

Contenido

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 ecológicos 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 corto 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	Estructuras 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 procesamiento 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 del ensayo de fatiga	151
6-13	Aplicación de los ensayos de fatiga	153
6-14	Ensayo de termofluencia	156
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	179
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 diagrama 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	260
10-6	Resistencia de las aleaciones eutécticas	267
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 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	296
11-8	Reacción eutectoide	297
11-9	Control de la reacción eutectoide	301
11-10	La reacción martensítica y el revenido	306
	Resumen	312
	Glosario	313
	Problemas	314

PARTE III Materiales de ingeniería

III

12 Aleaciones ferrosas

12-1 Introducción

319

320

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 y 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
12-13	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 las estructuras cerámicas cristalinas	406
14-5	La estructura de los vidrios cerámicos	413
14-6	Fallas mecánicas de los materiales cerámicos	416
14-7	Deformación de los cerámicos a altas temperaturas	422
14-8	Procesamiento y aplicaciones de los vidrios cerámicos	428
14-9	Procesamiento y aplicaciones de los vidrio-cerámicos	432
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 las 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	496
15-12	Aditivos de los polímeros	497
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 particulados 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	Ejemplos y aplicaciones de compuestos laminares	545
16-10	Estructuras tipo emparedado o sandwich	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	560
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 capacitores	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 los 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
<hr/>		
PARTE	Protección contra el deterioro y la falla de los materiales	696
V		
22	Corrosión y desgaste	698
22-1	Introducción	698
22-2	Corrosión química	698
22-3	Corrosión electroquímica	700
22-4	El potencial electroódico 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 microbiana 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

Respuestas a problemas seleccionados	765
Apéndice A	772
Apéndice B	774
Apéndice C	776
Índice analítico	778