

INDICE

Al Estudiante	1
1. Acerca de la Ciencia	2
1.1. La más fundamental de las ciencias: la física	2
1.2. El lenguaje de la ciencia: las matemáticas	3
1.3. El método científico	4
1.4. La actitud científica	4
1.5. Las hipótesis científicas deben poder ser probadas	6
1.6. Ciencia, tecnología y sociedad	7
1.7. Ciencia, arte y religión	8
1.8. Perspectivas	9
Unidad I. Mecánica	13
2. El Movimiento	14
2.1. El movimiento es relativo	14
2.2. Rapidez	15
2.3. Velocidad	16
2.4. Aceleración	19
2.5. Caída libre: distancia recorrida	24
2.6. Caída libre: distancia recorrida	24
2.7. Resistencia del aire y objetos que caen	25
2.8. Rapidez adquirida, distancia recorrida, velocidad de cambio de rapidez	26
3. Primera Ley del Movimiento de Newton: Inercia	31
3.1. El movimiento según Aristóteles	31
3.2. Copérnico y el movimiento de la tierra	32
3.3. El movimiento según Galileo	32
3.4. Ley de la inercia de Newton	34
3.5. La masa, una medida de la inercia	37
3.6. Otra vez el movimiento de la tierra	40
4. Segunda Ley de Movimiento de Newton: Fuerza y Aceleración	44
4.1. Una fuerza provoca una aceleración	44
4.2. La masa resiste a la aceleración	45
4.3. Segunda ley de Newton	46
4.4. Estática	48
4.5. Fricción	49
4.6. Aplicación de una fuerza: presión	51
4.7. Explicación de la caída libre	53
4.8. Caída y resistencia del aire	56
5. Tercera Ley de Movimiento de Newton: Acción y Reacción	62
5.1. Las interacciones producen fuerzas	62
5.2. Tercera ley de Newton	63
5.3. Cómo identificar la acción y la reacción	63
5.4. Acción y reacción sobre masas diferentes	64
5.5. Por qué no se cancelan las fuerzas de acción y reacción	67

5.6. El problema del caballo y el carro	68
5.7. La acción es igual a la reacción	71
6. Vectores	75
6.1. Cantidades vectoriales y escalares	75
6.2. Representación vectorial de una fuerza	76
6.3. Representación vectorial de la velocidad	77
6.4. Adición geométrica de vectores	78
6.5. Equilibrio	81
6.6. Componentes de vectores	83
6.7. Componentes del peso	85
6.8. Movimiento de proyectiles	86
6.9. Proyectiles que se mueven hacia arriba	88
7. Momentum	96
7.1. Momentum	96
7.2. El impulso hace cambiar el momentum	97
7.3. Rebote	102
7.4. Conservación del momentum	103
7.5. Colisiones	105
7.6. Vectores del momentum	108
8. Energía	112
8.1. Trabajo	112
8.2. Potencia	114
8.3. Energía mecánica	115
8.4. Energía potencial	117
8.5. Energía cinética	117
8.6. Conservación de la energía	118
8.7. Máquinas	121
8.8. Eficiencia	124
8.9. Energía para la vida	127
9. Movimiento Circular	132
9.1. Rotaciones y revoluciones	133
9.2. Rapidez de rotación	133
9.3. Fuerza centrípeta	135
9.4. Fuerza centrípeta y fuerza centrífuga	137
9.5. Fuerza centrífuga en un marco de referencia rotante	138
9.6. Gravedad simulada	140
10. Centro de Gravedad	145
10.1. Centro de gravedad	145
10.2. Centro de masa	147
10.3. Cómo localizar el centro de gravedad	148
10.4. Objetos que se vuelcan	149
10.5. Estabilidad	151
10.6. Centro de gravedad de las personas	155
11. Mecánica Rotacional	160
11.1. Torcas	160

11.2. Torcas equilibradas	162
11.3. Torca y centro de gravedad	164
11.4. Inercia rotacional	165
11.5. Inercia rotacional y gimnasia	168
11.6. Momentum angular	171
11.7. Conservación del momentum angular	173
12. La Gravitación Universal	178
12.1. La manzana que cae	178
12.2. La luna que cae	179
12.3. La tierra que cae	179
12.4. Ley de la gravitación universal de Newton	182
12.5. Gravedad y distancia: ley del inverso del cuadrado	184
12.6. Gravitación universal	186
13. Interacciones Gravitacionales	192
13.1. Campo gravitacional	192
13.2. Campo gravitacional en el interior de un planeta	195
13.3. Peso e ingravidez	196
13.4. Mareas oceánicas	198
13.5. Mareas terrestres y atmosféricas	203
13.6. Agujeros negros	203
14. Movimiento de Satélites	208
14.1. Satélites de la tierra	208
14.2. Órbitas circulares	211
14.3. Órbitas elípticas	213
14.4. Conservación de la energía y movimiento de los satélites	214
14.5. Rapidez de escape	216
15. Relatividad Espacial: Espacio y Tiempo	223
15.1. El espacio – tiempo	223
15.2. El movimiento es relativo	225
15.3. La rapidez de la luz es constante	226
15.4. Primer postulado de la relatividad especial	228
15.5. Segundo postulado de la relatividad especial	229
15.6. Dilatación del tiempo	230
15.7. El viaje de los gemelos	234
15.8. Viajes en el espacio y en el tiempo	240
Biografía: Albert Einstein	245
16. Relatividad Especial: Longitud, Energía y Momentum	247
16.1. Contracción de la longitud	247
16.2. Relación entre masa y energía	249
16.3. Momentum relativista	252
16.4. Energía cinética relativista	253
16.5. El principio de correspondencia	254
Unidad II. Propiedades de la Materia	259
17. La Naturaleza Atómica de la Materia	260
17.1. Los elementos	260

17.2. Los átomos son reciclables	262
17.3. Los átomos son pequeños	262
17.4. Pruebas de la existencia de los átomos	264
17.5. Moléculas	264
17.6. Compuestos	266
17.7. El núcleo atómico	266
17.8. Los electrones en el átomo	268
17.9. Estados de la materia	269
18. Sólidos	274
18.1. La estructura cristalina	274
18.2. Densidad	276
18.3. Elasticidad	279
18.4. Compresión y tensión	280
18.5. Cambio de escala	282
19. Líquidos	290
19.1. Presión en un líquido	290
19.2. Flotabilidad	294
19.3. Principio de Arquímedes	295
19.4. Efecto de la densidad sobre un objeto sumergido	297
19.5. Flotación	299
19.6. Principio de Pascal	301
20. Gases	308
20.1. La atmósfera	308
20.2. Presión atmosférica	310
20.3. El barómetro simple	311
20.4. El barómetro aneroide	314
20.5. Ley de Boyle	315
20.6. Flotabilidad en el aire	317
20.7. Principio de Bernoulli	318
20.8. Aplicaciones del principio de Bernoulli	320
Unidad III. Calor	327
21. Temperatura, Calor y Expansión	328
21.1. Temperatura	328
21.2. Calor	330
21.3. Equilibrio térmico	330
21.4. Energía interna	331
21.5. Cantidad de calor	332
21.6. Capacidad calorífica específica	334
21.7. La elevada capacidad calorífica específica del agua	335
21.8. Expansión térmica	337
21.9. Expansión del agua	340
22. Transmisión de Calor	347
22.1. Conducción	347
22.2. Convección	349
22.3. Radiación	352

22.4. Absorción de energía radiante	353
22.5. Emisión de energía radiante	354
22.6. Ley del enfriamiento de Newton	356
22.7. El efecto invernadero	357
23. Cambio de Estado	361
23.1. Evaporación	361
23.2. Condensación	363
23.3. Rapidez de evaporación y de condensación	364
23.4. Ebullición	365
23.5. Congelación	366
23.6. Ebullición y congelación simultáneas	367
23.7. Recongelación	368
23.8. Energía y cambios de estado	368
24. Termodinámica	376
24.1. Cero absoluto	376
24.2. Primera ley de la termodinámica	378
24.3. Procesos adiabáticos	380
24.4. Segunda ley de la termodinámica	383
24.5. Máquinas térmicas y la segunda ley	383
24.6. El orden tiende al desorden	387
24.7. Entropía	389
Unidad IV. El Sonido y la Luz	
25. Vibraciones y Ondas	395
25.1. Vibraciones de un péndulo	396
25.2. Descripción de las ondas	397
25.3. Movimiento ondulatorio	399
25.4. Rapidez de onda	400
25.5. Ondas transversales	402
25.6. Ondas longitudinales	403
25.7. Interferencia	404
25.8. Ondas estacionarias	405
25.9. Efecto Doppler	407
25.10. Ondas de proa	409
25.11. Ondas de choque	410
26. El Sonido	416
26.1. El origen del sonido	416
26.2. La naturaleza del sonido en el aire	417
26.3. Medios que transmiten el sonido	418
26.4. Rapidez del sonido	419
26.5. Sonoridad	420
26.6. Vibraciones forzadas	421
26.7. Frecuencia natural	421
26.8. Resonancia	422
26.9. Interferencia	423
26.10. Pulsaciones	425

27. La Luz	431
27.1. Conceptos de la luz en la antigüedad	431
27.2. La rapidez de la luz	432
27.3. Ondas electromagnéticas	435
27.4. La luz y los materiales transparentes	436
27.5. Materiales opacos	439
27.6. Sombras	440
27.7. Polarización	442
27.8. Luz polarizada y proyección tridimensional de dispositivos	443
28. El Color	449
28.1. El espectro de los colores	449
28.2. Color por reflexión	450
28.3. Color de transmisión	452
28.4. Luz solar	453
28.5. Mezcla de luz de color	454
28.6. Colores complementarios	456
28.7. Mezcla de pigmentos de color	457
28.8. Por qué el cielo es azul	459
28.9. Por qué el ocaso es rojo	461
28.10. Por qué el agua es de color azul verdoso	463
28.11. El código atómico de colores: espectros atómicos	463
29. Reflexión y Refracción	470
29.1. Reflexión	470
29.2. Ley de la reflexión	471
29.3. Espejos	472
29.4. Reflexión difusa	473
29.5. Reflexión del sonido	475
29.6. Refracción	477
29.7. Refracción del sonido	478
29.8. Refracción de la luz	479
29.9. Refracción atmosférica	481
29.10. Descomposición de la luz en un prisma	483
29.11. El arcoíris	484
29.12. Reflexión interna total	486
30. Lentes	493
30.1. Lentes convergentes y lentes divergentes	493
30.2. Formación de imágenes por un lente	495
30.3. Construcción de imágenes por medio de diagramas de rayos	497
30.4. Resumen de la formación de imágenes	499
30.5. Algunos instrumentos ópticos comunes	501
30.6. El ojo	504
30.7. Algunos defectos de la vista	505
30.8. Algunos defectos de las lentes	506
31. Difracción e Interferencia	511
31.1. Principio de Huygens	511

31.2. Difracción	514
31.3. Interferencia	517
31.4. Experimento de interferencia de Young	518
31.5. Interferencia monocromática a partir de películas delgadas	521
31.6. Interferencia monocromática a partir de películas delgadas	521
31.7. Luz láser	525
31.8. El holograma	527
Unidad V. Electricidad y Magnetismo	
32. Electrostática	534
32.1. Fuerzas y cargas eléctricas	535
32.2. Conservación de la carga	536
32.3. Ley de Coulomb	538
32.4. Conductores y aislantes	542
32.5. Carga por fricción y por contacto	543
32.6. Carga por inducción	544
32.7. Polarización de la carga	547
33. Campo y Potencial Eléctrica	552
33.1. Campo eléctrico	552
33.2. Líneas de campo eléctrico	554
33.3. Efecto del escudo electrostático	557
33.4. Energía potencial eléctrica	558
33.5. Potencial eléctrico	559
33.6. Almacenamiento de energía eléctrica	561
33.7. El generador de Van de Graaff	562
34. Corriente Eléctrica	567
34.1. Flujo de carga	567
34.2. Corriente eléctrica	568
34.3. Fuentes de voltaje	569
34.4. Resistencia eléctrica	570
34.5. Ley de Ohm	571
34.6. Ley de Ohm y toques eléctricos	572
34.7. Corriente directa y corriente alterna	575
34.8. Cómo convertir CA en CD	576
34.9. Rapidez de los electrones en un circuito	577
34.10. Fuente de electrones en un circuito	578
34.11. Potencia eléctrica	579
35. Circuitos Eléctricos	585
35.1. Una batería y una bombilla	585
35.2. Circuitos eléctricos	586
35.3. Circuitos en serie	587
35.4. Circuitos en paralelo	589
35.5. Diagramas esquemáticos	591
35.6. Combinación de resistores en un circuito compuesto	592
35.7. Circuitos en paralelo y sobrecarga	594
36. Magnetismo	599

36.1. Palos magnéticos	599
36.2. Campo magnético	601
36.3. Naturaleza de un campo magnético	602
36.4. Dominios magnéticos	603
36.5. Corriente eléctrica y campo magnético	605
36.6. Fuerzas magnéticas que se ejercen sobre una partícula cargada en movimiento	607
36.7. Fuerzas magnéticas que se ejercen sobre un alambre que transporta corriente	608
36.8. Medidores y motores	609
36.9. El campo magnético de la tierra	611
37. Inducción Electromagnética	616
37.1. Inducción electromagnética	616
37.2. Ley de Faraday	618
37.3. Generadores y corriente alterna	619
37.4. Comparación entre un motor y un generador	622
37.5. Transformadores	622
37.6. Transmisión de la energía eléctrica	626
37.7. Inducción de campos eléctricos	629
37.8. Ondas electromagnéticas	629
Unidad VI. Física Atómica y Nuclear	635
38. El Átomo y el Cuanto	636
38.1. Modelos	636
38.2. Cuantos de luz	637
38.3. Efecto fotoeléctrico	638
38.4. Ondas que se comportan como partículas	639
38.5. Partículas que se comportan como ondas	639
38.6. Ondas de electrones	642
38.7. Tamaños relativos de los átomos	644
38.8. Física cuántica	646
39. El núcleo Atómico y la Radiactividad	650
39.1. El núcleo atómico	650
39.2. Desintegración radiactiva	651
39.3. Poder de penetración de la radiación	653
39.4. Isótopos radiactivos	654
39.5. Vida media radiactiva	656
39.6. Transmutación natural de los elementos	659
39.7. Transmutación artificial de los elementos	662
39.8. Prueba del carbono radiactivo	663
39.9. Prueba de uranio	665
39.10. Indicadores radiactivos	666
39.11. La radiación y tu	667
40. Fisión y Fusión Nucleares	673
40.1. Fisión nuclear	673
40.2. El reactor de fisión nuclear	676

40.3. El plutonio	678
40.4. El reactor generador	679
40.5. Equivalencia entre masa y energía	680
40.6. Fusión nuclear	684
40.7. Control de la fusión nuclear	686
Apéndices	
A. Unidades de medición	693
B. Trabajo con unidades en física	695
C. Graficación	697
D. Aplicaciones de los vectores	700
E. Crecimiento exponencial y tiempo de duplicación	704
F. Ecuaciones de física	708
G. Preparación para una carrera en física	710
Glosario	712
Índice de materias	725
Créditos de las fotografías	738