

CONTENIDO

CAPÍTULO 1			
MEDICIONES		1	
1-1	Las Cantidades Físicas, Patrones y Unidades	1	
1-2	El Sistema Internacional de Unidades	2	
1-3	Patrón de Tiempo	3	
1-4	Patrón de Longitud	5	
1-5	Patrón de Masa	7	
1-6	Precisión y Cifras Significativas	8	
1-7	Análisis Dimensional	10	
	Preguntas y Problemas	11	
CAPÍTULO 2			
MOVIMIENTO UNIDIMENSIONAL		17	
2-1	Cinemática de la Partícula	17	
2-2	Descripciones del Movimiento	17	
2-3	Velocidad Promedio	20	
2-4	Velocidad Instantánea	21	
2-5	Movimiento Acelerado	23	
2-6	Movimiento con Aceleración Constante	25	
2-7	Cuerpos en Caída Libre	28	
2-8	Galileo y la Caída Libre <i>(Opcional)</i>	29	
2-9	Medición de la Aceleración en Caída Libre		
	<i>(Opcional)</i>	30	
	Preguntas y Problemas	31	
CAPÍTULO 3			
VECTORES		41	
3-1	Vectores y Escalares	41	
3-2	Suma de Vectores: Método Gráfico	42	
3-3	Componentes de Vectores	43	
3-4	Suma de Vectores: Método de las Componentes	46	
3-5	Multipliación de Vectores	48	
3-6	Las Leyes Vectoriales en la Física <i>(Opcional)</i>	50	
	Preguntas y Problemas	53	
CAPÍTULO 4			
MOVIMIENTO BIDIMENSIONAL Y TRIDIMENSIONAL		59	
4-1	Posición, Velocidad, y Aceleración	59	
4-2	Movimiento con Aceleración Constante	61	
4-3	Movimiento de proyectiles	63	
4-4	Movimiento Circular Uniforme	67	
4-5	Vectores de Velocidad y de Aceleración en el Movimiento Circular <i>(Opcional)</i>	69	
4-6	Movimiento Relativo	71	
	Preguntas y Problemas	74	
CAPÍTULO 5			
FUERZA Y LAS LEYES DE NEWTON		87	
5-1	Mecánica Clásica	87	
5-2	Primera Ley de Newton	88	
5-3	Fuerza	90	
5-4	Masa	90	
5-5	Segunda Ley de Newton	92	
5-6	Tercera Ley de Newton	94	
5-7	Unidades de Fuerza	96	
5-8	Peso y Masa	97	
5-9	Medición de Fuerzas	99	
5-10	Aplicaciones de las Leyes de Newton	100	
5-11	Más Aplicaciones de las Leyes de Newton	103	
	Preguntas y Problemas	106	

**CAPÍTULO 6
DINÁMICA DE LA PARTÍCULA 117**

6-1 Leyes de la Fuerza	117
6-2 Fuerzas de Fricción	118
6-3 La Dinámica del Movimiento Circular Uniforme	123
6-4 Ecuaciones del Movimiento: Fuerzas Constantes y No Constantes	126
6-5 Fuerzas Dependientes del Tiempo: Métodos Analíticos	128
6-6 Fuerzas Dependientes del Tiempo: Métodos Numéricos (<i>Opcional</i>)	129
6-7 Fuerzas de Arrastre y el Movimiento de Proyectiles	130
6-8 Marcos No Inerciales y Seudofuerzas (<i>Opcional</i>)	133
6-9 Limitaciones de las Leyes de Newton (<i>Opcional</i>)	135
Preguntas y Problemas	137

**CAPÍTULO 7
TRABAJO Y ENERGÍA 149**

7-1 Trabajo Efectuado por una Fuerza Constante	149
7-2 Trabajo Efectuado por una Fuerza Variable: Caso Unidimensional	153
7-3 Trabajo Efectuado por una Fuerza Variable: Caso Bidimensional (<i>Opcional</i>)	155
7-4 Energía Cinética y el Teorema Trabajo-Energía	157
7-5 Potencia	159
7-6 Marcos de Referencia (<i>Opcional</i>)	160
7-7 Energía Cinética a Altas Velocidades (<i>Opcional</i>)	162
Preguntas y Problemas	163

**CAPÍTULO 8
CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA 171**

8-1 Fuerzas Conservativas	171
8-2 Energía Potencial	174
8-3 Sistemas Conservativos Unidimensionales	176
8-4 Sistemas Conservativos Unidimensionales: La Solución Completa	179
8-5 Sistemas Conservativos Bidimensionales y Tridimensionales (<i>Opcional</i>)	182
8-6 Conservación de la Energía en un Sistema de Partículas	183

8-7 Masa y Energía (<i>Opcional</i>)	187
8-8 Cuantización de la Energía (<i>Opcional</i>)	189
Preguntas y Problemas	190

**CAPÍTULO 9
SISTEMAS DE PARTÍCULAS 203**

9-1 Sistemas de Dos Partículas	203
9-2 Sistemas de Muchas Partículas	206
9-3 Centro de Masa de Objetos Sólidos	209
9-4 Ímpetu Lineal de una Partícula	212
9-5 Ímpetu Lineal de un Sistema de Partículas	213
9-6 Conservación del Ímpetu Lineal	214
9-7 Trabajo y Energía en un Sistema de Partículas (<i>Opcional</i>)	217
9-8 Sistemas de Masa Variable (<i>Opcional</i>)	220
Preguntas y Problemas	224

**CAPÍTULO 10
COLISIONES 233**

10-1 ¿Qué es una Colisión?	233
10-2 Impulso e Ímpetu	234
10-3 Conservación e Ímpetu Durante las Colisiones	236
10-4 Colisiones en una Dimensión	237
10-5 Colisiones Bidimensionales	241
10-6 Marco de Referencia del Centro de Masa	244
10-7 Procesos de Desintegración Espontánea (<i>Opcional</i>)	248
Preguntas y Problemas	250

**CAPÍTULO 11
CINEMÁTICA DE LA ROTACIÓN 261**

11-1 Movimiento de Rotación	261
11-2 Las Variables de la Rotación	262
11-3 Rotación con Aceleración Angular Constante	264
11-4 Cantidades de Rotación como Vectores	265
11-5 Relaciones Entre Variables Lineales y Angulares: Forma Escalar	268
11-6 Relaciones Entre las Variables Lineales y Angulares: Forma Vectorial (<i>Opcional</i>)	269
Preguntas y Problemas	271

**CAPÍTULO 12
DINÁMICA DE LA ROTACIÓN 277**

12-1 Dinámica de la Rotación: Una Visión General	277
--	-----

12-2 Energía Cinética de la Rotación e Inercia de la Rotación	278
12-3 Inercia de Rotación de los Cuerpos Sólidos	281
12-4 Torca que Actúa Sobre una Partícula	283
12-5 Dinámica de la Rotación de un Cuerpo Rígido	286
12-6 Movimientos de Rotación y de Traslación	
Combinados	290
Preguntas y Problemas	296

CAPÍTULO 13
ÍMPETU ANGULAR **305**

13-1 Ímpetu Angular de una Partícula	305
13-2 Sistemas de Partículas	307
13-3 Ímpetu Angular y Velocidad Angular	309
13-4 Conservación del Ímpetu Angular	313
13-5 El Trompo	319
13-6 Cuantización del Ímpetu Angular <i>(Opcional)</i>	320
13-7 Dinámica Rotacional: un Repaso	321
Preguntas y Problemas	321

CAPÍTULO 14
EQUILIBRIO DE LOS CUERPOS RÍGIDOS **331**

14-1 Condiciones de Equilibrio	331
14-2 Centro de Gravedad	332
14-3 Ejemplos de Equilibrio	334
14-4 Equilibrio Estable, Inestable y Neutro de los Cuerpos Rígidos en un Campo Gravitatorio	339
14-5 Elasticidad	341
Preguntas y Problemas	344

CAPÍTULO 15
OSCILACIONES **353**

15-1 Sistemas Oscilatorios	353
15-2 El Oscilador Armónico Simple	355
15-3 Movimiento Armónico Simple	356
15-4 Consideraciones Energéticas en el Movimiento Armónico Simple	359
15-5 -Aplicaciones del Movimiento Armónico Simple	361
15-6 Movimiento Armónico Simple y Movimiento Circular Uniforme	365
15-7 Combinaciones de Movimientos Armónicos	367
15-8 Movimiento Armónico Amortiguado <i>(Opcional)</i>	368

15-9 Oscilaciones Forzadas y Resonancia <i>(Opcional)</i>	370
15-10 Oscilaciones de Dos Cuerpos <i>(Opcional)</i>	371
Preguntas y Problemas	373

CAPÍTULO 16
GRAVITACIÓN **383**

16-1 La Gravitación Desde la Antigüedad Hasta Kepler	383
16-2 Newton y la Ley de la Gravitación Universal	385
16-3 La Constante Gravitatoria G	386
16-4 La Gravedad Cerca de la Superficie de la Tierra	388
16-5 Efecto Gravitatorio de una Distribución Esférica de la Materia <i>(Opcional)</i>	390
16-6 Energía Potencial Gravitatoria	393
16-7 El Campo Gravitatorio y el Potencial <i>(Opcional)</i>	396
16-8 Los Movimientos de Planetas y Satélites	397
16-9 Gravitación Universal	402
16-10 La Teoría General de la Relatividad <i>(Opcional)</i>	404
Preguntas y Problemas	408

CAPÍTULO 17
ESTÁTICA DE LOS FLUIDOS **419**

17-1 Fluidos y Sólidos	419
17-2 Presión y Densidad	420
17-3 Variación de la Presión en un Fluido en Reposo	422
17-4 Principio de Pascal y Principio de Arquímedes	426
17-5 Medición de la Presión	429
17-6 Tensión Superficial <i>(Opcional)</i>	431
Preguntas y Problemas	433

CAPÍTULO 18
DINÁMICA DE LOS FLUIDOS **441**

18-1 Conceptos Generales del Flujo de los Fluidos	441
18-2 Trayectoria de una Corriente y la Ecuación de Continuidad	442
18-3 La Ecuación de Bernoulli	445
18-4 Aplicaciones de la Ecuación de Bernoulli y de la Ecuación de Continuidad	447
18-5 Campos de Flujo <i>(Opcional)</i>	450

18-6 Viscosidad, Turbulencia, y Flujo Caótico (Opcional)	453
Preguntas y Problemas	456

CAPITULO 19
MOVIMIENTO ONDULATORIO **465**

19-1 Ondas Mecánicas	465
19-2 Tipos de Ondas	466
19-3 Ondas Viajeras	467
19-4 Velocidad de Onda	471
19-5 La Ecuación de la Onda (Opcional)	471
19-6 Potencia e Intensidad en el Movimiento Ondulatorio	475
19-7 El Principio de Superposición	476
19-8 Interferencia de Ondas	478
19-9 Ondas Estacionarias	482
19-10 Resonancia	485
Preguntas y Problemas	487

CAPITULO 20
ONDAS SONORAS **495**

20-1 La Velocidad del Sonido	495
20-2 Ondas Viajeras Longitudinales	497
20-3 Potencia e Intensidad de las Ondas Sonoras	499
20-4 Ondas Longitudinales Estacionarias	501
20-5 Sistemas Vibratorios y Fuentes de Sonido	503
20-6 Pulsaciones	506
20-7 El Efecto Doppler	508
Preguntas y Problemas	511

CAPITULO 21
**LA TEORÍA ESPECIAL
DE LA RELATIVIDAD** **519**

21-1 Las Dificultades con la Física Clásica	519
21-2 Los Postulados de la Relatividad Especial	521
21-3 Consecuencias de los Postulados de Einstein	522
21-4 La Transformación de Lorentz	526
21-5 Medición de las Coordenadas Espacio-Tiempo de un Suceso	529
21-6 La Transformación de las Velocidades	529
21-7 Consecuencias de la Transformación de Lorentz	531
21-8 Ímpetu Relativista	535
21-9 Energía Relativista	537
21-10 La Lógica la Relatividad Especial	540
Preguntas y Problemas	541

CAPÍTULO 22
TEMPERATURA **547**

22-1 Descripción Macroscópica y Descripción Microscópica	547
22-2 Temperatura y Equilibrio Térmico	548
22-3 Medición de la Temperatura	549
22-4 La Escala de Temperatura de un Gas Ideal	552
22-5 Dilatación Térmica	554
Preguntas y Problemas	558

CAPÍTULO 23
**LA TEORÍA CINÉTICA Y
EL GAS IDEAL** **565**

23-1 Propiedades Macroscópicas de un Gas y la Ley del Gas Ideal	565
23-2 El Gas Ideal: Un Modelo	568
23-3 Cálculo Cinético de la Presión	569
23-4 Interpretación Cinética de la Temperatura	571
23-5 Trabajo Efectuado Sobre un Gas Ideal	572
23-6 La Energía Interna de un Gas Ideal	576
23-7 Fuerzas Intermoleculares (Opcional)	578
23-8 La Ecuación de Estado de van der Waals (Opcional)	579
Preguntas y Problemas	581

CAPÍTULO 24
MECÁNICA ESTADÍSTICA **587**

24-1 Distribuciones Estadísticas y Valores Medios	587
24-2 Recorrido libre medio	589
24-3 La Distribución de las Velocidades Moleculares	593
24-4 La Distribución de las Energías	597
24-5 Movimiento Browniano	599
24-6 Distribuciones Estadísticas Cuánticas (Opcional)	600
Preguntas y Problemas	603

CAPÍTULO 25
**EL CALOR Y LA PRIMERA LEY
DE LA TERMODINÁMICA** **607**

25-1 El Calor: Energía en Tránsito	607
25-2 Capacidad Calorífica y Calor Específico	609
25-3 Capacidades Caloríficas de los Sólidos	611
25-4 Capacidades Caloríficas de un Gas Ideal	612

25-5 La Primera Ley de la Termodinámica	616
25-6 Aplicaciones de la Primera Ley	619
25-7 La Transferencia de Calor	622
Preguntas y Problemas	626

CAPÍTULO 26
ENTROPIA Y LA SEGUNDA LEY
DE LA TERMODINÁMICA **635**

26-1 Procesos Reversibles y Procesos Irreversibles	635
26-2 Máquinas Térmicas y la Segunda Ley	637
26-3 Refrigeradores y la Segunda Ley	639
26-4 El Ciclo de Camot	641
26-5 La Escala de Temperatura Termodinámica	644
26-6 Entropía: Procesos Reversibles	646
26-7 Entropía: Procesos Irreversibles	648
26-8 Entropía y la Segunda Ley	650
26-9 Entropía y Probabilidad	651
Preguntas y Problemas	653

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

SOLUCIONES DE LOS PROBLEMAS CON NÚMEROS IMPARES	A-28
CRÉDITOS DE LAS FOTOGRAFÍAS	F-1
ÍNDICE	I-1

El sistema fundamental que constituye la física lo forman las unidades físicas, en función de las cuales se expresan las leyes de esta ciencia. Entre éstas están longitud, masa, tiempo, fuerza, velocidad, densidad, resistividad, temperatura, intensidad luminosa, intensidad del campo magnético, y muchas más. Muchas de estas palabras, tal vez como longitud y fuerza, son parte de nuestro vocabulario cotidiano. Por ejemplo, podría decirse: "Recorreré cualquier distancia (longitud) para ayudarte mientras no empiezo la fuerza para obligarme a hacerlo." Sin embargo, en física no debemos engañarnos con los significados cotidianos de estas palabras. Las definiciones científicas precisas de longitud y de fuerza no tienen conexión alguna con los usos de estas palabras en la frase entre cotidianos.

Podemos definir una cantidad algebraica, por ejemplo, L , para la longitud, o cualquier otra que elijamos, y podemos suponer que es exactamente conocida. Sin embargo, cuando tratamos de asignar un valor particular de esa cantidad, encontramos dificultades para establecer un patrón, de manera que quienes tienen la

necesidad de comparar una longitud con otra, encuentran en las unidades de medición. Antiguamente, la medida inglesa de longitud era la yarda, determinada por el tamaño de la nariz del rey. Podemos fácilmente deducir cuáles serían los problemas de un patrón así: por un lado, es difícilmente accesible a quienes necesitan calibrar sus propias patrones; además, por otro, no es invariable al cambio con el paso del tiempo.

Por fortuna, no es necesario definir y concordar tales patrones para cada cantidad física. Ciertas cantidades elementales pueden ser más fáciles de establecer como patrones, y las cantidades más complejas pueden a menudo ser expresadas en función de las unidades elementales. Longitud y tiempo, por ejemplo, estuvieron durante muchos años entre las cantidades físicas más precisamente mensurables y fueron generalmente aceptadas como patrones. Por lo contrario, la velocidad fue menos sujeto de medición precisa y, por lo tanto, tratada como una unidad derivada (velocidad = longitud/tiempo). Sin embargo, hoy día las mediciones de la velocidad de la luz han llegado a una precisión más allá del patrón anterior de longitud; todavía tratamos la longitud como una unidad fundamental, pero el patrón para su medición se deriva ahora de los patrones de velocidad y de tiempo.