

Indice general

1 Estequiometría y la base de la teoría atómica

- 1.1 Orígenes de la teoría atómica 1
 - Leyes históricas de la estequiometría* 2
 - Compuestos no estequiométricos* 3
- 1.2 Determinación de pesos atómicos y fórmulas moleculares 4
 - Otras guías para los pesos atómicos* 5
 - Pesos atómicos precisos* 7
 - Determinaciones precisas de pesos atómicos* 7
- 1.3 El concepto de mol 10
- 1.4 La ecuación química 12
- 1.5 Relaciones estequiométricas 14
- 1.6 Cálculos estequiométricos 17
- 1.7 Epílogo 26
 - Resumen 27
 - Bibliografía sugerida 27
 - Problemas 28

2 Propiedades de los gases

- 2.1 Las leyes de los gases 31
 - Ley de Boyle* 33
 - La ley de Charles y Gay-Lussac* 35
 - La escala de temperatura absoluta* 37
 - La ecuación del gas ideal* 38
 - Ley de Dalton de las presiones parciales* 42
 - Uso de las leyes de los gases* 43

PARTE I	Teoría cinética básica	46
2.2	La teoría cinética de los gases	46
	<i>Deducción de la ley de Boyle</i>	47
	<i>Temperatura, energía y la constante de los gases</i>	51
	<i>Efusión y difusión</i>	54
2.3	Distribución de velocidades moleculares	57
	<i>La función de distribución de Maxwell-Boltzmann</i>	59
2.4	Capacidades caloríficas	60
PARTE II	Los efectos del tamaño molecular y de las interacciones moleculares	65
2.5	Gases no ideales	63
	<i>Volumen molecular</i>	65
	<i>Fuerzas intermoleculares</i>	66
	<i>Licuefacción</i>	70
2.6	Fenómenos de transporte	72
	<i>El camino libre medio</i>	73
	<i>Teoría del transporte</i>	74
	Resumen	78
	Bibliografía sugerida	79
	Problemas	79
3	Líquidos y soluciones	
3.1	Una teoría cinética de líquidos	86
3.2	Equilibrio de fases	88
	<i>Evaporación, condensación y presión de vapor</i>	88
	<i>Energética de los cambios de fase</i>	90
	<i>El estado de equilibrio</i>	93
	<i>Dependencia de la presión de vapor con respecto a la temperatura</i>	95
	<i>Diagramas de fase</i>	96
3.3	Tipos de soluciones	99
	<i>Electrólitos fuertes y débiles</i>	102
	<i>Unidades de concentración</i>	102
3.4	Estequiometría de soluciones	104
3.5	Ley de Henry y ley de Raoult	107
	<i>Ley de Henry</i>	107
	<i>Estados estándar y actividad</i>	109
	<i>Ley de Raoult</i>	111
3.6	Teoría de las soluciones ideales	111
	<i>Puntos de ebullición y congelación de las soluciones</i>	112

	<i>Presión osmótica</i>	118	
	<i>Soluciones ideales de los componentes volátiles</i>	120	
3.7	Soluciones no ideales	121	
	<i>Soluciones iónicas</i>	122	
	<i>Soluciones no ideales de dos líquidos volátiles</i>	123	
3.8	Solubilidad	126	
	<i>Reglas de solubilidad para soluciones iónicas</i>	127	
	<i>Efectos de la temperatura</i>	128	
	Resumen	130	
	Bibliografía sugerida	130	
	Problemas	131	

4 Equilibrio químico

4.1	La naturaleza del equilibrio químico	135	
4.2	La constante de equilibrio	139	
	<i>Interpretación de las constantes de equilibrio</i>	144	
4.3	Efectos externos sobre los equilibrios	148	
	<i>Efectos de la concentración</i>	149	
	<i>Efectos de la temperatura</i>	152	
4.4	Energía libre y equilibrios en soluciones no ideales	152	
	<i>Equilibrios en solución</i>	155	
	<i>No idealidad</i>	156	
	<i>Equilibrios ignorados</i>	158	
4.5	Cálculos usando la constante de equilibrio	158	
	<i>Disociación del N_2O_4</i>	159	
	<i>Problemas que involucran presiones iniciales</i>	162	
	Resumen	165	
	Bibliografía sugerida	165	
	Problemas	166	

5 Equilibrio iónico en soluciones acuosas

5.1	Sales poco solubles	171	
	<i>Solubilidad con un ión común</i>	174	
	<i>Métodos exactos para calcular el efecto del ion común</i>	177	
	<i>Dos equilibrios de solubilidad</i>	178	
5.2	Acidos y bases	180	
	<i>La teoría de Arrhenius de ácidos y bases</i>	181	
	<i>El concepto de Lowry-Brønsted</i>	183	
	<i>Fuerza de ácidos y bases</i>	183	

	<i>La escala de pH</i>	186	
	<i>La autoionización del agua</i>	187	
	<i>Relación entre K_a y K_b</i>	188	
5.3	Problemas numéricos	189	
	<i>Soluciones de ácidos y bases débiles</i>	189	
	<i>Soluciones amortiguadoras</i>	195	
	<i>Indicadores</i>	199	
5.4	Resumen de ecuaciones de reacción neta	200	
5.5	Tratamiento exacto del equilibrio iónico	202	
5.6	Aspectos especiales de los equilibrios ácido-base	203	
	<i>Titulaciones ácido-base</i>	204	
	<i>Ejemplos prácticos de soluciones amortiguadoras</i>	208	
	<i>Solubilidades de óxidos y sulfuros</i>	213	
	<i>Ácidos polipróticos</i>	216	
5.7	Equilibrios entre iones complejos	222	
	Resumen	227	
	Bibliografía sugerida	228	
	Problemas	228	

6 Valencia y enlace químico

6.1	Radicales	234	
6.2	Valencia	236	
6.3	Diagramas electrónicos de Lewis	238	
	<i>Especies isoelectrónicas</i>	240	
	<i>Estructuras de octeto</i>	240	
	<i>Pares electrónicos</i>	241	
	<i>Diagramas de enlace covalente</i>	241	
	<i>Enlaces múltiples</i>	244	
	<i>Carga formal</i>	245	
	<i>Resonancia</i>	246	
	<i>Octetos incompletos y expandidos</i>	248	
6.4	Enlaces iónicos y polares y momentos dipolares	249	
	<i>Momentos dipolares eléctricos</i>	250	
6.5	Valencia direccional y geometría molecular	253	
	<i>¿Núcleos o electrones?</i>	255	
	<i>Geometrías experimentales</i>	255	
6.6	El modelo de repulsión de pares electrónicos de la capa de valencia (RPECV)	257	
	<i>Estructuras de octetos completos</i>	258	
	<i>Octetos incompletos</i>	258	
	<i>Octetos expandidos</i>	259	
	<i>Enlaces múltiples</i>	261	
	<i>Resumen de RPECV</i>	262	

- 6.7 Energías de enlace y distancias 263
 Energías de disociación de enlace 265
 Variaciones en las distancias y en los ángulos de enlace 267
 Interacciones no enlazantes y antienlazantes 269
 Resumen 271
 Bibliografía sugerida 272
 Problemas 273

7 Reacciones de oxidación-reducción

- 7.1 Estados de oxidación 280
 7.2 Concepto de semirreacción 282
 7.3 Balance de reacciones de oxidación-reducción 283
 7.4 Celdas galvánicas 288
 7.5 La ecuación de Nernst 298
 Potenciales de celda, energía libre y constantes de equilibrio 301
 Reacciones y voltajes de celda 305
 7.6 Titulaciones de oxidación-reducción 308
 7.7 Electrólisis 314
 Leyes de Faraday de la electrólisis 314
 7.8 Aplicaciones electroquímicas 316
 Corrosión 316
 Baterías y celdas de combustible 318
 Resumen 310
 Bibliografía sugerida 321
 Problemas 321

8 Termodinámica química

- 8.1 Sistemas, estados y funciones de estado 328
 Estados de equilibrio 328
 Funciones de estado 329
 8.2 Trabajo y calor 330
 8.3 La primera ley de la termodinámica 333
 Mediciones de ΔE 335
 Entalpía 336
 8.4 Termoquímica 338
 Capacidad calorífica 341
 Dependencia de ΔH con respecto a la temperatura 344
 8.5 Criterios de cambio espontáneo 346
 Reversibilidad y espontaneidad 347
 8.6 Entropía y la segunda ley de la termodinámica 350
 Cálculos de entropía 351

	<i>Dependencia de la entropía con respecto a la temperatura</i>	353
8.7	Interpretación molecular de la entropía	354
8.8	Las entropías absolutas y la tercera ley de la termodinámica	356
8.9	Energía libre	359
8.10	Energía libre y constantes de equilibrio	361
	<i>Equilibrios en solución</i>	365
	<i>Ejemplos termoquímicos</i>	368
8.11	Celdas electroquímicas	370
8.12	Dependencia de los equilibrios con respecto a la temperatura	372
8.13	Propiedades coligativas	374
8.14	Máquinas térmicas	378
	Resumen	380
	Bibliografía sugerida	381
	Problemas	382

9 Cinética química

9.1	Efectos de la concentración	390
	<i>Leyes diferenciales de velocidad</i>	391
	<i>Leyes integradas de velocidad</i>	395
	<i>Determinación experimental de las leyes de velocidad</i>	398
9.2	Mecanismos de reacción	399
	<i>Procesos elementales</i>	400
	<i>Mecanismos y leyes de velocidad</i>	402
	<i>La aproximación del estado estacionario</i>	406
	<i>Reacciones en cadena</i>	410
9.3	Velocidades de reacción y equilibrios	412
9.4	Teoría de las colisiones de las reacciones gaseosas	413
9.5	Efectos de la temperatura	418
9.6	Velocidad de las reacciones en solución	420
9.7	Teoría de complejo activado	423
9.8	Superficie de reacción	426
9.9	Catálisis	428
	<i>Catálisis enzimática</i>	430
	Resumen	433
	Bibliografía sugerida	434
	Problemas	435

10 La estructura electrónica de los átomos

10.1	Naturaleza eléctrica de la materia	443
	<i>Experimentos de J. J. Thomson</i>	444
	<i>Contribución de Millikan</i>	447

- 10.2** La estructura del átomo 448
El experimento de dispersión de Rutherford 448
- 10.3** Los orígenes de la teoría cuántica 451
Teoría clásica de la radiación 451
El efecto fotoeléctrico 453
Espectroscopia y el átomo de Bohr 454
Números atómicos y átomos multieletrónicos 461
Las limitaciones del modelo de Bohr 463
- 10.4** Mecánica cuántica 463
La dualidad onda-partícula 464
El principio de incertidumbre 465
Formulación de la mecánica cuántica 466
La ecuación de Schrödinger 467
La partícula en una caja 468
- 10.5** El átomo de hidrógeno 472
- 10.6** Átomos multieletrónicos 482
Efecto de pantalla sobre la carga nuclear 483
Configuraciones electrónicas 484
La tabla periódica 485
Niveles energéticos y espín del electrón 489
Energías de ionización 492
Afinidades electrónicas 497
- 10.7** Cálculos mecánico-cuánticos de las propiedades atómicas 499
Correlación electrónica 500
 Resumen 501
 Bibliografía sugerida 501
 Problemas 502

11 El enlace químico

- 11.1** Enlaces iónicos 509
Polarización 511
Sólidos iónicos 512
Iones en sólidos y en solución 516
- 11.2** Los enlaces covalentes más simples 518
Enlaces en el H₂, He₂⁺ y He₂ 523
- 11.3** Orbitales atómicos y enlaces químicos 524
OM-CLOA 525
Moléculas que tienen octetos completos 529
- 11.4** Hibridización 531
Hibridización sp² y sp 533
Octetos expandidos 534
- 11.5** Resultados de cálculos cuantitativos de enlaces 537
 HF 538

CH ₄	540
NH ₃	541
Orbitales Hückel	542
Resumen	546
Bibliografía sugerida	548
Problemas	548

12 Teoría orbital molecular sistemática

12.1	Orbitales de moléculas biatómicas homonucleares	553
12.2	Moléculas biatómicas heteronucleares	560
12.3	Moléculas triatómicas	563
	<i>Hidruros triatómicos</i>	565
	<i>Moléculas triatómicas que no son hidruros</i>	570
	Resumen	576
	Bibliografía sugerida	576
	Problemas	576

13 Propiedades periódicas

13.1	La tabla periódica	579
13.2	Las propiedades periódicas	582
	<i>Propiedades eléctricas y estructurales</i>	582
	<i>Energía de ionización, afinidad electrónica y electronegatividad</i>	584
	<i>Estados de oxidación</i>	586
	<i>Relaciones de tamaño</i>	588
13.3	Propiedades químicas de los óxidos	592
13.4	Las propiedades de los hidruros	596
	<i>Agua</i>	599
	Resumen	602
	Bibliografía sugerida	603
	Problemas	604

14 Los elementos representativos: grupos I-IV

14.1	Los métodos alcalinos	610
	<i>Los óxidos de los metales alcalinos</i>	613
	<i>Los haluros alcalinos</i>	614
	<i>Los enlaces de los iones de metales alcalinos</i>	617

- 14.2** Los metales alcalinotérreos 618
Los óxidos e hidróxidos 621
Los haluros 622
Otras sales 624
- 14.3** Los elementos del grupo IIIA 626
Boro 628
Aluminio 633
Galio, indio y talio 635
- 14.4** Los elementos del grupo IVA 636
Carbono 638
Silicio 642
Germanio 646
Estaño y plomo 646
Resumen 648
Bibliografía sugerida 648
Problemas 649

15 Los elementos no metálicos

- 15.1** Los elementos del grupo VA 655
Nitrógeno 656
Fósforo 667
Arsénico, antimonio y bismuto 673
- 15.2** Los elementos del grupo VIA 674
Oxígeno 675
Azufre 679
Selenio y telurio 685
- 15.3** Los elementos del grupo VIIA 686
Los haluros 688
Los haluros de hidrógeno 689
Los óxidos de los halógenos 691
Los oxiácidos de los halógenos 692
Los compuestos interhalógenos 695
- 15.4** Los compuestos de los gases nobles 697
Resumen 699
Bibliografía sugerida 700
Problemas 700

16 Los metales de transición

- 16.1** Propiedades generales de los elementos 708
Iones 710

- 16.2** Complejos de metales de transición 712
 Estereoquímica 713
 Nomenclatura 716
- 16.3** Teorías del enlace en los complejos de los metales de transición 717
 Teoría del campo cristalino 718
 Teoría del campo ligando 726
 Carbonilos de los metales de transición 728
 Compuestos organometálicos 730
- 16.4** Los lantánidos 733
- 16.5** La química de los metales de transición 734
 Titanio 734
 Vanadio 736
 Cromo 737
 Manganeso 740
 Hierro 742
 Cobalto 744
 Níquel 745
- 16.6** Cobre, plata y oro 745
 Cobre 746
 Plata 748
 Oro 749
- 16.7** Cinc, cadmio y mercurio 750
 Cinc 750
 Cadmio 751
 Mercurio 752
 Resumen 754
 Bibliografía sugerida 755
 Problemas 756

17 Química orgánica

- 17.1** Los alcanos o hidrocarburos parafínicos (C_nH_{2n+2}) 760
 Isómeros estructurales 762
 Nomenclatura IUPAC 762
 Estereoisómeros 765
 Isómeros conformacionales 766
- 17.2** Los cicloalcanos (C_nH_{2n}) 767
- 17.3** Hidrocarburos no saturados 769
 Alquenos 769
 Alquinos 770
 Enlaces π deslocalizados 770
- 17.4** Grupos funcionales 772
 Alcoholes 773
 Eteres 773

<i>Aldehídos</i>	773
<i>Cetonas</i>	774
<i>Acidos carboxilicos</i>	774
<i>Esteres</i>	775
<i>Aminas</i>	775

17.5	Reactividad de los grupos funcionales	776
	<i>Reacciones de alcoholes</i>	777
	<i>Reacciones de los alquenos</i>	782
	<i>Compuestos de carbonilo</i>	785
	Resumen	790
	Bibliografía sugerida	791
	Problemas	791

18 Bioquímica

18.1	La célula	795
18.2	Energía bioquímica y ATP	797
	<i>Reacciones de óxido-reducción</i>	799
18.3	Lípidos	802
	<i>Lípidos simples</i>	803
	<i>Función de los lípidos</i>	803
	<i>La oxidación de los ácidos grasos</i>	804
18.4	Hidratos de carbono	806
	<i>Monosacáridos</i>	807
	<i>Polisacáridos</i>	808
	<i>Metabolismo de los hidratos de carbono</i>	809
18.5	Proteínas	813
	<i>Aminoácidos</i>	814
	<i>Estructura primaria de las proteínas</i>	818
	<i>Estructura secundaria de las proteínas</i>	821
	<i>Estructura terciaria de las proteínas</i>	823
	<i>Estructura cuaternaria de las proteínas</i>	824
18.6	Acidos nucleicos	825
	<i>Estructura del ADN</i>	827
	<i>Estructura del ARN</i>	829
18.7	Funciones biológicas de los ácidos nucleicos	831
	<i>Replicación del ADN</i>	831
	<i>Acidos nucleicos y síntesis proteica</i>	832
	<i>El código genético</i>	833
	Resumen	835
	Bibliografía sugerida	836
	Problemas	836

19 El núcleo

- 19.1 La naturaleza del núcleo 841
 Tamaño nuclear 841
 Forma nuclear 843
 Masa nuclear 844
 Fuerzas nucleares 846
- 19.2 Radiactividad 848
 Procesos de desintegración beta 849
 Procesos de desintegración alfa 851
 Procesos de desintegración gamma 852
 Interacción de la radiación con la materia 853
- 19.3 Velocidades de desintegración radiactiva 854
 Fechado radiométrico 856
- 19.4 Reacciones nucleares 858
 Energía de las reacciones nucleares 859
 Reacciones nucleares en las estrellas 862
- 19.5 Aplicaciones de los isótopos 866
 Resumen 867
 Bibliografía sugerida 868
 Problemas 868

20 Las propiedades de los sólidos

- 20.1 Propiedades macroscópicas de los sólidos 871
 Tamaño y forma de los cristales 873
- 20.2 Tipos de sólidos 875
 Cristales iónicos 875
 Cristales moleculares 877
 Sólidos con redes covalentes 877
 Cristales metálicos 879
- 20.3 Rayos X y estructura cristalina 880
 Ondas electromagnéticas 880
 Interferencia de ondas 881
 Difracción de rayos X 883
 Rayos X y densidad electrónica 885
 Análisis químico mediante rayos X 887
 Determinación del número de Avogadro 887
- 20.4 Redes cristalinas 887
 La celda unitaria 888
 Redes de Bravais 888
- 20.5 Estructuras cristalinas comunes 889
 Estructuras de empaquetamiento compacto 890

Estructuras relacionadas con las redes de empaquetamiento compacto 893

Ordenamientos de empaquetamiento local 898

20.6 Defectos en las estructuras sólidas 900

Defectos de punto 900

Defectos de línea 902

Defectos de plano 903

20.7 Propiedades térmicas de los sólidos 903

20.8 Energía reticular de los cristales iónicos 908

20.9 Enlace metálico 909

Resumen 912

Bibliografía sugerida 913

Problemas 913

Apéndices

A Constantes físicas y factores de conversión 915

B Unidades SI 919

C Ley de Coulomb 921

Respuestas

Respuestas a los problemas impares seleccionados 925

Indice

Indice de materias 939