

Contenido

Prefacio xv

Acerca de los autores xix

Capítulo 1 Introducción a la ciencia e ingeniería de materiales 1

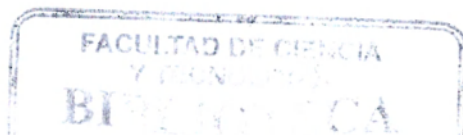
	Introducción	1
1-1	¿Qué es la ciencia e ingeniería de materiales?	2
1-2	Clasificación de materiales	5
1-3	Clasificación funcional de los materiales	9
1-4	Clasificación de los materiales con base en su estructura	11
1-5	Efectos ambientales y de otra índole	12
1-6	Diseño y selección de materiales	14
RESUMEN	17	■ GLOSARIO 18 ■ PROBLEMAS 19

Capítulo 2 Estructura atómica 21

	Introducción	21
2-1	Estructura de materiales: relevancia tecnológica	22
2-2	Estructura del átomo	23
2-3	Estructura electrónica del átomo	28
2-4	Tabla periódica	30
2-5	Enlaces atómicos	32
2-6	Energía de enlace y espaciado interatómico	40
RESUMEN	44	■ GLOSARIO 45 ■ PROBLEMAS 48

Capítulo 3 Arreglos atómicos e iónicos 51

	Introducción	51
3-1	Orden de corto alcance contra orden de largo alcance	52
3-2	Materiales amorfos: principios y aplicaciones tecnológicas	54
3-3	Redes, celdas unitarias, bases y estructuras cristalinas	55



3-4	Transformaciones alotrópicas o polimórficas	63
3-5	Puntos, direcciones y planos en la celda unitaria	64
3-6	Sitios intersticiales	74
3-7	Estructuras cristalinas de materiales iónicos	76
3-8	Estructuras covalentes	79
3-9	Técnicas de difracción para el análisis de estructuras cristalinas	80
RESUMEN	82	■ GLOSARIO 83 ■ PROBLEMAS 86

Capítulo 4 Imperfecciones en los arreglos atómicos y iónicos 90

	Introducción	90
4-1	Defectos puntuales	91
4-2	Otros defectos puntuales	97
4-3	Dislocaciones	98
4-4	Importancia de las dislocaciones	105
4-5	Ley de Schmid	105
4-6	Influencia de la estructura cristalina	108
4-7	Defectos superficiales	109
4-8	Importancia de los defectos	114
RESUMEN	118	■ GLOSARIO 117 ■ PROBLEMAS 119

Capítulo 5 Movimientos de átomos y iones en materiales 122

	Introducción	122
5-1	Aplicaciones de la difusión	123
5-2	Estabilidad de átomos y iones	125
5-3	Mecanismos de la difusión	127
5-4	Energía de activación en la difusión	129
5-5	Velocidad de difusión (primera ley de Fick)	130
5-6	Factores que afectan la difusión	133
5-7	Permeabilidad de los polímeros	141
5-8	Perfil de composición (segunda ley de Fick)	142
5-9	Difusión y procesamiento de materiales	146
RESUMEN	147	■ GLOSARIO 148 ■ PROBLEMAS 149

Capítulo 6 Propiedades mecánicas: fundamentos y pruebas de tensión, dureza e impacto 153

	Introducción	153
6-1	Importancia tecnológica	154

6-2	Terminología de las propiedades mecánicas	155
6-3	El ensayo de tensión: uso del diagrama esfuerzo-deformación unitaria	159
6-4	Propiedades obtenidas a partir del ensayo de tensión	163
6-5	Esfuerzo real y deformación real	169
6-6	Ensayo de flexión para materiales frágiles	171
6-7	Dureza de materiales	174
6-8	Efectos de la velocidad de deformación y comportamiento al impacto	176
6-9	Propiedades obtenidas a partir del ensayo de impacto	177
RESUMEN	180	■ GLOSARIO 181 ■ PROBLEMAS 183

Capítulo 7 Mecánica de la fractura, fatiga y comportamiento de la termofluencia 187

	Introducción	187
7-1	Mecánica de la fractura	188
7-2	Importancia de la mecánica de fractura	191
7-3	Características microestructurales de la fractura en los materiales metálicos	194
7-4	Características microestructurales de fractura en cerámicas, vidrios y materiales compuestos	198
7-5	Estadística de Weibull para el análisis de la resistencia a la falla	200
7-6	Fatiga	206
7-7	Resultados del ensayo de fatiga	209
7-8	Aplicación de los ensayos de fatiga	212
7-9	Termofluencia, ruptura por esfuerzo y corrosión con esfuerzo	215
7-10	Evaluación del comportamiento de la termofluencia	217
RESUMEN	220	■ GLOSARIO 220 ■ PROBLEMAS 222

Capítulo 8 Endurecimiento por deformación y recocido 225

	Introducción	225
8-1	Relación entre el trabajo en frío y la curva esfuerzo-deformación unitaria	226
8-2	Mecanismos del endurecimiento por deformación	231
8-3	Propiedades en función del porcentaje de trabajo en frío	232
8-4	Microestructura, endurecimiento por textura y esfuerzos residuales	235
8-5	Características del trabajo en frío	239
8-6	Las tres etapas del recocido	241
8-7	Control del recocido	244
8-8	Recocido y procesamiento de materiales	246
8-9	Trabajo en caliente	248
RESUMEN	250	■ GLOSARIO 250 ■ PROBLEMAS 252

Capítulo 9 Principios y aplicaciones de la solidificación 257

- Introducción 257
 - 9-1 Importancia tecnológica 258
 - 9-2 Nucleación 259
 - 9-3 Mecanismos de crecimiento 264
 - 9-4 Curvas de enfriamiento 269
 - 9-5 Estructura de una pieza colada 271
 - 9-6 Defectos de solidificación 272
 - 9-7 Procesos de vaciado para la fabricación de componentes 274
 - 9-8 Colada continua, vaciado de lingotes y crecimiento de monocristales 276
 - 9-9 Solidificación de polímeros y vidrios inorgánicos 278
 - 9-10 Unión de materiales metálicos 279
 - 9-11 Vidrios metálicos voluminosos (VMV) 280
- RESUMEN 282 ■ GLOSARIO 283 ■ PROBLEMAS 286

Capítulo 10 Soluciones sólidas y equilibrio de fases 291

- Introducción 291
 - 10-1 Fases y diagrama de fases 292
 - 10-2 Solubilidad y soluciones sólidas 296
 - 10-3 Condiciones para la solubilidad sólida ilimitada 299
 - 10-4 Reforzamiento por solución sólida 301
 - 10-5 Diagramas de fases isomorfos 303
 - 10-6 Relación entre las propiedades y el diagrama de fases 312
 - 10-7 Solidificación de una aleación de solución sólida 314
- RESUMEN 317 ■ GLOSARIO 318 ■ PROBLEMAS 319

Capítulo 11 Reforzamiento por dispersión y diagramas de fases eutécticos 324

- Introducción 324
 - 11-1 Principios y ejemplos del reforzamiento por dispersión 325
 - 11-2 Compuestos intermetálicos 326
 - 11-3 Diagramas de fases que contienen reacciones entre tres fases 328
 - 11-4 Diagrama de fases eutécticas 331
 - 11-5 Resistencia de las aleaciones eutécticas 341
 - 11-6 Eutécticos y procesamiento de materiales 347
 - 11-7 Solidificación sin equilibrio en el sistema eutéctico 349
- RESUMEN 350 ■ GLOSARIO 350 ■ PROBLEMAS 352

Capítulo 12 Reforzamiento por dispersión por medio de transformaciones de fase y tratamiento térmico 357

- Introducción 357
- 12-1 Nucleación y crecimiento en las reacciones en estado sólido 358
- 12-2 Aleaciones reforzadas excediendo el límite de solubilidad 362
- 12-3 Endurecimiento por envejecimiento o por precipitación 364
- 12-4 Aplicaciones de las aleaciones endurecidas por envejecimiento 364
- 12-5 Evolución microestructural en el endurecimiento por envejecimiento o por precipitación 365
- 12-6 Efecto de la temperatura y del tiempo de envejecimiento 367
- 12-7 Requerimientos para el endurecimiento por envejecimiento 369
- 12-8 Uso de aleaciones endurecibles por envejecimiento a altas temperaturas 369
- 12-9 Reacción eutectoide 370
- 12-10 Control de la reacción eutectoide 375
- 12-11 Reacción martensítica y revenido 380
- RESUMEN 384 ■ GLOSARIO 385 ■ PROBLEMAS 387

Capítulo 13 Tratamiento térmico de aceros y hierros fundidos 391

- Introducción 391
- 13-1 Designaciones y clasificación de los aceros 392
- 13-2 Tratamientos térmicos simples 396
- 13-3 Tratamientos térmicos isotérmicos 398
- 13-4 Tratamientos térmicos de templado y revenido 401
- 13-5 Efecto de los elementos de aleación 406
- 13-6 Aplicación de la templabilidad 409
- 13-7 Aceros especiales 412
- 13-8 Tratamientos superficiales 415
- 13-9 Soldabilidad del acero 417
- 13-10 Aceros inoxidables 418
- 13-11 Hierros fundidos 422
- RESUMEN 428 ■ GLOSARIO 428 ■ PROBLEMAS 431

Capítulo 14 Aleaciones no ferrosas 436

- Introducción 436
- 14-1 Aleaciones de aluminio 438
- 14-2 Aleaciones de magnesio y berilio 444
- 14-3 Aleaciones de cobre 447
- 14-4 Aleaciones de níquel y cobalto 451

14-5	Aleaciones de titanio	454
14-6	Metales refractarios y preciosos	462
RESUMEN	463	■ GLOSARIO 463 ■ PROBLEMAS 464

Capítulo 15 Materiales cerámicos 468

	Introducción	468
15-1	Aplicaciones de las cerámicas	469
15-2	Propiedades de las cerámicas	471
15-3	Síntesis y procesamiento de polvos cerámicos	472
15-4	Características de las cerámicas sinterizadas	477
15-5	Vidrios inorgánicos	479
15-6	Vitrocerámicas	485
15-7	Procesamiento y aplicaciones de productos de arcilla	487
15-8	Refractarios	488
15-9	Otros materiales cerámicos	490
RESUMEN	492	■ GLOSARIO 493 ■ PROBLEMAS 495

Capítulo 16 Polímeros 496

	Introducción	496
16-1	Clasificación de los polímeros	497
16-2	Polimerización por adición y por condensación	501
16-3	Grado de polimerización	504
16-4	Termoplásticos comunes	506
16-5	Relaciones estructura-propiedades en los termoplásticos	509
16-6	Efecto de la temperatura sobre los termoplásticos	512
16-7	Propiedades mecánicas de los termoplásticos	518
16-8	Elastómeros (cauchos)	523
16-9	Polímeros termoestables	528
16-10	Adhesivos	530
16-11	Procesamiento y reciclaje de polímeros	531
RESUMEN	537	■ GLOSARIO 538 ■ PROBLEMAS 540

Capítulo 17 Compuestos: trabajo en equipo y sinergia en los materiales 543

	Introducción	543
17-1	Materiales compuestos endurecidos por dispersión	545
17-2	Materiales compuestos particulados	547
17-3	Materiales compuestos reforzados con fibras	553
17-4	Características de los materiales compuestos reforzados con fibras	557

17-5	Fabricación de fibras y materiales compuestos	564
17-6	Sistemas reforzados con fibras y sus aplicaciones	568
17-7	Materiales compuestos laminares	575
17-8	Ejemplos y aplicaciones de materiales compuestos laminares	577
17-9	Estructuras tipo emparedado	578

RESUMEN 579 ■ GLOSARIO 580 ■ PROBLEMAS 582

Apéndice A. Propiedades físicas seleccionadas de algunos elementos 585

Apéndice B. Radios atómicos y iónicos de elementos seleccionados 587

Respuestas a problemas seleccionados 589

Índice 592