido en detalle

Energía de los cambios de estado, 279	
Humedad, 281	
Niebla y nubes, 283	
<b>16 Termodinámica</b>	<b>287</b>
Cero absoluto, 287	
Energía interna, 288	
Primera ley de la termodinámica, 289	
<i>Procesos adiabáticos, 291</i>	
<i>Meteorología y primera ley, 292</i>	
Segunda ley de la termodinámica, 295	
Entropía, 299	
<b>Parte IV Sonido</b>	<b>303</b>
<b>17 Vibraciones y ondas</b>	<b>304</b>
Péndulos, 304	
Algunos términos técnicos, 305	
Movimiento ondulatorio, 306	
<i>Velocidad de onda, 307</i>	
Ondas transversales, 308	
Ondas longitudinales, 308	
Interferencia, 309	
<i>Ondas estacionarias, 310</i>	
Efecto Doppler, 311	
Barreras de ondas, 313	
Ondas proa, 313	
Ondas de choque, 314	
<b>18 Sonido</b>	<b>318</b>
Origen del sonido, 318	
Naturaleza del sonido en el aire, 318	
Medios que transmiten el sonido, 320	
Rapidez del sonido, 320	
Refracción del sonido, 321	
Reflexión del sonido, 321	
Energía de las ondas sonoras, 323	
Vibraciones forzadas, 323	
Resonancia, 323	
Interferencia, 325	
<i>Pulsaciones, 326</i>	
<b>19 Sonidos musicales</b>	<b>331</b>
Ruidos y sonidos musicales, 331	
Altura, 331	
Sonoridad, 332	
Calidad, 334	
Instrumentos musicales, 335	
Escalas musicales, 336	
Análisis de Fourier, 338	
Disco compacto, 340	
<b>Parte V Electricidad y magnetismo</b>	<b>345</b>
<b>20 Electrostática</b>	<b>346</b>
Fuerzas eléctricas, 346	
Ley de Coulomb, 347	
Aislamiento eléctrico, 348	
Conductores y aisladores, 348	
Semiconductores, 350	
Carga, 351	
<i>Carga por fricción, 351</i>	
<i>Carga por contacto, 352</i>	
<i>Carga por inducción, 352</i>	
Campo eléctrico, 354	
Potencial eléctrico, 357	
<i>Generadores Van de Graaff, 359</i>	
<b>21 Corriente eléctrica</b>	<b>362</b>
Flujo de carga, 362	
Fuerza electromotriz y corriente, 363	
Resistencia eléctrica, 364	
Ley de ohm, 364	
<i>Choque eléctrico y ley de Ohm, 366</i>	
Corriente continua y corriente alterna, 367	
Rapidez y fuente de los electrones en un circuito, 368	
Potencia eléctrica, 369	
Circuitos eléctricos, 370	
<i>Circuitos en serie, 371</i>	
<i>Circuitos en paralelo, 372</i>	
<b>22 Magnetismo</b>	<b>379</b>
Fuerzas magnéticas, 379	
Naturaleza del campo magnético, 379	
Dominios magnéticos, 381	
Polos magnéticos, 382	
Campo magnético terrestre, 383	
Fuerzas magnéticas sobre partículas cargadas en movimiento, 384	
Magnetismo y evolución, 387	
Biomagnetismo, 387	

<b>23 Interacciones electromagnéticas</b>	<b>391</b>	¿Por qué son rojas las puestas de sol? 450	
Fuerza magnética en un alambre portador de corriente, 392		Visión del color, 452	
Inducción electromagnética, 394		<b>27 Ondas luminosas</b>	<b>460</b>
Transformadores, 398		Principio de Huygens, 460	
Autoinducción, 400		Difracción, 462	
Producción de potencia eléctrica, 400		Interferencia, 464	
<i>Potencia producida por un turbogenerador, 400</i>		Colores de interferencia por reflexión en películas delgadas, 470	
<i>Potencia MHD, 401</i>		Polarización, 471	
Transmisión de potencia eléctrica, 402		<i>Visión tridimensional, 475</i>	
Inducción de campos, 403		Obtención de colores por transmisión a través de materiales polarizadores, 476	
En perspectiva, 404		Holografía, 478	
<b>24 Radiación electromagnética</b>	<b>407</b>	<b>28 Emisión de luz</b>	<b>485</b>
Velocidad de las ondas electromagnéticas, 407		Excitación, 485	
Espectro electromagnético, 408		<i>Espectros de emisión, 488</i>	
Producción de ondas electromagnéticas, 411		Incandescencia, 490	
Las ondas electromagnéticas están en todas partes, 413		<i>Espectros de absorción, 491</i>	
		Fluorescencia, 493	
		<i>Lámparas fluorescentes, 494</i>	
		Fosforescencia, 495	
		Lasers, 495	
<b>Parte VI Luz</b>	<b>417</b>	<b>29 Cuantos de luz</b>	<b>505</b>
<b>25 Reflexión y refracción</b>	<b>418</b>	Cómo surgió la teoría cuántica, 505	
Reflexión, 418		Cuantización y constante de Planck, 506	
Principio del tiempo mínimo, 418		Efecto fotoeléctrico, 507	
Ley de la reflexión, 419		Dualidad onda-partícula, 510	
Espejos planos, 421		Experimento de la doble ranura, 511	
Reflexión difusa, 422		Partículas como ondas: difracción del electrón, 513	
Refracción, 423		Principio de incertidumbre, 516	
Rapidez de la luz en un medio transparente, 427		Complementaridad, 519	
Causas de la refracción, 429		<b>Parte VII Física atómica y física nuclear</b>	<b>523</b>
<i>Dispersión en un prisma, 431</i>		<b>30 El átomo y el cuanto</b>	<b>524</b>
<i>Arco iris, 432</i>		Descubrimiento del núcleo atómico, 524	
Lentes, 434		Espectros atómicos: indicios sobre la estructura atómica, 525	
Reflexión interna total, 436		Modelo atómico de Bohr, 525	
		<i>Tamaños relativos de los átomos, 527</i>	
		Explicación de los niveles cuantizados de energía: ondas electrónicas, 529	
		Mecánica cuántica, 530	
<b>26 Color</b>	<b>442</b>		
Reflexión selectiva, 442			
Transmisión selectiva, 444			
Mezcla de colores, 445			
<i>Reglas para la mezcla de colores, 449</i>			
¿Por qué es azul el cielo? 449			

## 14 Contenido en detalle

Principio de correspondencia, 532

- 31 Núcleo atómico y radiactividad** 534
- Rayos X y radiactividad, 534
  - Rayos alfa, beta y gamma, 535
  - El núcleo, 536
  - Isótopos, 537
  - Por qué algunos átomos son radiactivos, 538
  - Vida media, 539
  - Detectores de radiación, 540
  - Transmutación natural de los elementos, 543
  - Transmutación artificial de los elementos, 545
  - Isótopos radiactivos, 547
  - Fechado con carbono, 548
  - Fechado con uranio, 551
  - Efectos de la radiación en el ser humano, 551
- 32 Fisión y fusión nucleares** 556
- Fisión nuclear, 556
  - Reactores nucleares, 558
  - Equivalencia masa-energía, 564
  - Fusión nuclear, 567
  - Fusión controlada*, 568
  - Soplete de fusión y reciclaje*, 571
- Parte VIII Relatividad y astrofísica** 575
- 33 Teoría especial de la relatividad** 578
- El movimiento es relativo, 579
  - Experimento de Michelson-Morley, 579
  - Postulados de la teoría especial de la relatividad, 580
  - Espacio-tiempo, 582
  - Dilatación del tiempo, 583
  - El viaje de un gemelo, 587
  - Viaje espacial, 592
  - Contracción de la longitud, 595
  - Aumento de la masa con la rapidez, 597
  - Equivalencia masa-energía, 598
  - Principio de correspondencia, 601
- 34 Teoría general de la relatividad** 605
- Principio de equivalencia, 605
  - Desviación de la luz por la gravedad, 606
  - Gravedad y tiempo: desplazamiento gravitacional hacia el rojo, 609
  - Gravedad y espacio:
    - Movimiento de mercurio, 612
    - Gravedad, espacio y una nueva geometría, 613  - Ondas gravitacionales, 616
  - Gravitación newtoniana y einsteiniana, 617
- 35 Astrofísica** 619
- El Gran Estallido, 619
  - Nacimiento de una estrella, 620
  - La estrella más cercana: el Sol, 621
  - Evolución estelar, 624
  - Mientras más grandes son, más fuerte caen*, 624
  - Hoyos negros, 628
  - Observaciones de los hoyos negros*, 632
  - Quasares, 633
  - Nuestro universo en expansión, 633
- Epílogo** 637
- Apéndice I Sistemas de medidas** 638
- Sistema inglés, 638
  - Sistema métrico, 638
  - Sistema Internacional de unidades, 639
  - Metro*, 639
  - Kilogramo*, 639
  - Segundo*, 639
  - Newton*, 640
  - Joule*, 640
  - Ampere*, 640
  - Kelvin*, 640
  - Medidas de área y volumen, 640
  - Área*, 640
  - Volumen*, 641
  - Notación científica, 641
- Apéndice II Algo más acerca del movimiento** 643
- Cálculo de la distancia cuando el movimiento es uniforme, 643
  - Cálculo de la distancia cuando la aceleración es constante, 643
  - Ejemplos*, 644

<b>Apéndice III Vectores</b>	<b>645</b>	<b>Apéndice V Crecimiento exponencial y tiempo de duplicación</b>	<b>653</b>
Vectores y escalares, 645			
Adición de vectores, 645			
Cálculo de las componentes de vectores, 645		<b>Glosario</b>	<b>660</b>
<i>Ejemplos, 646</i>			
<i>Veleros, 648</i>		<b>Índice onomástico</b>	<b>675</b>
<b>Apéndice IV Constante universal de la gravitación, <math>G</math></b>	<b>651</b>	<b>Índice de temas</b>	<b>676</b>