

Contenido

1. Cálculo vectorial	1
1.1. Magnitudes escalares y vectoriales	2
1.1.1. Definición de vector	2
1.1.2. Clasificación de los vectores	2
1.2. Operaciones con vectores	3
1.2.1. Suma de vectores	3
1.2.2. Producto de números reales por vectores	4
1.2.3. Producto escalar de dos vectores	6
1.2.4. Producto vectorial de dos vectores	8
1.3. Derivación vectorial	11
1.3.1. Reglas de derivación vectorial	14
Apéndice: Operaciones diferenciales. Integración vectorial	14
A.1. Derivadas parciales de un vector	14
A.2. Operaciones diferenciales	15
A.2.1. Gradiente	15
A.2.2. Divergencia	16
A.2.3. Rotacional	17
A.3. Integración vectorial	18
A.3.1. Integral curvilínea. Circulación de un vector	19
A.3.2. Integral de superficie e integral de volumen	20
Ejercicios resueltos	21
Cuestiones	23
Ejercicios propuestos	24
2. Cinemática de la partícula material	26
2.1. Definición de movimiento	27
2.2. Elementos del movimiento	27
2.2.1. El móvil: una partícula o punto material	27
2.2.2. Sistema de referencia	28
2.2.3. Trayectoria	28
2.3. Cinemática del movimiento	29
2.4. Magnitudes cinemáticas del movimiento	29
2.4.1. Vector de posición	29
2.4.2. Vector desplazamiento	31
2.4.3. Espacio recorrido	32
2.4.4. Velocidad	33
2.4.5. Aceleración	36
2.5. Tipos de movimientos	40
2.6. Cinemática de algunos movimientos	40
2.6.1. Movimiento rectilíneo y uniforme	40
2.6.2. Movimiento rectilíneo y uniformemente acelerado	42
2.6.3. Movimiento circular uniforme	44

2.6.4.	Movimiento circular uniformemente acelerado	45
2.7.	Composición de movimientos	47
2.8.	Movimiento de proyectiles	49
2.8.1.	Caso 1: Tiro vertical	49
2.8.2.	Caso 2: Tiro horizontal	50
2.8.3.	Tiro oblicuo	52
	Ejercicios resueltos	55
	Cuestiones	58
	Ejercicios propuestos	59
3.	Dinámica de la partícula material	63
3.1.	Principios fundamentales de la dinámica o leyes de Newton	64
3.1.1.	Principio de inercia o primera ley de Newton	64
3.1.2.	Principio de proporcionalidad entre fuerzas y aceleraciones	64
3.1.3.	Principio de acción y reacción o tercera ley de Newton	68
3.2.	Sistema de referencia. Relatividad de Galileo	72
3.2.1.	Clases de sistemas de referencia	74
3.2.2.	Ejemplos de fuerzas de inercia	75
3.3.	Fuerzas de rozamiento	77
3.3.1.	Leyes del rozamiento	79
3.3.2.	Medida experimental del coeficiente de rozamiento	79
3.4.	Resolución de problemas de Dinámica	80
3.4.1.	Cuerpos apoyados en superficies	80
3.4.2.	Cuerpos enlazados	84
3.4.3.	Fuerza centrípeta. Aplicaciones	86
3.5.	Impulso y momento lineal	91
3.5.1.	Expresión de la ley de la Dinámica en función de la cantidad de movimiento	92
3.5.2.	Principio de conservación de la cantidad de movimiento	93
	Ejercicios resueltos	94
	Cuestiones	97
	Ejercicios propuestos	97
4.	Dinámica de un sistema de partículas	102
4.1.	Introducción	103
4.2.	Qué entendemos por sistema de partículas	103
4.3.	Centro de masas de un sistema de partículas	105
4.4.	Cantidad de movimiento de un sistema de partículas	108
4.5.	Ley de la Dinámica para un sistema de partículas	109
4.6.	Principio de conservación de la cantidad de movimiento de un sistema de partículas	110
4.7.	El centro de masas como sistema de referencia	112
4.8.	Momento cinético de un sistema de partículas	114
4.9.	Principio de conservación del momento cinético de un sistema	115
4.10.	Movimiento de una partícula sometida a fuerzas centrales. Ley de las áreas.	116
	Ejercicios resueltos	118
	Cuestiones	121
	Ejercicios propuestos	121

5. Trabajo y energía	125
5.1. ¿Por qué se introducen los conceptos de trabajo y energía?	126
5.2. Concepto de trabajo	126
5.2.1. El trabajo es un concepto intuitivo	127
5.2.2. Definición matemática de trabajo	127
5.3. Potencia	131
5.3.1. Potencia media	131
5.3.2. Potencia instantánea	132
5.4. Energía cinética	133
5.4.1. Energía cinética de una partícula	134
5.4.2. Energía cinética de un sistema de partículas	135
5.5. Choque elástico e inelástico	137
5.5.1. Choque directo perfectamente elástico	138
5.5.2. Choque directo perfectamente inelástico	139
5.5.3. Choque oblicuo perfectamente elástico	139
5.5.4. Choque oblicuo perfectamente inelástico	140
5.5.5. Coeficiente de restitución	141
5.6. Campos escalares y vectoriales: Superficies equiescalares y líneas de campo.	141
5.6.1. Campos escalares. Gradiente de un escalar	141
5.6.2. Campos vectoriales. Circulación de un vector	143
5.7. Campos conservativos	144
5.8. Energía potencial	146
5.8.1. Principio de conservación de la energía mecánica	147
5.9. Potencial	148
5.10. Flujo a través de una superficie	149
Ejercicios resueltos	150
Cuestiones	152
Ejercicios propuestos	153
6. Dinámica de rotación	157
6.1. Sólido rígido	158
6.1.1. Movimientos que puede tener un sólido	158
6.1.2. Cómo se distinguen los movimientos puros de un sólido	159
6.2. Momento de una fuerza	159
6.3. Concepto de momento de inercia respecto de un eje	161
6.3.1. Momento de inercia de una partícula	161
6.3.2. Momento de inercia de un sistema discreto de partículas	162
6.3.3. Momento de inercia de un sólido (sistema continuo de partículas). ..	163
6.3.4. Momento de inercia de un sólido en función del radio de giro ..	163
6.3.5. Teorema de Steiner	164
6.4. Energía cinética de un sólido en rotación en torno de un eje fijo	165
6.5. Trabajo y potencia en el movimiento de rotación	166
6.6. Ecuación fundamental de la dinámica de rotación	167
6.7. Aplicaciones de la ecuación fundamental	168
6.8. Extensión de los principios de conservación de la energía mecánica a los movimientos de rotación	171
6.9. Principio de conservación del momento cinético	173
6.10. Analogía entre el movimiento de rotación el movimiento de translación .	174

Ejercicios resueltos	175
Cuestiones	177
Ejercicios propuestos	177
7. Termodinámica	182
7.1. Calor y temperatura	183
7.1.1. El calor como forma de energía	183
7.1.2. Equivalencia entre energía y calor	184
7.1.3. Noción intuitiva de temperatura	184
7.1.4. Media objetiva de la temperatura	184
7.2. Calor específico	185
7.2.1. Capacidad calorífica de un cuerpo y calor específico	185
7.2.2. Medida del calor específico de una sustancia. Calores latentes ..	187
7.3. El trabajo en Termodinámica	191
7.4. Diagramas p - V	192
7.5. Procesos reversibles	194
7.6. Energía interna de un sistema	195
7.7. Primer principio de la Termodinámica	196
7.7.1. Expresión del primer principio	196
7.7.2. Consecuencias del primer principio	198
7.7.3. Aplicación del primer principio al estudio de algunas transforma- ciones	202
7.8. Segundo principio de la Termodinámica	207
7.9. Ciclo de Carnot recorrido por un gas perfecto. Máquinas térmicas	209
7.9.1. Descripción del ciclo	209
7.9.2. Importancia del ciclo de Carnot	210
7.9.3. Máquinas térmicas	211
Ejercicios resueltos	212
Cuestiones	213
Ejercicios propuestos	214
8. Campos gravitatorio y eléctrico	217
8.1. Concepto de campo gravitatorio y campo eléctrico	218
8.1.1. Analogías entre el campo eléctrico y el campo gravitatorio	218
8.1.2. Diferencias entre el campo gravitatorio y el campo eléctrico	220
8.2. Intensidades de los campos gravitatorio y eléctrico	221
8.3. Ley de la gravitación universal	223
8.3.1. Leyes de Kepler	223
8.3.2. Deducción de la ley de la gravitación universal	224
8.3.3. Valor de la constante G de gravitación	226
8.4. Ley de Coulomb	227
8.5. Energía potencial gravitatoria y eléctrica	228
8.5.1. Energía potencial en un punto de un campo central	228
8.5.2. Variación de la energía potencial entre dos puntos	228
8.5.3. Velocidad de escape de un cohete	230
8.5.4. Energía gravitatoria de enlace de un satélite	231
8.6. Potencial gravitatorio y eléctrico	232
8.6.1. Definición de potencial	232
8.6.2. Diferencia de potencial entre dos puntos	234
8.6.3. Potencial e intensidad de campo	234

8.7.	Campos creados por una o varias masas o cargas puntuales: Principio de superposición	236
8.7.1.	Cálculo del campo eléctrico	236
8.7.2.	Cálculo del campo gravitatorio	239
8.8.	Teorema de Gauss	240
8.8.1.	Flujo de líneas de campo	240
8.8.2.	Flujo de una carga puntual	240
8.8.3.	Teorema de Gauss	241
8.9.	Aplicaciones del teorema de Gauss a distribuciones de carga o masa con simetría simple	242
8.9.1.	Campo eléctrico creado por una esfera uniformemente cargada ..	242
8.9.2.	Campo eléctrico creado por un plano uniformemente cargado ...	243
8.9.3.	Campo eléctrico creado por un cilindro o hilo infinito uniformemente cargado	243
8.9.4.	Aplicaciones del teorema de Gauss para el campo gravitatorio ..	244
8.10.	Variación de la gravedad con la latitud	246
	Ejercicios resueltos	247
	Cuestiones	249
	Ejercicios propuestos	249
9.	Electromagnetismo	253
9.1.	Conceptos fundamentales del campo magnético: imanes y corrientes	254
9.2.	Campo magnético creado por una corriente rectilínea e indefinida	256
9.2.1.	Campo magnético creado por una carga móvil	256
9.2.2.	Campo magnético creado por un elemento de corriente	257
9.2.3.	Campo magnético creado por un conductor rectilíneo e indefinido.	258
9.3.	Campo magnético creado por una corriente circular	260
9.4.	Acción del campo magnético sobre una carga móvil y sobre una corriente.	261
9.4.1.	Acción de un campo magnético sobre una carga móvil. Ley de Lorentz	261
9.4.2.	Acción de un campo magnético sobre un conductor rectilíneo ...	264
9.4.3.	Acción de un campo magnético sobre un circuito plano	265
9.5.	Fuerzas entre corrientes paralelas. Definición de amperio	266
	Apéndice: El campo magnético no es conservativo. Ley de Ampère	267
	Ejercicios resueltos	270
	Cuestiones	271
	Ejercicios propuestos	271
10.	Inducción electromagnética	275
10.1.	Experiencias de Faraday	276
10.1.1.	Interpretación de las experiencias de Faraday	277
10.2.	Leyes de Faraday y de Lenz	278
10.2.1.	Ley de Lenz	278
10.2.2.	Ley de Faraday	279
10.3.	Fundamentos de la generación de la corriente alterna	281
10.4.	Autoinducción, inducción mutua, transformadores	283
10.4.1.	Fuerza electromotriz autoinducida	283
10.4.2.	Inducción mutua	286
10.4.3.	Transformadores	288

Ejercicios resueltos	290
Cuestiones	290
Ejercicios propuestos	291
11. Ondas	293
11.1. Movimiento armónico simple	294
11.1.1. Cinemática del movimiento armónico simple	294
11.1.2. Dinámica del movimiento armónico simple	297
11.2. Energía de un oscilador mecánico	299
11.3. Ondas armónicas unidimensionales	300
11.3.1. Propagación de perturbaciones en medios materiales elásticos ..	301
11.3.2. Propagación de la energía	301
11.3.3. Onda y tren de ondas	302
11.3.4. Tipos de ondas	302
11.3.5. Magnitudes características de una onda	304
11.4. Ecuación de una onda armónica unidimensional	305
11.5. Energía e intensidad del movimiento ondulatorio	309
11.6. Propagación de ondas: Principio de Huygens	312
11.7. Interferencias	314
11.7.1. Interferencia de dos impulsos	314
11.7.2. Interferencia de dos trenes de ondas coherentes	316
11.7.3. Ondas estacionarias	318
11.7.4. Ondas estacionarias producidas en una cuerda con un extremo fijo	319
11.8. Concepto de polarización	322
11.9. Características y espectro de las ondas sonoras	323
11.10. Características y espectro de las ondas electromagnéticas	324
Ejercicios resueltos	326
Cuestiones	327
Ejercicios propuestos	328
12. Corriente alterna	332
12.1. Tipos de corriente eléctrica	333
12.2. Representación de una CA por un vector giratorio	334
12.3. Período y frecuencia de una corriente alterna	335
12.4. Valores medios de una corriente alterna	335
12.4.1. Valor medio de la corriente o corriente media	336
12.4.2. Valor medio de la fem	336
12.5. Valores eficaces de la corriente alterna	337
12.5.1. Intensidad eficaz	337
12.5.2. Fem eficaz	338
12.5.3. Impedancia de un circuito de corriente alterna, Z	338
12.6. Circuitos de corriente alterna	338
12.6.1. Efecto de una autoinducción. Circuito L	339
12.6.2. Efecto de un condensador en CA. Circuito C	340
12.6.3. Circuito puramente resistivo. Circuito R	341
12.6.4. Circuito serie RCL	342

12.7.	Potencia en corriente alterna	344
12.7.1.	Potencia instantánea	344
12.7.2.	Potencia media o potencia activa	344
12.8.	Resonancia en un circuito serie <i>RCL</i>	345
12.8.1.	Frecuencia de resonancia	345
12.8.2.	Ventajas e inconvenientes de la resonancia	346
	Ejercicios resueltos	346
	Cuestiones	347
	Ejercicios propuestos	347
13.	Nociones de Electrónica	350
13.1.	Efecto termoiónico	351
13.1.1.	Explicación del fenómeno	351
13.1.2.	Gráfica de la emisión termoiónica	352
13.2.	Tubos de vacío o válvulas de vacío	352
13.2.1.	Diodo de vacío	353
13.3.	Niveles energéticos y bandas de energía	354
13.3.1.	Formación de bandas de energía	355
13.3.2.	Características de las bandas de energía	355
13.4.	Conductividad eléctrica de los sólidos	356
13.5.	Conductividad intrínseca de un semiconductor	356
13.5.1.	La conductividad depende de la temperatura	357
13.5.2.	Corriente de electrones y corriente de huecos	357
13.6.	Conductividad extrínseca de un semiconductor	358
13.6.1.	Semiconductor tipo <i>n</i>	358
13.6.2.	Semiconductor tipo <i>p</i>	358
13.7.	El diodo de cristal. Unión <i>pn</i>	359
13.8.	El transistor	361
13.8.1.	Zonas de un transistor	361
13.8.2.	Transistor sin polarización	361
13.8.3.	Polarización de un transistor	361
13.8.4.	Conexiones de un transistor	362
13.8.5.	Parámetros de un transistor	363
	Ejercicios resueltos	364
	Cuestiones	365
	Ejercicios propuestos	365
14.	Naturaleza de la luz. Dualidad onda-partícula	366
14.1.	Naturaleza de la luz: Teorías clásicas	367
14.1.1.	Teoría corpuscular	367
14.1.2.	Teoría ondulatoria (ondas mecánicas)	367
14.1.3.	Teoría ondulatoria electromagnética	368
14.2.	Dificultades de la teoría clásica. Radiación térmica y efecto fotoeléctrico.	368
14.2.1.	Radiación térmica	369
14.2.2.	Efecto fotoeléctrico	371
14.3.	Teoría de Einstein del efecto fotoeléctrico	371
14.4.	Características de los fotones. Efecto Compton	373
14.5.	Dualidad onda-partícula. Hipótesis de De Broglie	375
14.6.	Principio de incertidumbre	376
14.7.	Necesidad de una nueva mecánica	377

Ejercicios resueltos	377
Cuestiones	379
Ejercicios propuestos	379
15. Física nuclear	380
15.1. Estructura de la materia	381
15.1.1. Partículas fundamentales del átomo	381
15.1.2. Estructura del átomo	381
15.1.3. Nucleidos	382
15.1.4. Unidades de masa y energía en Física atómica	383
15.2. El núcleo atómico. Isótopos	384
15.2.1. Tamaño y densidad del núcleo	384
15.2.2. Isótopos	384
15.2.3. Otros tipos de nucleidos	386
15.3. Fuerzas nucleares. Energía de enlace	386
15.3.1. Equivalencia entre masa y energía	387
15.3.2. Energía de enlace en el núcleo	387
15.4. Estabilidad nuclear	389
15.5. Radiactividad natural	389
15.5.1. Radiaciones emitidas por las sustancias radiactivas	390
15.5.2. Ley de la desintegración radiactiva	391
15.5.3. Vida media y período de semidesintegración de una sustancia radiactiva	392
15.5.4. Familias radiactivas. Leyes del desplazamiento	393
15.6. Radiactividad artificial	395
15.6.1. Reacciones nucleares	395
15.6.2. Fisión y fusión nucleares	396
15.6.3. Reactores nucleares	397
15.7. Aplicaciones de los radioisótopos	398
Ejercicios resueltos	399
Cuestiones	400
Ejercicios propuestos	401
Prácticas de laboratorio	402
1. Medida de la constante elástica de un muelle. Comprobaciones de la ley de Hooke	402
2. Medida de la aceleración de la gravedad	403
3. Determinación del momento de inercia de una barra	404
4. Velocidad del sonido en el aire	404
5. Calor específico de un sólido. Método de las mezclas	405
6. Comprobación de la ley de las áreas	406
7. Corrientes inducidas	407
8. Superficies equipotenciales	408
Apéndice: Tablas de datos	409
Bibliografía	414
Índice analítico	415