

ÍNDICE

1.	Formulación en Química Inorgánica	1
2.	Reacciones frecuentes de interés en Química Inorgánica	17
3.	Oxidación-reducción	23
4.	Periodicidad. Comportamiento químico de los elementos del bloque p	57
5.	Propiedades de los enlaces químicos. Polarización y polarizabilidad	87
6.	Ácidos y bases	103
7.	Hidrógeno	139
8.	Gases nobles	171
9.	Halógenos	183
10.	Combinaciones hidrogenadas y oxigenadas de los halógenos	195
11.	Oxígeno, azufre, selenio, telurio y polonio	219
12.	Combinaciones hidrogenadas y oxigenadas de los elementos del Grupo 16	249
13.	Nitrógeno, fósforo, arsénico, antimonio y bismuto	277
14.	Combinaciones hidrogenadas y oxigenadas de elementos del Grupo 15	289
15.	Carbono, silicio, germanio, estaño y plomo	327
16.	Compuestos de elementos del Grupo 14	349
17.	Boro. Boranos. Compuestos oxigenados de boro, aluminio, galio indio y talio	375
18.	Principios de metalurgia. Reducción de óxidos metálicos	393

19.	Metales alcalinos	417
20.	Metales alcalino-térreos	425
21.	Características generales de los elementos d y f	433
22.	Elementos de los Grupos 12 y 11	449
23.	Metales de transición	459
24.	Lantánidos. Actínidos	479
25.	Simetría	485
26.	Compuestos de coordinación	505
27.	El enlace en los compuestos de coordinación	533
28.	Carbonilos y nitrosilos metálicos. Otros complejos con ligandos aceptores π . Compuestos organometálicos	565
29.	Química Bioinorgánica. Aspectos generales	591
30.	Química Bioinorgánica de elementos individuales	603
31.	Estado sólido. Tipos de sólidos	667
32.	Materiales refractarios. Cementos	713
BIBLIOGRAFÍA		723
●●●		

CONTENIDO

1. FORMULACIÓN EN QUÍMICA INORGÁNICA 1

- 1.1 Tabla Periódica 2
- 1.2 Número de Oxidación 5
- 1.3 Sistemas de nomenclatura 8
- 1.4 Nomenclatura de los compuestos Inorgánicos 9
- APÉNDICE Esquema simplificado de EO y ácidos más frecuentes 13

2. REACCIONES FRECUENTES, DE INTERÉS EN QUÍMICA INORGÁNICA 17

- 2.1 Reacciones de los óxidos 18
- 2.2 Reacciones de las sales 19
- 2.3 Reacciones de los metales en estado libre 20
- 2.4 Reacciones de los no-metales 21
- 2.5 Otras reacciones de interés 22

3. OXIDACIÓN - REDUCCIÓN 23

- 3.1 Introducción 24
- 3.2 Electroquímica 30
- 3.3 Pilas Voltaicas. Potenciales de reducción 31
- 3.4 Espontaneidad y extensión de las reacciones red-ox 37
- 3.5 Relación entre E° y ΔG° 39
- 3.6 Relación entre E° y k 39
- 3.7 Influencia de la concentración sobre el voltaje 41
- 3.8 Estabilidad de los estados de oxidación 46
- 3.9 Factores cinéticos 47
- 3.10 Diagramas de Latimer 49
- 3.11 Diagramas de Frost-Ebsworth 50
- 3.12 Diagramas de Pourbaix 54
- APÉNDICE Estabilidad de los EO en estado sólido 55

4. PERIODICIDAD. COMPORTAMIENTO QUÍMICO DE LOS ELEMENTOS DEL BLOQUE "p" 57

- 4.1 Introducción. Estabilidad de los estados de oxidación 58
- 4.2 Principio de "singularidad" 61
- 4.3 Anomalías periódicas de no-metales y metales post-transicionales 64
- 4.4 La relación diagonal 71
- 4.5 Enlaces π p-p 72
- 4.6 Enlaces en que intervienen orbitales d: σ y π d-p 74
- 4.7 Enlaces σ homonucleares 84
- 4.8 Compuestos isoelectrónicos 84
- 4.9 Resumen 85

5. FUERZAS QUÍMICAS. POLARIZACIÓN Y POLARIZABILIDAD 87

- 5.1 Propiedades relacionadas con diversos tipos de fuerzas químicas 87
- 5.2 Consecuencias de las fuerzas químicas 91
- 5.3 Carácter covalente de enlaces predominantemente iónicos 95
- 5.4 Consecuencias de la polarización 98

6. ÁCIDOS Y BASES 103

- 6.1 Introducción. Definiciones ácido-base 104
- 6.2 Teoría de Brønsted-Lowry 105
- 6.3 Variaciones periódicas de la acidez de Brønsted-Lowry 112
- 6.4 Acidez de Lux-Flood 120
- 6.5 Teoría del Sistema del disolvente 122
- 6.6 Teoría de Lewis 124
- 6.7 Reacciones de los ácidos y bases de Lewis 128
- 6.8 Teoría de Pearson. Ácidos y bases duros y blandos 132

7. HIDRÓGENO 139

- 7.1 Introducción 139
- 7.2 Hidrógeno molecular 141
- 7.3 Valencia 142

7.4	Reactividad	143
7.5	Obtención del hidrógeno	148
7.6	Aplicaciones	152
7.7	La economía del hidrógeno	153
7.8	Deuterio y tritio	158
7.9	Hidruros	160
7.10	El enlace de hidrógeno	166

8. GRUPO 18: GASES NOBLES 171

8.1	Gases nobles. Introducción	171
8.2	Propiedades físicas de los gases nobles	172
8.3	Obtención y aplicaciones de los gases nobles	172
8.4	Compuestos de los gases nobles	175
8.5	Reactividad de los compuestos de los gases nobles	180

9. HALÓGENOS 183

9.1	Propiedades del Grupo	183
9.2	Los halógenos en estado elemental	185
9.3	Propiedades y reactividad	186
9.4	Obtención	190
9.5	Aplicaciones	191

10. COMBINACIONES HIDROGENADAS Y OXIGENADAS DE LOS HALÓGENOS 195

HALUROS DE HIDRÓGENO	196	
10.1	Introducción	196
10.2	Propiedades de los haluros de hidrógeno	197
10.3	Propiedades de las disoluciones acuosas de los haluros de hidrógeno	200
10.4	Obtención de los haluros de hidrógeno	202

ÓXIDOS Y OXOÁCIDOS DE LOS HALÓGENOS 203

10.5	Óxidos de los halógenos. Estructura y propiedades	203
10.6	Oxoácidos de los halógenos. Estructura y propiedades	207

11. OXÍGENO, AZUFRE, SELENIO, TELURIO, POLONIO 217

- 11.1 Propiedades Generales 220
- 11.2 Oxígeno 220
- 11.3 Ozono 227
- 11.4 Azufre 234
- 11.5 Selenio y telurio 243
- 11.6 Polonio 248

12. COMBINACIONES HIDROGENADAS Y OXIGENADAS DE LOS ELEMENTOS DEL GRUPO 16 249

HIDRUROS DE LOS ANFÍGENOS 250

- 12.1 La molécula de agua 250
- 12.2 Estructura del hielo 251
- 12.3 El agua líquida 252
- 12.4 Lluvia ácida 256
- 12.5 Agua oxigenada 257
- 12.6 Compuestos hidrogenados de azufre, selenio y telurio 259

ÓXIDOS Y OXOÁCIDOS DE LOS ANFÍGENOS 261

- 12.7 Óxidos de azufre. Estructura y propiedades 262
- 12.8 Óxoácidos de azufre. Estructura y propiedades 266
- 12.9 Obtención industrial del ácido sulfúrico 274
- 12.10 Óxidos y oxoácidos de selenio y telurio 276

13. NITRÓGENO, FÓSFORO, ARSÉNICO, ANTIMONIO Y BISMUTO 277

- 13.1 Propiedades del Grupo 277
- 13.2 Propiedades del nitrógeno 278
- 13.3 Reacciones del nitrógeno 282
- 13.4 Obtención de nitrógeno 282
- 13.5 Aplicaciones del nitrógeno 282
- 13.6 Formas alotrópicas de fósforo. Propiedades 283
- 13.7 Configuración electrónica, estereoquímica y reactividad del fósforo 285
- 13.8 Obtención y aplicaciones del fósforo 286
- 13.9 Arsénico, antimonio y bismuto 287

14. COMBINACIONES HIDROGENADAS Y OXIGENADAS DE ELEMENTOS DEL GRUPO 15 289

HIDRUROS DE LOS ELEMENTOS DEL GRUPO 15	290
14.1	Combinaciones hidrogenas. Introducción 290
14.2	La molécula de amoniaco 290
14.3	Propiedades del amoniaco 291
14.4	Síntesis del amoniaco 294
14.5	Aplicaciones del amoniaco 299
14.6	Otros hidruros de nitrógeno 299
14.7	Compuestos de fósforo, arsénico, antimonio y bismuto 303
ÓXIDOS Y OXOÁCIDOS DE LOS ELEMENTOS DEL GRUPO 15	306
14.8	Estructura y propiedades de los óxidos de nitrógeno 306
14.9	Ácido nítrico y pentóxido de dinitrógeno 311
14.10	Ácido nitroso y trióxido de dinitrógeno 317
14.11	Ácido hiponitroso e hiponitritos 320
14.12	Óxidos de fósforo. Características estructurales 321
14.13	Oxoácidos del fósforo 322
14.14	Fosfazenos 326

15. CARBONO, SILICIO, GERMANIO, ESTAÑO Y BISMUTO 327

15.1	Propiedades del Grupo 14 328
15.2	Carbono. Introducción 329
15.3	Formas alotrópicas de carbono 330
15.4	Relaciones estructurales y termodinámicas entre diamante y grafito 334
15.5	Propiedades de diamante, grafito y otras formas de carbono 335
15.6	Compuestos de grafito 337
15.7	Silicio, germanio y estaño 339
15.8	Estructura y propiedades del plomo 345

16. COMPUESTOS DE ELEMENTOS DEL GRUPO 14 349

16.1	Carburos 350
16.2	Haluros de carbono 350
16.3	Óxidos de carbono 351

- 16.4 Ácido carbónico y carbonatos 357
- 16.5 Compuestos de silicio 366
- 16.6 Compuestos de germanio, estaño y plomo 371
- 16.7 Vidrio. Compuestos cerámicos. Cemento 372

17. BORO. BORANOS. COMPUESTOS OXIGENADOS DE BORO, ALUMINIO, GALIO, INDIRIO Y TALIO 375

- 17.1 Propiedades del Grupo 13 375
- 17.2 Boro 376
- 17.3 Aluminio, galio, indio, talio 378
- 17.4 Hidruros de boro 379
- 17.5 Compuestos oxigenados de boro 389
- 17.6 Compuestos oxigenados de aluminio, galio, indio, talio 390

18. PRINCIPIOS DE METALURGIA. REDUCCIÓN DE ÓXIDOS METÁLICOS 393

- 18.1 Introducción 393
- 18.2 Diagramas de Ellingham 396
- 18.3 Obtención de hierro y acero 401
- 18.4 Reducción de haluros 406
- 18.5 Reducción de sulfuros 407
- 18.6 Métodos de separación y purificación de metales 407
- 18.7 Cubas electrolíticas de aplicación industrial 410
- 18.8 Un problema de gran importancia industrial y económica: la corrosión del hierro 414

19. METALES ALCALINOS 417

- 19.1 Propiedades de los metales. Generalidades 417
- 19.2 Metales alcalinos 418

20. METALES ALCALINO-TÉRREOS 425

- 20.1 Metales alcalino-térreos 425

21. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS ELEMENTOS d Y f 433

- 21.1 Introducción 433
- 21.2 Evolución histórica de los elementos de transición 434
- 21.3 Relevancia de los elementos de transición 435
- 21.4 Aplicaciones de los elementos de transición 435
- 21.5 Configuración electrónica de los elementos de transición 436
- 21.6 Propiedades de los elementos de transición 441

22. ELEMENTOS DE LOS GRUPOS 12 Y 11 449

- 22.1 Grupo 12: cinc, cadmio y mercurio 449
- 22.2 Grupo 11: cobre, plata y oro 454

CAPÍTULO 23. METALES DE TRANSICIÓN 459

- 23.1 Química de los elementos de los Grupos 8, 9 y 10 460
- 23.2 Química de los elementos del Grupo 7 464
- 23.3 Química de los elementos del Grupo 6 468
- 23.4 Química de los elementos del Grupo 5 474
- 23.5 Química de los elementos del Grupo 4 476

24. LANTÁNIDOS. ACTÍNIDOS 479

- 24.1 Elementos del Grupo 3: Sc, Y, La, Ac 479
- 24.2 Lantánidos 480
- 24.3 Actínidos 483

25. SIMETRÍA 485

- 25.1 Introducción 486
- 25.2 Operaciones de simetría y elementos de simetría 486
- 25.3 Operaciones sucesivas 490
- 25.4 Grupos puntuales 491
- 25.5 Tabla de caracteres: una iniciación 495
- 25.6 Importancia de los elementos de simetría 497
- 25.7 Espectroscopía infrarroja 497
- 25.8 Moléculas quirales 502

26. COMPUESTOS DE COORDINACIÓN 505

- 26.1 Introducción y perspectiva histórica 505
- 26.2 Átomo central y ligandos. Principios generales 510
- 26.3 Nomenclatura de complejos 514
- 26.4 Geometría de los iones complejos. Isomería 517
- 26.5 Efecto trans 526
- 26.6 Velocidad de formación de iones complejos 527
- 26.7 Equilibrios en los que intervienen iones complejos 528

27. EL ENLACE EN LOS COMPUESTOS DE COORDINACIÓN 533

- 27.1 Introducción 534
- 27.2 Teoría del enlace de valencia (EV) 535
- 27.3 Introducción a la teoría del campo del cristal y del campo del ligando 537
- 27.4 Teoría del campo del cristal (TCC) 538
- 27.5 Consecuencias del desdoblamiento de orbitales d 543
- 27.6 Teoría de orbitales moleculares (OM) 562

28. CARBONILOS Y NITROSILOS METÁLICOS. OTROS COMPLEJOS CON LIGANDOS ACEPTORES π . COMPUESTOS ORGANOMETÁLICOS 565

CARBONILOS MONONUCLEARES 566

- 28.1 Estructura molecular de los carbonilos mononucleares 566
- 28.2 Naturaleza del enlace en los carbonilos mononucleares 566
- 28.3 Propiedades de los carbonilos mononucleares 570
- 28.4 Obtención de carbonilos mononucleares 570

CARBONILOS POLINUCLEARES 571

- 28.5 Estructura y propiedades 571
- 28.6 Aniones carbonilatos 575
- 28.7 Síntesis y propiedades de los metal-carbonilos 575

NITROSILOS 576

- 28.8 Nitrosil-carbonilos metálicos 577

OTROS COMPLEJOS CON LIGANDOS ACEPTORES π 579

28.9 Complejos de dinitrógeno 579

28.10 Cianuros complejos 580

COMPUESTOS ORGANOMETÁLICOS 583

28.11 Compuestos organometálicos de los elementos de transición 583

29. QUÍMICA BIOINORGÁNICA. ASPECTOS GENERALES 591

29.1 Definición de Bioinorgánica 591

29.2 Aspectos generales de la Química Bioinorgánica 592

29.3 Captación de los elementos traza por los seres vivos 599

29.4 Funciones biológicas en las que participan iones metálicos 599

30. QUÍMICA BIOINORGÁNICA DE ELEMENTOS INDIVIDUALES 603

30.1 Química bioinorgánica del hierro 605

30.2 Activación del oxígeno 617

30.3 Activación del nitrógeno 619

30.4 Química bioinorgánica del cobre 619

30.5 Química bioinorgánica del cinc 627

30.6 Química bioinorgánica del molibdeno 631

30.7 Química bioinorgánica del cobalto 639

30.8 Química bioinorgánica del alcalinos y alcalinotérreos 643

30.9 Química bioinorgánica del yodo 649

30.10 Aspectos farmacológicos relacionados con la química bioinorgánica 650

31. ESTADO SÓLIDO. TIPOS DE SÓLIDOS 669

31.1 El estado sólido. Sólidos iónicos. Introducción 670

31.2 Cristales iónicos. La formación de compuestos iónicos 670

31.3 Estudio estructural de los sólidos iónicos 671

31.4 Aspectos energéticos de los sólidos iónicos 685

31.5 Radios iónicos 692

31.6 Radios atómicos 695

- 31.7 Carácter covalente de sólidos predominantemente iónicos. Reglas de Fajans 700
31.8 Carácter parcialmente iónico del enlace covalente. Electronegatividad 705

32. MATERIALES CERÁMICOS. CEMENTOS 713

MATERIALES CERÁMICOS 713

32.1 Enlace y propiedades de los materiales refractarios 714

32.2 Vidrios 718

CEMENTOS 720

32.3 Cemento 720
