

INDICE

Parte I. Estructura, Arreglo y Movimiento de los Átomos	3
I. Introducción a los Materiales	5
1.1. Introducción	5
1.2. Tipos de materiales	5
1.3. Relación entre estructura, propiedad y procesamiento	10
1.4. Efectos ecológico sobre el comportamiento de los materiales	13
1.5. Diseño y selección de materiales	15
Resumen	17
Glosario	17
Problemas	18
2. Estructura Atómica	19
2.1. Introducción	19
2.2. Estructura del átomo	19
2.3. La estructura electrónica del átomo	20
2.4. Enlaces atómicos	24
2.5. Energía de enlace y espaciado interatómico	30
Resumen	33
Glosario	34
Problemas	35
3. Organización Atómica	37
3.1. Introducción	37
3.2. Orden de corte alcance comparado con orden de largo alcance	37
3.3. Celdas unitarias	39
3.4. Transformaciones alotrópicas y polimórficas	46
3.5. Puntos, direcciones y planos en la celda unitaria	47
3.6. Sitios intersticiales	57
3.7. Cristales iónicos	60
3.8. Estructura covalentes	62
3.9. Difracción de los rayos – X	65
Resumen	68
Glosario	68
Problemas	70
4. Imperfecciones en Arreglo Atómico	76
4.1. Introducción	76
4.2. Dislocaciones	76
4.3. Significado de las dislocaciones	83
4.4. Ley de Schmid	84
4.5. Influencia de la estructura cristalina	86
4.6. Defectos puntuales	87
4.7. Defectos de superficie	92
4.8. Control del proceso de deslizamiento	97
Resumen	99
Glosario	100
Problemas	101
5. Movimiento de los Átomos en los Materiales	105
5.1. Introducción	105
5.2. Estabilidad de los átomos	105

5.3. Mecanismos de difusión	107
5.4. Energía de activación para la difusión	108
5.5. Velocidad de difusión (primera ley de Fick)	109
5.6. Perfil de composición (segunda ley de Fick)	119
5.7. Difusión y el proceso de los materiales	121
Resumen	123
Glosario	124
Problemas	125
Parte II. Control de la Microestructura y de las propiedades Mecánicas de los Materiales	129
6. Ensayos y Propiedades Mecánicas	130
6.1. Introducción	130
6.2. Ensayo a la tensión: uso del diagrama esfuerzo – deformación	131
6.3. Propiedades obtenidas del ensayo de tensión	133
6.4. El ensayo de flexión para materiales frágiles	138
6.5. Esfuerzo real – deformación real	141
6.6. El ensayo de dureza: su naturaleza y uso	142
6.7. Ensayo de impacto	143
6.8. Propiedades obtenidas a partir del ensayo de impacto	144
6.9. Tenacidad a la fractura	147
6.10. La importancia de la mecánica de la fractura	149
6.11. Ensayo de fatiga	150
6.12. Resultados de ensayo de fatiga	153
6.13. Aplicación de los ensayos de fatiga	153
6.14. Ensayo de termofluencia	158
6.15. Uso de los datos de termofluencia	158
Resumen	160
Glosario	161
Problemas	162
7. Endurecimiento por Deformación y Recocido	169
7.1. Introducción	169
7.2. Relación del trabajo en frío con la curva esfuerzo – deformación	169
7.3. Mecanismos de endurecimiento por deformación	171
7.4. Propiedades en función del porcentaje del trabajo en frío	172
7.5. Microestructura y esfuerzos residuales	175
7.6. Características del trabajo en frío	176
7.7. Las tres etapas del recocido	182
7.8. Control del recocido	184
7.9. Recocido y procesamiento de materiales	185
7.10. Trabajo en caliente	187
7.11. Conformación superplástica	189
Resumen	189
Glosario	190
Problemas	191
8. Principios de Endurecimiento por Solidificación y Procesamiento	195
8.1. Introducción	195
8.2. Nucleación	195
8.3. Crecimiento	199

8.4. Tiempo de solidificación y tamaño de las dendritas	200
8.5. Curvas de enfriamiento	205
8.6. Fundición o estructura de lingote	205
8.7. Solidificación de los polímeros	207
8.8. Defectos de solidificación	208
8.9. Procesos de fundición	213
8.10. Solidificación y unión de los metales	217
Resumen	218
Glosario	219
Problemas	220
9. Equilibrio de Fases y Endurecimiento por Solución Sólida	225
9.1. Introducción	225
9.2. Fases y diagramas de fases de sustancias puras	225
9.3. Soluciones y solubilidad	228
9.4. Condiciones para una solubilidad sólida ilimitada	230
9.5. Endurecimiento por solución sólida	231
9.6. Diagrama de fases isomorfo	234
9.7. Relaciones entre propiedades y el diagrama de fases	240
9.8. Solidificación de una aleación de solución sólida limitada	242
9.9. Solidificación fuera de equilibrio y segregación	244
Resumen	247
Glosario	247
Problemas	249
10. Endurecimiento por Dispersión Durante la Solidificación	253
10.1. Introducción	253
10.2. Principios de endurecimiento por dispersión	253
10.3. Compuestos intermetálicos	254
10.4. Diagramas de fases con reacciones de tres fases	258
10.5. El diagrama de fases eutéctico	250
10.6. Resistencia de las aleaciones eutécticas	257
10.7. Eutécticos y el procesamiento de los materiales	274
10.8. Solidificación fuera del equilibrio en el sistema eutéctico	275
10.9. Diagramas de fases ternarios	276
Resumen	278
Glosario	279
Problemas	280
11. Endurecimiento por Dispersión Mediante y Transformación de Fase y Tratamiento Térmico	285
11.1. Introducción	285
11.2. Nucleación y crecimiento en las reacciones en estado sólido	285
11.3. Aleaciones endurecidas al exceder el límite de solubilidad	289
11.4. Endurecimiento por envejecimiento o endurecimiento por precipitación	292
11.5. Efectos de temperatura y tiempo de envejecimiento	294
11.6. Requisitos para el endurecimiento por envejecimiento	295
11.7. Uso a altas temperaturas de las aleaciones endurecidas por envejecimiento	297
11.8. Reacción eutectoide	301
11.9. Control de la reacción eutectoide	306

11.10. La reacción martensítica y el revenido	306
Resumen	312
Glosario	313
Problemas	314
Parte III. Materiales de Ingeniería	319
12. Aleaciones Ferrosas	320
12.1. Introducción	320
12.2. Clasificación de los aceros	320
12.3. Tratamientos térmicos simples	324
12.4. Tratamientos térmicos isotérmicos	326
12.5. Tratamientos térmicos de templado o revenido	329
12.6. Efecto de los elementos de aleación	335
12.7. Aplicación de la templabilidad	337
12.8. Aceros especiales	341
12.9. Tratamientos de superficies	342
12.10. Soldabilidad del acero	344
12.11. Aceros inoxidable	345
12.12. Transformaciones de fase en hierros fundidos	349
13.13. Características y producción de las fundiciones	352
Resumen	358
Glosario	359
Problemas	361
13. Aleaciones no Ferrosas	366
13.1. Introducción	366
13.2. Aleaciones de aluminio	366
13.3. Aleaciones de magnesio	376
13.4. Berilio	379
13.5. Aleaciones de cobre	380
13.6. Níquel y cobalto	384
13.7. Aleaciones de titanio	388
13.8. Metales refractarios	394
Resumen	395
Glosario	396
Problemas	397
14. Materiales Cerámicos	400
14.1. Introducción	400
14.2. La estructura de los cerámicos cristalinos	401
14.3. La estructura de los silicatos cristalinos	403
14.4. Imperfecciones en la estructuras cerámicas cristalinas	406
14.5. La estructura de los vidrios cerámicos	413
14.6. Fallas mecánicas de los materiales cerámicos	416
14.7. Deformaciones de los cerámicos a altas temperaturas	422
14.8. Procesamiento y aplicaciones de los vidrios cerámicos	428
14.9. Procesamiento y aplicaciones de productos de arcilla	433
14.10. Procesamiento y aplicaciones de productos de arcilla	433
14.11. Procesamiento y aplicaciones de cerámicos avanzados	436
14.12. Refractarios	440
14.13. Otros materiales cerámicos y sus aplicaciones	442

Resumen	444
Glosario	444
Problemas	446
15. Polímeros	449
15.1. Introducción	449
15.2. Clasificación de los polímeros	450
15.3. Formación de cadenas por el mecanismo de adición	452
15.4. Formación de cadenas por el mecanismo de condensación	458
15.5. Grado de polimerización	460
15.6. Arreglo de la cadenas de poliméricas en los termoplásticos	462
15.7. Deformación y falla de los polímeros termoplásticos	468
15.8. Control de la estructura y de las propiedades de los termoplásticos	477
15.9. Elastómeros (hules)	487
15.10. Polímeros termoestables	493
15.11. Adhesivos	497
15.12. Aditivos de los polímeros	498
15.13. Conformado de los polímeros	498
Resumen	501
Glosario	502
Problemas	504
16. Materiales Compuestos	508
16.1. Introducción	508
16.2. Compuestos reforzados por dispersión	508
16.3. Compuestos particulares verdaderos	511
16.4. Compuestos reforzados con fibras	517
16.5. Características de los compuestos reforzados con fibras	521
16.6. Manufacturas de fibras y compuestos	529
16.7. Sistemas reforzados con fibras y sus aplicaciones	535
16.8. Materiales compuestos laminares	542
16.9. Ejemplo y aplicaciones de compuestos laminares	545
16.10. Estructuras tipo empareado o sándwich	547
Resumen	548
Glosario	549
Problemas	550
17. Materiales para la Construcción	553
17.1. Introducción	553
17.2. Estructura de la madera	553
17.3. Contenido de humedad y densidad de la madera	555
17.4. Propiedades mecánicas de la madera	558
17.5. Expansión y contracción de la madera	555
17.6. Madera contrachapada o triplay	561
17.7. Concreto	561
17.8. Propiedades del concreto	564
17.9. Concreto reforzado y preesforzado	568
17.10. Asfalto	569
Resumen	569
Glosario	570
Problemas	571

Parte IV. Propiedades Físicas de los Materiales para Ingeniería	573
18. Comportamiento Eléctrico de los Materiales	574
18.1. Introducción	574
18.2. Ley de Ohm y la conductividad eléctrica	574
18.3. Teoría de las bandas	579
18.4. Control de la conductividad de los metales	582
18.5. Superconductividad	586
18.6. Conductividad en otros materiales	589
18.7. Semiconductores intrínsecos	591
18.8. Semiconductores extrínsecos	595
18.9. Aplicación de los semiconductores en dispositivos eléctricos	600
18.10. Manufactura y fabricación de dispositivos semiconductores	604
18.11. Aislantes y propiedades dieléctricas	604
18.12. Dipolos y polarización	606
18.13. Propiedades dieléctricas y su control	609
18.14. Propiedades dieléctricas y capacitares	613
18.15. Propiedades dieléctricas y aislantes eléctricos	615
18.16. Piezoelectricidad y electrostricción	615
18.17. Ferroelectricidad	617
Resumen	619
Glosario	619
Problemas	621
19. Comportamiento Magnético de los Materiales	625
19.1. Introducción	625
19.2. Dipolos magnéticos y momentos magnéticos	625
19.3. Magnetización, permeabilidad y el campo magnético	627
19.4. Interacción entre dipolos magnéticos y el campo magnético	629
19.5. Estructura de dominios y el ciclo de histéresis	632
19.6. Aplicación de la curva magnetización – campo	634
19.7. La temperatura Curie	638
19.8. Materiales magnéticos	639
Resumen	645
Glosario	645
Problemas	646
20. Comportamiento Óptico de los Materiales	649
20.1. Introducción	649
20.2. El espectro electromagnético	649
20.3. Ejemplos y usos de los fenómenos de emisión	650
20.4. Interacción de los fotones con un material	661
20.5. Sistemas y materiales fotónicos	672
Resumen	674
Glosario	675
Problemas	676
21. Propiedades Térmicas de los Materiales	679
21.1. Introducción	679
21.2. Capacidad térmica y calor específico	679
21.3. Expansión térmica	682
21.4. Conductividad térmica	687

21.5. Choque térmico	691
Resumen	692
Glosario	693
Problemas	693
Parte V. Protección contra el Deterioro y la Falta de los Materiales	696
22. Corrosión y Desgaste	
22.1. Introducción	698
22.2. Corrosión química	698
22.3. Corrosión electroquímica	700
22.4. El potencial electródico en las celdas electroquímicas	703
22.5. Corriente de corrosión y polarización	707
22.6. Tipos de corrosión electroquímica	707
22.7. Protección contra corrosión electroquímica	712
22.8. Degradación microbina y polímeros biodegradables	719
22.9. Oxidación y otras reacciones gaseosas	720
22.10. Desgaste y erosión	723
Resumen	725
Glosario	726
Problemas	728
23. Fallas – Origen, Detección y Prevención	731
23.1. Introducción	731
23.2. Determinación del mecanismo de fractura en fallas de los metales	731
23.3. Fractura en materiales no metálicos	741
23.4. Origen y prevención de fallas en los metales	743
23.5. Métodos de prueba no destructivos	747
Resumen	760
Glosario	761
Problemas	762
Repuestas a problemas seleccionados	765
Apéndice A	772
Apéndice B	774
Apéndice C	776
Índice analítico	778