

# C O N T E N I D O

PREFACIO xiii

NOTAS ACERCA DEL FORMATO,  
A ESTUDIANTES Y MAESTROS xix

## 1 INTRODUCCION 1

1-1	Ciencia y creatividad	1
1-2	Física y sus relaciones con otros campos	4
1-3	Modelos, teorías y leyes	6
1-4	Medición e incertidumbre	7
1-5	Unidades, patrones y el sistema SI	9
1-6	Orden de magnitud: estimación rápida	11
1-7	Matemáticas	13
	RESUMEN 13	PREGUNTAS 14
	PROBLEMAS 14	PROBLEMAS GENERALES 15

## 2 DESCRIPCION DEL MOVIMIENTO: CINEMATICA EN UNA DIMENSION 16

2-1	Velocidad y rapidez	17
2-2	Marcos de referencia y sistemas de coordenadas	17
2-3	Cambio de unidades	18
2-4	Velocidad media y desplazamiento	19
2-5	Velocidad instantánea	21
2-6	Vectores y escalares	22
2-7	Aceleración	22
2-8	Movimiento uniformemente acelerado	25
2-9	Solución de problemas	27
2-10	Caída de cuerpos	30
*2-11	Análisis gráfico del movimiento rectilíneo	36
	RESUMEN 39	PREGUNTAS 40
	PROBLEMAS 41	PROBLEMAS GENERALES 45

## 3 CINEMATICA EN DOS O TRES DIMENSIONES; VECTORES 47

3-1	Suma de vectores, métodos gráficos	47
3-2	Resta de vectores y multiplicación de un vector por un escalar	50
3-3	Método analítico para suma de vectores: componentes	50
3-4	Velocidad relativa, vectores y solución de problemas	54
3-5	Movimiento de un proyectil	58
3-6	Solución de problemas de movimiento de proyectiles	61
	RESUMEN 66	PREGUNTAS 66
	PROBLEMAS 67	PROBLEMAS GENERALES 71

## 4 MOVIMIENTO Y FUERZA: DINAMICA 73

4-1	Fuerza	73
4-2	Primera ley de Newton del movimiento	74
4-3	Masa	76
4-4	Segunda ley de Newton del movimiento	77
*4-5	Leyes o definiciones	79
4-6	Tercera ley de Newton del movimiento	80
4-7	Peso, fuerza de gravedad y fuerza normal	83
4-8	Solución de problemas de leyes de Newton: fuerzas y vectores	86
4-9	Problemas de fricción y planos inclinados	93
4-10	Solución de problemas: método general	100
	RESUMEN 101	PREGUNTAS 102
	PROBLEMAS 103	PROBLEMAS GENERALES 107

**5 MOVIMIENTO CIRCULAR;  
GRAVITACION 109**

---

5-1	Cinemática del movimiento circular uniforme	110
5-2	Dinámica del movimiento circular uniforme	112
*5-3	Movimiento circular no uniforme	116
*5-4	Centrifugado	117
5-5	Ley de Newton de la gravitación universal	118
5-6	Gravedad cerca de la superficie terrestre; aplicaciones geofísicas	122
5-7	Satélites e ingravidez	123
*5-8	Mareas en la Tierra	127
*5-9	Leyes de Kepler y síntesis de Newton	128
5-10	Tipos de fuerzas en la naturaleza	132
	RESUMEN 133 PREGUNTAS 133	
	PROBLEMAS 134 PROBLEMAS GENERALES 137	

**6 TRABAJO Y ENERGIA 139**

---

6-1	Trabajo efectuado por una fuerza constante	140
*6-2	Trabajo efectuado por una fuerza variable	143
6-3	Energía cinética y el teorema trabajo-energía	143
*6-4	Energía potencial	146
6-5	Fuerzas conservativas	149
6-6	Otras formas de energía; transformaciones de energía	150
6-7	La ley de la conservación de la energía	151
6-8	Solución de problemas empleando la conservación de energía mecánica	153
6-9	Conservación de la energía con fuerzas disipativas: solución de problemas	157
6-10	Potencia	158
	RESUMEN 160 PREGUNTAS 160	
	PROBLEMAS 162 PROBLEMAS GENERALES 165	

**7 CANTIDAD DE MOVIMIENTO 167**

---

7-1	Cantidad de movimiento y su relación con la fuerza	168
7-2	Conservación de la cantidad de movimiento	169
7-3	Colisiones e impulso	172
7-4	Conservación de energía y cantidad de movimiento en colisiones	174
7-5	Colisiones elásticas en una dimensión; solución de problemas empleando conservación de energía y cantidad de movimiento	175
*7-6	Colisiones elásticas en dos o tres dimensiones	177
*7-7	Colisiones inelásticas	179
7-8	Centro de masa	181
*7-9	Centro de masa y movimiento de traslación	185
	RESUMEN 187 PREGUNTAS 187	
	PROBLEMAS 188 PROBLEMAS GENERALES 193	

**8 MOVIMIENTO DE ROTACION 195**

---

8-1	Cantidades angulares	196
8-2	Ecuaciones cinemáticas para movimiento rotatorio uniformemente acelerado	200
8-3	Torque	200
8-4	Dinámica de rotación; torque e inercia de rotación	204
8-5	Solución de problemas de dinámica de rotación	205
8-6	Energía cinética de rotación	208
8-7	Momento angular y su conservación	211
*8-8	Naturaleza vectorial de las cantidades angulares	213
*8-9	Momento angular vectorial. Rueda giratoria	214
*8-10	Marcos de referencia en rotación; fuerzas inerciales	216
*8-11	Fuerza de Coriolis	217
	RESUMEN 220 PREGUNTAS 221	
	PROBLEMAS 223 PROBLEMAS GENERALES 228	

**9 CUERPOS EN EQUILIBRIO;  
ELASTICIDAD Y FRACTURA 231**

---

9-1	Estática; estudio de las fuerzas en equilibrio	231
9-2	Condiciones de equilibrio	233
9-3	Solución de problemas de estática	234
*9-4	Aplicaciones en músculos y articulaciones	239
*9-5	Máquinas simples: palancas, poleas y bicicletas de varias velocidades	241
9-6	Estabilidad y equilibrio	244
9-7	Elasticidad: esfuerzo y deformación	245
9-8	Fractura	250
*9-9	Remate de huecos: arcos y cúpulas	253
	RESUMEN 256 PREGUNTAS 257	
	PROBLEMAS 258 PROBLEMAS GENERALES 263	

**10 FLUIDOS 266**

---

10-1	Densidad y gravedad específica	267
10-2	Presión en los fluidos	268
10-3	Presión atmosférica y presión manométrica	269
10-4	Principio de Pascal	270
10-5	Medición de la presión; manómetros y barómetro	272
10-6	Flotabilidad y principio de Arquímedes	274
10-7	Fluidos en movimiento; gasto y ecuación de continuidad	278
10-8	Ecuación de Bernoulli	281
10-9	Aplicación del principio de Bernoulli: teorema de Torricelli, barcos de vela, superficies de sustentación y ataque isquémico transitorio	282
*10-10	Viscosidad	286
*10-11	Flujo en tubos: ecuación de Poiseuille, flujo sanguíneo, número de Reynolds	287
*10-12	Objeto en movimiento en un fluido; sedimentación y fricción	290
*10-13	Tensión superficial y capilaridad	292
*10-14	Presión negativa y cohesión del agua; elevación de fluidos en árboles	296

*10-15	Bombas. El corazón y la tensión sanguínea	297
	RESUMEN 299 PREGUNTAS 300	
	PROBLEMAS 301 PROBLEMAS GENERALES 305	

**11 VIBRACIONES Y ONDAS 306**

---

11-1	Movimiento armónico simple	307
11-2	Energía en el oscilador armónico simple	310
11-3	Círculo de referencia: el período y la naturaleza senoidal del movimiento armónico simple	312
11-4	Péndulo simple	316
11-5	Movimiento armónico amortiguado	317
11-6	Vibraciones forzadas; resonancia	318
11-7	Movimiento ondulatorio	319
11-8	Tipos de ondas	323
*11-9	Energía transmitida por las ondas	326
11-10	Comportamiento de las ondas: reflexión, refracción, interferencia y difracción	328
11-11	Ondas estacionarias; resonancia	334
	RESUMEN 336 PREGUNTAS 337	
	PROBLEMAS 338 PROBLEMAS GENERALES 342	

**12 SONIDO 344**

---

12-1	Características del sonido	345
12-2	Intensidad del sonido	346
*12-3	Relación entre intensidad y amplitud; amplitud de presión	348
*12-4	El oído y su respuesta; volumen de sonido	350
12-5	Fuentes del sonido: cuerdas vibratorias y columnas de aire	353
*12-6	Timbre del sonido; ruido	357
12-7	Interferencia de ondas sonoras; pulsaciones	359
12-8	Efecto Doppler	361
*12-9	Ondas de choque y estampido sónico	365
*12-10	Aplicaciones: ultrasonido e imágenes en medicina	366
	RESUMEN 371 PREGUNTAS 371	
	PROBLEMAS 372 PROBLEMAS GENERALES 375	

### 13 TEMPERATURA Y TEORIA CINETICA 377

---

13-1	Atomos	377
13-2	Temperatura	379
13-3	Expansión térmica	383
13-4	Esfuerzos térmicos	386
13-5	Leyes de los gases y temperatura absoluta	386
13-6	La ley del gas ideal	389
13-7	Ley del gas ideal en términos moleculares: número de Avogadro	391
13-8	Teoría cinética e interpretación molecular de la temperatura	392
13-9	Distribución de velocidades moleculares	396
*13-10	Gases reales y cambios de fase	398
*13-11	Presión de vapor y humedad	401
*13-12	Difusión	404
	RESUMEN 407 PREGUNTAS 408	
	PROBLEMAS 409 PROBLEMAS GENERALES 412	

### 14 CALOR 414

---

14-1	Calor como transferencia de energía	414
14-2	Diferencia entre temperatura, calor y energía interna	416
14-3	Energía interna de un gas ideal	416
14-4	Calor específico	417
14-5	Calorimetría; resolución de problemas	418
14-6	Calor latente; resolución de problemas	420
14-7	Transmisión de calor: conducción	424
14-8	Transmisión de calor: convección	426
14-9	Transmisión de calor: radiación	429
	RESUMEN 432 PREGUNTAS 432	
	PROBLEMAS 433 PROBLEMAS GENERALES 435	

### 15 PRIMERA Y SEGUNDA LEY DE LA TERMODINAMICA 437

---

15-1	La primera ley de la termodinámica	438
15-2	Primera ley de la termodinámica aplicada a algunos sistemas sencillos	438
*15-3	Metabolismo humano y la primera ley	440

15-4	La segunda ley de la termodinámica; introducción	442
15-5	Máquinas térmicas y refrigeradores	443
15-6	Entropía y la segunda ley de la termodinámica	447
15-7	Del orden al desorden	448
15-8	Energía no disponible; muerte del calor	450
15-9	Evolución y crecimiento; la "flecha del tiempo"	451
*15-10	Interpretación estadística de la entropía y de la segunda ley	451
*15-11	Reservas energéticas. Contaminación térmica	453
	RESUMEN 459 PREGUNTAS 460	
	PROBLEMAS 461 PROBLEMAS GENERALES 463	

### 16 CARGA ELECTRICA Y CAMPO ELECTRICO 465

---

16-1	Electricidad estática. Carga eléctrica y su conservación	466
16-2	Cargas eléctricas en el átomo	467
16-3	Aisladores y conductores	468
16-4	Carga inducida; el electroscopio	468
16-5	Ley de Coulomb	470
16-6	Resolución de problemas donde intervienen la ley de Coulomb y vectores	472
16-7	El campo eléctrico	475
16-8	Líneas de campo	478
16-9	Campos eléctricos y conductores	480
*16-10	Fuerzas eléctricas en biología molecular. Estructura y duplicación del ADN	480
*16-11	Síntesis y estructura de proteínas	483
	RESUMEN 485 PREGUNTAS 486	
	PROBLEMAS 487 PROBLEMAS GENERALES 489	

### 17 POTENCIAL ELECTRICO Y ENERGIA ELECTRICA 491

---

17-1	Potencial eléctrico y diferencia de potencial	492
17-2	Relación entre potencial eléctrico y campo eléctrico	494

17-3	Líneas equipotenciales	496
17-4	El electrón volt, unidad de energía	497
17-5	Potencial eléctrico debido a cargas puntuales aisladas	497
*17-6	Dipolos eléctricos	499
17-7	Capacitancia	500
17-8	Dieléctricos	502
17-9	Almacenamiento de la energía eléctrica	503
*17-10	El electrocardiograma	505
	RESUMEN 507 PREGUNTAS 508	
	PROBLEMAS 508 PROBLEMAS GENERALES	510

## 18 CORRIENTES ELECTRICAS 512

---

18-1	Baterías	513
18-2	Corriente eléctrica	515
18-3	Ley de Ohm: resistencia y resistores	516
18-4	Resistividad	518
*18-5	Superconductividad	520
18-6	Potencia eléctrica	522
18-7	Corriente alterna	525
*18-8	El sistema nervioso y la conducción nerviosa	527
	RESUMEN 530 PREGUNTAS 531	
	PROBLEMAS 532 PROBLEMAS GENERALES	534

## 19 CIRCUITOS E INSTRUMENTOS DE CD 536

---

19-1	Resistores en serie y en paralelo	537
19-2	FEM y voltaje entre terminales	539
19-3	Reglas de Kirchhoff	541
*19-4	Resolución de problemas mediante las reglas de Kirchhoff	543
19-5	FEM en serie y en paralelo; carga de un acumulador	544
19-6	Circuitos con capacitores en serie y en paralelo	545
19-7	Circuitos con un resistor y un capacitor	547
*19-8	Marcapasos cardiacos	548
19-9	Riesgos eléctricos; fugas de corriente	549
*19-10	Amperímetros y voltímetros de cd	551
*19-11	Corrección por resistencia del medidor	554

## 20 MAGNETISMO 565

---

20-1	Imanes y campos magnéticos	565
20-2	Las corrientes eléctricas producen magnetismo	567
20-3	Ferromagnetismo; dominios	569
20-4	Electroimanes y solenoides	570
20-5	Fuerza sobre una corriente eléctrica en un campo magnético; definición de B	572
20-6	Fuerza sobre una carga eléctrica que se mueve en un campo magnético	574
*20-7	El efecto Hall	576
20-8	Aplicaciones: galvanómetros, motores, bocinas	577
20-9	Descubrimiento y propiedades del electrón	580
20-10	Emisión termiónica y el tubo de rayos catódicos	583
*20-11	Espectrómetro de masas	586
*20-12	Determinación de intensidades de campo magnético; ley de Ampère	587
*20-13	Fuerza entre dos conductores paralelos. Definición operacional del ampere y del coulomb	590
*20-14	Campos magnéticos en materiales magnéticos; histéresis	592
	RESUMEN 595 PREGUNTAS 596	
	PROBLEMAS 597 PROBLEMAS GENERALES	601

## 21 INDUCCION ELECTROMAGNETICA Y LA LEY DE FARADAY; CIRCUITOS DE CA 603

---

21-1	FEM inducida	604
21-2	Ley de Faraday de la inducción; ley de Lenz	605
21-3	FEM inducida en un conductor en movimiento	608
21-4	El flujo magnético variable produce un campo eléctrico	609

21-5	Generadores eléctricos	609
21-6	Fuerza y par contraelectromotrices; corrientes parásitas	612
21-7	Transformadores; transmisión de potencia eléctrica	614
*21-8	Aplicaciones de la inducción: micrófono electromagnético, sismógrafo, cabezas para grabación y computadoras	617
*21-9	Inductancia	619
*21-10	Energía almacenada en un campo magnético	621
*21-11	Circuito <i>LR</i>	622
*21-12	Circuitos de ca e impedancia	622
*21-13	Circuitos <i>LRC</i> , de ca; solución de problemas	627
*21-14	Resonancia en circuitos de ca; osciladores	630
*21-15	Igualación de impedancias	632
	RESUMEN 633 PREGUNTAS 634	
	PROBLEMAS 636 PROBLEMAS GENERALES 640	

## **22 ONDAS ELECTROMAGNETICAS 642**

22-1	Los campos eléctricos fluctuantes producen campos magnéticos; ecuaciones de Maxwell	642
*22-2	Cuarta ecuación de Maxwell; corriente de desplazamiento	643
22-3	Producción de ondas electromagnéticas	646
*22-4	Cálculo de la velocidad de las ondas electromagnéticas	648

22-5	La luz como onda electromagnética y el espectro electromagnético	651
*22-6	Energía en las ondas electromagnéticas	653
22-7	Radio y televisión	655
	RESUMEN 658 PREGUNTAS 658	
	PROBLEMAS 659 PROBLEMAS GENERALES 660	

### **APENDICE A**

## **REPASO DE MATEMATICAS 662**

A-1	Relaciones, proporcionalidad y ecuaciones	662
A-2	Exponentes	663
A-3	Potencias de 10; notación exponencial	664
A-4	Algebra	665
A-5	El desarrollo binomial	669
A-6	Geometría plana	669
A-7	Áreas y volúmenes	670
A-8	Funciones e identidades trigonométricas	671
A-9	Logaritmos	671

### **APENDICE B**

## **ANÁLISIS DIMENSIONAL 675**

### **APENDICE C**

## **LEY DE GAUSS 678**

## **RESPUESTAS A PROBLEMAS CON NUMERO IMPAR 685**

## **INDICE 693**