

Índice analítico

Capítulo 1	
Metalurgia: arte, ciencia y tecnología	1
Arte	2
Ciencia	11
Tecnología	20
La metalurgia y la sociedad actual	26
Bibliografía	28
Capítulo 2	
Menas: su origen, su naturaleza y su beneficio. Fundentes. Escorias. Combustibles	31
Origen	36
Beneficio	43
Etapas del beneficio de menas	45
Trituración	45
El tamizado	47
Separación hidromecánica	48
Separación magnética	50
Flotación	52
Cambio iónico	55
Separación electrostática	56
Calcinación	56
Tostación	57
Aglomeración	60
Otras menas	66
Fundentes	70
Escorias	73
Combustibles metalúrgicos	77
Bibliografía	82
Capítulo 3	
Hornos, refractarios, atmósfera y medida de temperaturas	85
Hornos	87
Refractarios	104

Atmósferas especiales	110
Medida y regulación de la temperatura	116
Bibliografía	127

Capítulo 4

Fundamentos de la metalurgia extractiva	129
Conocimientos fundamentales en metalurgia	133
Termodinámica	134
Datos termodinámicos a varias temperaturas	142
Diagramas de Ellingham	143
Reducción	151
Examen de las necesidades de oxidación	152
Cinética química	156
Transporte de fluidos	165
Transporte de calor	167
Instrumentos	170
Regulación	172
Fundamentos de la metalurgia extractiva por vía húmeda	175
Electrometalurgia	176
Bibliografía	178

Capítulo 5

Generalidades sobre los procesos de metalurgia extractiva	181
Pirometalurgia	185
Metalurgia de vía húmeda	193
Lixiviación	194
Electrometalurgia	201
Biohidrometalurgia	204
Bibliografía	207

Capítulo 6

Siderurgia (I). Obtención del hierro	209
Menas de hierro	211
Prerreducidos o esponja de hierro	214
Procesos con agentes reductores sólidos	217
Procesos con agentes reductores gaseosos	219
Procesos de obtención directa de acero	224
El arrabio. El horno alto	225
Bibliografía	249

Capítulo 7

Siderurgia (II). Fabricación del acero	251
Procedimiento Bessemer	254
Química del proceso Bessemer ácido	258
Procedimiento Thomas	260
Procedimiento Siemens-Martin	265
Características del procedimiento Siemens-Martin ácido	269
Características del procedimiento Siemens-Martin básico	272
Método doble	275
Procedimiento <i>LD</i>	276

Aceros especiales	277
Acero al crisol	278
Acero al vacío	279
Acero para moldeo	282
Bibliografía	286

Capítulo 8

Cobre, níquel, cobalto, manganeso, cromo, oro, plata y metales del grupo del platino	287
Cobre	289
Menas de cobre	290
Pirometalurgia	292
Afino electrolítico	303
Hidrometalurgia del cobre	305
Níquel	308
Fusión sulfurante de la garnierita	310
Tratamiento de las menas sulfuradas	312
Níquel electrolítico	316
Cobalto	318
Manganeso	322
Cromo	325
Oro	328
Plata	334
Metales del grupo del platino	337
Bibliografía	344

Capítulo 9

Cinc, cadmio, mercurio, indio, estaño, plomo, arsénico, antimonio y bismuto	347
Cinc	347
Pirometalurgia del cinc	352
Hidrometalurgia del cinc	356
Cadmio	359
Mercurio	361
Indio	365
Estaño	366
Afino electrolítico del estaño	372
Plomo	374
Afino del plomo	379
Arsénico	381
Antimonio	383
Bismuto	386
Bibliografía	389

Capítulo 10

Metales ligeros: litio, berilio, magnesio, aluminio, titanio, calcio y bario	391
Litio	391
Berilio	392
Magnesio	395
Aluminio	405

Titanio	415
Calcio	420
Bibliografía	423

Capítulo 11

Circonio, hafnio, vanadio, niobio, tántalo, molibdeno, volframio, lantánidos y actínidos	425
Circonio	426
Hafnio	431
Vanadio	433
Niobio (Nb) o coulombio (Cb)	435
Tántalo	437
Molibdeno	439
Volframio	442
Elementos de transición interna	448
Lantánidos	448
Actínidos	450
Bibliografía	454

Capítulo 12

Estructura cristalina de los metales	457
Estructura fina	458
Defectos (o imperfecciones) cristalinos	471
Vacantes	471
Dislocaciones	474
Energía elástica de una dislocación	481
Límite entre granos de ángulo pequeño	484
Defectos de apilamiento	484
Límites de grano	485
Maclas	492
Bibliografía	495

Capítulo 13

Enlace metálico	497
Tipos de enlace químico en los sólidos	497
Enlaces covalente y metálico	500
Teoría del electrón libre	502
Las bandas	513
Bibliografía	517

Capítulo 14

Solidificación y difusión	519
Hechos experimentales	520
El estado líquido	522
Termodinámica de la solidificación	525
Mecanismos de la solidificación	526
Crecimiento	529
Cinética	530
Factor de acomodación	532

Dislocaciones	533
Crecimiento estable	534
Crecimiento dendrítico	534
Subenfriamiento térmico	535
Subenfriamiento constitucional	537
Solidificación de lingotes	541
Rechupado o reasentado	550
Segregación	554
Discontinuidades y defectos superficiales	561
Inclusiones	562
Porosidad	564
Evolución gaseosa	565
Difusión	566
Leyes de Fick	567
Efecto Kirkendall	569
Determinación del coeficiente de difusión	570
Mecanismos	573
Difusión por límites de grano	575
Difusión intersticial	576
Bibliografía	577

Capítulo 15

Diagramas de fases	579
Diagrama de fases	581
Equilibrio	583
Transformaciones de segundo orden	587
Construcción de los diagramas de fases	588
Análisis térmico	589
Diagramas de fases de sistemas binarios	598
Solubilidad en estado sólido y en estado líquido	599
Relaciones cuantitativas entre las fases	600
Insolubilidad en estado sólido y solubilidad en estado líquido	606
Solubilidad parcial en estado sólido y solubilidad en estado líquido	609
Reacción peritética	611
Transformaciones en los diagramas de fases	615
Solubilidad parcial en estado líquido e insolubilidad en estado sólido	619
Insolubilidad en estado líquido e insolubilidad en estado sólido	620
Formación de fases intermedias de composición más o menos definida	621
Termodinámica	625
Bibliografía	627

Capítulo 16

Diagramas de fases de sistemas ternarios	629
Principales tipos de diagramas de fases de sistemas ternarios	636
Formación de fases intermedias de composición fija	645
Bibliografía	647

Capítulo 17

Naturaleza y estructura de las aleaciones	649
Clasificación de las aleaciones	650
Formación de las aleaciones	650
Estructura de las aleaciones	652
Aleaciones monofásicas	656
Disoluciones sólidas	657
Propiedades	662
Disoluciones sólidas intersticiales	663
Compuestos químicos	664
Fases intermedias en las aleaciones ternarias	674
Estabilidad relativa de las fases	675
Reconocimiento de las fases	677
Distribución de los átomos en las soluciones sólidas	678
Retículos deficientes	680
Bibliografía	681
Índice alfabético	683