

# Índice general

<b>1</b>	<b>Algunos conceptos químicos fundamentales</b>	<b>1</b>
1.1	Introducción	1
1.2	Clases de materia	1
1.3	Clases de sustancias	1
1.4	Masas atómicas y molares	2
1.5	Símbolos; fórmulas	3
1.6	El mol	4
1.7	Ecuaciones químicas	4
1.8	Sistema Internacional de Unidades, SI	7
<b>2</b>	<b>Propiedades empíricas de los gases</b>	<b>8</b>
2.1	Ley de Boyle; ley de Charles	8
2.2	Masa molar de un gas. Ley de Avogadro; ley del gas ideal	10
2.3	Ecuación de estado; propiedades extensivas e intensivas	13
2.4	Propiedades de un gas ideal	14
2.5	Determinación de masas molares de gases y sustancias volátiles	16
2.6	Mezclas; variables de composición	18
2.7	Ecuación de estado para una mezcla de gases; ley de Dalton	19
2.8	Concepto de presión parcial	21
2.9	Ley de la distribución barométrica	23
	Preguntas	28
	Problemas	28
<b>3</b>	<b>Gases reales</b>	<b>34</b>
3.1	Desviaciones del comportamiento ideal	34
3.2	Modificación de la ecuación del gas ideal; ecuación de van der Waals	35
3.3	Implicaciones de la ecuación de van der Waals	37
3.4	Isotermas de un gas real	41

3.5	Continuidad de estados	42
3.6	Las isotermas de la ecuación de van der Waals	43
3.7	Estado crítico	44
3.8	Ley de los estados correspondientes	47
3.9	Otras ecuaciones de estado	48
	Preguntas	50
	Problemas	50
<b>4</b>	<b>La estructura de los gases</b>	<b>53</b>
4.1	Introducción	53
4.2	Teoría cinética de los gases; suposiciones fundamentales	53
4.3	Cálculo de la presión de un gas	54
4.4	Ley de las presiones parciales de Dalton	59
4.5	Distribuciones y funciones de distribución	60
4.6	Distribución de Maxwell	60
*4.7	Interludio matemático	65
4.8	Evaluación de $A$ y $\beta$	69
4.9	Cálculo de valores medios usando la distribución de Maxwell	72
*4.10	La distribución de Maxwell como una distribución de energía	73
4.11	Valores medios de componentes individuales; equipartición de energía	76
4.12	Equipartición de energía y cuantización	78
*4.13	Cálculo de la capacidad calorífica vibracional	82
*4.14	Ley de distribución de Maxwell-Boltzmann	85
*4.15	Verificación experimental de la ley de distribución de Maxwell	86
	Preguntas	87
	Problemas	87
<b>5</b>	<b>Algunas propiedades de líquidos y sólidos</b>	<b>90</b>
5.1	Fases condensadas	90
5.2	Coefficientes de expansión térmica y compresibilidad	91
5.3	Calores de fusión, vaporización y sublimación	92
5.4	Presión de vapor	93
5.5	Otras propiedades de los líquidos	95
5.6	Repaso de las diferencias estructurales entre sólidos, líquidos y gases	95
	Preguntas	96
	Problemas	96
<b>6</b>	<b>Leyes de la termodinámica: generalidades y ley cero</b>	<b>98</b>
6.1	Clases de energía y primera ley de la termodinámica	98
6.2	Restricciones en la conversión de energía de una forma a otra	99
6.3	Segunda ley de la termodinámica	99
6.4	Ley cero de la termodinámica	100
6.5	Termometría	102
	Preguntas	105
	Problemas	105

<b>7</b>	<b>Energía y la primera ley de la termodinámica; termoquímica</b>	<b>107</b>
7.1	Términos termodinámicos: definiciones	107
7.2	Trabajo y calor	108
7.3	Trabajo de expansión	110
7.4	Trabajo de compresión	113
7.5	Cantidades mínimas y máximas de trabajo	114
7.6	Transformaciones reversibles e irreversibles	116
7.7	Energía y primera ley de la termodinámica	118
7.8	Propiedades de la energía	120
7.9	Interludio matemático; diferenciales exactas e inexactas	120
7.10	Cambios energéticos en relación con cambios en las propiedades del sistema	120
7.11	Cambios de estado a volumen constante	121
7.12	Medición de $(\partial U/\partial V)_T$ ; experimento de Joule	123
7.13	Cambios de estado a presión constante	125
7.14	Relación entre $C_p$ y $C_v$	127
7.15	Medición de $(\partial H/\partial p)_T$ ; experimento de Joule-Thomson	130
7.16	Cambios adiabáticos de estado	133
7.17	Una observación acerca de la resolución de problemas	135
7.18	Aplicación de la primera ley de la termodinámica a reacciones químicas. Calor de reacción	136
7.19	Reacción de formación	138
7.20	Valores convencionales de las entalpías molares	140
7.21	Determinación de los calores de formación	141
7.22	Secuencias de reacciones; ley de Hess	142
*7.23	Calores de solución y dilución	144
7.24	Calores de reacción a volumen constante	144
7.25	Dependencia del calor de reacción con la temperatura	146
7.26	Entalpías de enlace	149
*7.27	Mediciones calorimétricas	151
	Preguntas	152
	Problemas	153
<b>8</b>	<b>Introducción a la segunda ley de la termodinámica</b>	<b>161</b>
8.1	Aspectos generales	161
8.2	Ciclo de Carnot	161
8.3	Segunda ley de la termodinámica	163
8.4	Características de un ciclo reversible	163
8.5	Máquina de movimiento perpetuo de segunda clase	164
8.6	La eficiencia de las máquinas térmicas	165
8.7	Otra máquina imposible	165
8.8	Escala termodinámica de temperatura	168
8.9	Retrospección	170
8.10	Ciclo de Carnot con un gas ideal	170
8.11	Refrigerador de Carnot	172
8.12	La bomba de calor	172

8.13	Definición de entropía	173
8.14	Prueba general	174
8.15	Desigualdad de Clausius	177
8.16	Conclusión	178
	Preguntas	178
	Problemas	179
<b>9</b>	<b>Propiedades de la entropía y tercera ley de la termodinámica</b>	<b>182</b>
9.1	Propiedades de la entropía	182
9.2	Condiciones para la estabilidad térmica y mecánica de un sistema	183
9.3	Cambios de entropía en transformaciones isotérmicas	183
9.4	Interludio matemático. Otras propiedades de las diferenciales exactas. Regla cíclica	185
9.5	Cambios de entropía relacionados con cambios en las variables de estado	188
9.6	La entropía como función de la temperatura y el volumen	189
9.7	La entropía como función de la temperatura y la presión	191
9.8	Dependencia de la entropía con la temperatura	193
9.9	Cambios de entropía en el gas ideal	194
9.10	Tercera ley de la termodinámica	196
9.11	Cambios de entropía en reacciones químicas	200
9.12	Entropía y probabilidad	201
9.13	Forma general para omega	205
9.14	Distribución de energía	206
9.15	Entropía de mezclado y excepciones a la tercera ley de la termodinámica Preguntas Problemas	209 211 211
<b>10</b>	<b>Espontaneidad y equilibrio</b>	<b>216</b>
10.1	Condiciones generales para el equilibrio y la espontaneidad	216
10.2	Condiciones de equilibrio y espontaneidad con restricciones	217
10.3	Síntesis	220
10.4	Fuerzas impulsoras de los cambios naturales	222
10.5	Ecuaciones fundamentales de la termodinámica	222
10.6	Ecuación termodinámica de estado	223
10.7	Propiedades de $A$	226
10.8	Propiedades de $G$	227
10.9	Energía de Gibbs de los gases reales	229
10.10	Dependencia de la energía de Gibbs con la temperatura Preguntas Problemas	230 231 232
<b>11</b>	<b>Sistemas de composición variable; equilibrio químico</b>	<b>235</b>
11.1	La ecuación fundamental	235
11.2	Las propiedades de $\mu_i$	236

11.3	La energía de Gibbs de una mezcla	237
11.4	Potencial químico de un gas ideal puro	238
11.5	Potencial químico de un gas ideal en una mezcla de gases ideales	239
11.6	Energía de Gibbs y entropía de mezclado	240
11.7	Equilibrio químico en una mezcla	244
11.8	Comportamiento general de $G$ en función de $\xi$	245
11.9	Equilibrio químico en una mezcla de gases ideales	247
11.10	Equilibrio químico en una mezcla de gases reales	249
11.11	Las constantes de equilibrio, $K_x$ y $K_c$	250
11.12	Energías de Gibbs estándar de formación	251
11.13	Dependencia de la constante de equilibrio con la temperatura	254
11.14	Equilibrio entre gases ideales y fases condensadas puras	256
*11.15	Principio de LeChatelier	259
*11.16	Constantes de equilibrio a partir de mediciones calorimétricas. La tercera ley en su contexto histórico	260
*11.17	Reacciones químicas y entropía del universo	262
*11.18	Reacciones acopladas	262
11.19	Dependencia de las otras funciones termodinámicas con la composición	263
11.20	Cantidades molares parciales y reglas de aditividad	264
11.21	La ecuación de Gibbs-Duhem	266
11.22	Cantidades molares parciales en mezclas de gases ideales	267
*11.23	Calor diferencial de solución	268
	Preguntas	268
	Problemas	269

## 12 Equilibrio de fases en sistemas simples;

### la regla de las fases

277

12.1	La condición de equilibrio	277
12.2	Estabilidad de las fases de una sustancia pura	277
12.3	Dependencia de las curvas $\mu$ versus $T$ en la presión	279
12.4	Ecuación de Clapeyron	280
12.5	Diagrama de fases	284
12.6	Integración de la ecuación de Clapeyron	287
12.7	Efecto de la presión sobre la presión de vapor	289
12.8	La regla de las fases	290
12.9	El problema de los componentes	292
	Preguntas	293
	Problemas	293

## 13 Soluciones

### I. La solución ideal y las propiedades coligativas

297

13.1	Clases de soluciones	297
13.2	Definición de la solución ideal	297
13.3	Forma analítica del potencial químico en soluciones líquidas ideales	300
13.4	Potencial químico del soluto en una solución ideal binaria; aplicación de la ecuación de Gibbs-Duhem	300

13.5	Propiedades coligativas	301
13.6	Disminución de la temperatura de congelación	303
*13.7	Solubilidad	306
13.8	Aumento de la temperatura de ebullición	307
13.9	Presión osmótica	309
	Preguntas	313
	Problemas	313

## 14 Soluciones

### II. Más de un componente volátil; la solución ideal diluida **316**

14.1	Características generales de la solución ideal	316
14.2	El potencial químico en soluciones ideales	317
14.3	Soluciones binarias	318
14.4	Regla de la palanca	320
14.5	Cambios de estado cuando la reducción de la presión es isotérmica	321
14.6	Diagramas temperatura-composición	322
14.7	Cambios de estado con aumento de temperatura	323
14.8	Destilación fraccionada	324
14.9	Mezclas azeotrópicas	326
14.10	Solución ideal diluida	328
14.11	Potenciales químicos en la solución ideal diluida	331
14.12	Ley de Henry y solubilidad de los gases	333
14.13	Distribución de un soluto entre dos disolventes	335
14.14	Equilibrio químico en la solución ideal	335
	Preguntas	337
	Problemas	337

## 15 Equilibrio entre fases condensadas **340**

15.1	Equilibrio líquido-líquido	340
15.2	Destilación de líquidos inmiscibles y parcialmente miscibles	343
15.3	Equilibrio sólido-líquido. El diagrama eutéctico simple	345
15.4	Diagrama de temperatura de congelación con formación de compuesto	350
15.5	Compuestos con temperaturas de fusión incongruentes	351
*15.6	Miscibilidad en el estado sólido	354
*15.7	Aumento de la temperatura de solidificación	355
*15.8	Miscibilidad parcial en el estado sólido	356
*15.9	Equilibrio gas-sólido. Presión de vapor de sales hidratadas	357
*15.10	Sistemas de tres componentes	358
*15.11	Equilibrio líquido-líquido	360
*15.12	Solubilidad de las sales. Efecto del ion común	361
*15.13	Formación de sales dobles	362
*15.14	Método de los «residuos húmedos»	363
*15.15	«Salificación»	364
	Preguntas	365
	Problemas	366

<b>16</b>	<b>Equilibrio en sistemas no ideales</b>	<b>368</b>
16.1	El concepto de actividad	368
16.2	Sistema racional de actividades	369
16.3	Propiedades coligativas	371
16.4	Sistema práctico	372
16.5	Actividades y equilibrio de la reacción	375
16.6	Actividades en soluciones electrolíticas	376
16.7	Teoría de Debye-Hückel sobre la estructura de soluciones iónicas diluidas	381
16.8	Equilibrio en soluciones iónicas	388
	Preguntas	390
	Problemas	390
<b>17</b>	<b>Equilibrio en celdas electroquímicas</b>	<b>393</b>
17.1	Introducción	393
17.2	Definiciones	393
17.3	Potencial químico de especies cargadas	394
17.4	Diagramas de celda	397
17.5	Celda de Daniell	397
17.6	Energía de Gibbs y el potencial de la celda	399
17.7	Ecuación de Nernst	400
17.8	Electrodo de hidrógeno	401
17.9	Potenciales de electrodo	402
17.10	Dependencia de la temperatura del potencial de celda	405
17.11	Clases de electrodos	407
17.12	Constantes de equilibrio a partir de potenciales estándar de media celda	408
17.13	Significado del potencial de media celda	411
17.14	Medición de potenciales de celda	413
17.15	Reversibilidad	413
17.16	Determinación del $\mathcal{E}^{\circ}$ de una media celda	414
17.17	Determinación de actividades y coeficientes de actividad a partir de potenciales de celda	415
*17.18	Celdas de concentración	416
17.19	Procesos electroquímicos técnicos	420
17.20	Celdas electroquímicas como fuentes de energía	420
17.21	Dos fuentes de energía prácticas	423
	Preguntas	426
	Problemas	427
<b>18</b>	<b>Fenómenos superficiales</b>	<b>432</b>
18.1	Energía superficial y tensión superficial	432
18.2	Magnitud de la tensión superficial	433
18.3	Medición de la tensión superficial	434
18.4	Formulación termodinámica	436
18.5	Elevación capilar y depresión capilar	438
18.6	Propiedades de partículas muy pequeñas	439

18.7	Burbujas; gotas en reposo	442
*18.8	Interfaces líquido-líquido y sólido-líquido	443
18.9	Tensión superficial y adsorción	446
18.10	Películas superficiales	450
18.11	Adsorción en sólidos	452
18.12	Adsorciones física y química	454
18.13	Isoterma de Brunauer, Emmet y Teller (BET)	455
18.14	Fenómenos eléctricos en las interfaces; doble capa	459
18.15	Efectos electrocinéticos	461
18.16	Coloides	462
18.17	Electrolitos coloidales: jabones y detergentes	465
18.18	Emulsiones y espumas	466
	Preguntas	467
	Problemas	467
<b>19</b>	<b>Estructura de la materia</b>	<b>471</b>
19.1	Introducción	471
19.2	Siglo diecinueve	471
19.3	El terremoto	473
19.4	Descubrimiento del electrón	474
19.5	Rayos positivos e isótopos	476
19.6	Radiactividad	477
19.7	Dispersión de los rayos alfa	477
19.8	Radiación y materia	479
19.9	Efecto fotoeléctrico	482
19.10	Modelo atómico de Bohr	483
19.11	Las partículas y Louis de Broglie	486
*19.12	Ecuación clásica de la onda	487
*19.13	Ecuación de Schrödinger	489
*19.14	Interpretación de $\psi$	490
19.15	Resumen	492
	Preguntas	492
	Problemas	493
<b>20</b>	<b>Introducción a los principios mecánico-cuánticos</b>	<b>495</b>
20.1	Introducción	495
20.2	Postulados de la mecánica cuántica	495
20.3	Interludio matemático: álgebra de operadores	497
20.4	Ecuación de Schrödinger	499
20.5	El espectro de valores propios	503
*20.6	Teorema de desarrollo	505
20.7	Conclusiones importantes sobre las ecuaciones generales	506
	Preguntas	507
	Problemas	507



<b>21</b>	<b>Mecánica cuántica de algunos sistemas elementales</b>	<b>509</b>
21.1	Introducción	509
21.2	La partícula libre	510
21.3	Partícula en una «caja»	511
21.4	Principio de incertidumbre	519
21.5	Oscilador armónico	521
21.6	Problemas multidimensionales	529
21.7	El problema de dos cuerpos	532
21.8	El rotor rígido	534
	Preguntas	539
	Problemas	540
<b>22</b>	<b>El átomo de hidrógeno</b>	<b>542</b>
22.1	El problema de campo central	542
22.2	El átomo de hidrógeno	543
22.3	Significado de los números cuánticos en el átomo de hidrógeno	547
22.4	Distribución de probabilidad de la nube electrónica en el átomo de hidrógeno	550
22.5	Espín electrónico y propiedades magnéticas de los átomos	555
22.6	Estructura de los átomos complejos	556
22.7	Algunas tendencias generales del sistema periódico	559
	Preguntas	561
	Problemas	562
<b>23</b>	<b>El enlace covalente</b>	<b>564</b>
23.1	Observaciones generales	564
23.2	Par electrónico	565
23.3	La molécula de hidrógeno; método del enlace valencia	567
23.4	El enlace covalente	571
23.5	Traslape y carácter direccional del enlace covalente	572
23.6	Geometría molecular	576
23.7	Estructuras con enlaces múltiples	580
23.8	Estructuras que implican dos enlaces dobles o un enlace triple	583
23.9	Orden y longitud de enlace	584
23.10	El enlace covalente en los elementos de los periodos segundo y superiores	586
23.11	Niveles moleculares de energía	588
23.12	Funciones de onda y simetría	593
23.13	Interludio matemático	595
23.14	La molécula de agua (grupo $C_{2v}$ ): ejemplo	597
23.15	Representaciones de un grupo	599
23.16	Representaciones reducibles; el teorema de ortogonalidad	603
	Preguntas	610
	Problemas	610

<b>24</b>	<b>Espectroscopia atómica</b>	<b>613</b>
24.1	Regiones espectrales	613
24.2	Experimentos espectroscópicos básicos	614
24.3	Orígenes de los espectros	617
24.4	Absorción de luz; ley de Beer	618
24.5	Teoría de los espectros atómicos	621
24.6	Números cuánticos en átomos polieletrónicos	624
24.7	Espectroscopia atómica; símbolos de término	625
24.8	Átomos con capas cerradas	626
24.9	Obtención de los símbolos de término a partir de la configuración electrónica	627
24.10	Ejemplos de espectros atómicos	629
24.11	Propiedades magnéticas de los átomos	634
24.12	Espectroscopia de rayos X	645
24.13	Espectroscopia de fluorescencia de rayos X	649
24.14	Microanálisis de rayos X de sonda electrónica	650
24.15	Espectroscopia fotoelectrónica de rayos X	651
24.16	Espectroscopia fotoelectrónica ultravioleta	655
	Preguntas	655
	Problemas	656
<b>25</b>	<b>Espectroscopia molecular</b>	<b>659</b>
25.1	Movimientos nucleares: rotación y vibración	659
25.2	Rotaciones	660
25.3	Espectro rotacional	661
25.4	Vibraciones	662
25.5	Espectro de vibración-rotación	662
25.6	Espectros rotacional y vibración-rotación de moléculas poliatómicas	666
25.7	Aplicaciones de la espectroscopia por rayos infrarrojos	672
25.8	Efecto Raman	672
25.9	Espectros electrónicos	675
25.10	Espectros electrónicos de moléculas poliatómicas	679
*25.11	Descripción mecánico-cuántica de sistemas dependientes del tiempo	682
*25.12	Variación en el estado de un sistema con el tiempo	683
*25.13	Reglas de selección para el oscilador armónico	685
*25.14	Reglas de selección y simetría	687
*25.15	Reglas de selección para el átomo de hidrógeno	691
*25.16	Reglas de selección para moléculas poliatómicas	691
	Preguntas	692
	Problemas	693
<b>26</b>	<b>Fuerzas intermoleculares</b>	<b>695</b>
26.1	Introducción	695
26.2	Polarización en un dieléctrico	696
26.3	Polarización molar	699

26.4	Fuerzas intermoleculares	704
*26.5	Energía de interacción y la «a» de van der Waals	708
26.6	Leyes de interacción	710
26.7	Comparación de las contribuciones a la energía de interacción	711
26.8	El enlace de hidrógeno	714
	Preguntas	716
	Problemas	716
<b>27</b>	<b>Estructura de los sólidos</b>	<b>718</b>
27.1	Distinción estructural entre sólidos y líquidos	718
27.2	Clasificación empírica de los tipos de sólidos	719
27.3	Requisitos geométricos de las estructuras densamente empaquetadas	719
27.4	Requisitos geométricos en cristales covalentes	727
27.5	Simetría de los cristales	728
27.6	Clases de cristales	729
27.7	Simetría en el patrón atómico	732
*27.8	Designación de los planos y caras cristalinas	734
*27.9	Examen de cristales mediante rayos X	738
*27.10	Método de Debye-Scherrer (método de polvos)	740
*27.11	Intensidades y determinación de la estructura	741
*27.12	Difracción de rayos X en líquidos	743
	Preguntas	744
	Problemas	744
<b>28</b>	<b>Estructura electrónica y propiedades macroscópicas</b>	<b>746</b>
28.1	Consideraciones preliminares	746
28.2	Energía de cohesión en cristales iónicos	746
28.3	Estructura electrónica de los sólidos	751
28.4	Conductores y aislantes	753
28.5	Cristales iónicos	754
28.6	Semiconductores	754
28.7	Energía de cohesión en los metales	756
	Preguntas	757
	Problemas	757
<b>29</b>	<b>Estructura y propiedades termodinámicas</b>	<b>758</b>
29.1	Energía de un sistema	758
29.2	Definición de entropía	760
29.3	Funciones termodinámicas en términos de la función de partición	761
29.4	Función de partición molecular	763
29.5	El potencial químico	764
29.6	Aplicación a los grados de libertad traslacionales	765
29.7	Función de partición para el oscilador armónico	766
29.8	Sólido monoatómico	767

29.9	La función de partición rotacional	769
29.10	La función de partición electrónica	772
29.11	<i>Orto-</i> y <i>para-</i> hidrógeno	774
29.12	Expresiones generales para la función de partición	776
29.13	La constante de equilibrio a partir de las funciones de partición	777
29.14	Conclusiones	780
	Preguntas	781
	Problemas	781

## 30 Propiedades de transporte 784

30.1	Observaciones introductorias	784
30.2	Propiedades de transporte	784
30.3	Ecuación general de transporte	786
30.4	Conductividad térmica en un gas	787
30.5	Colisiones en un gas; trayectoria libre media	789
30.6	Expresión final de la conductividad térmica	791
30.7	Viscosidad	792
30.8	Diámetros moleculares	794
30.9	Difusión	795
30.10	Resumen de las propiedades de transporte en un gas	796
*30.11	Estado no estacionario	797
*30.12	Fórmula de Poiseuille	798
30.13	El viscosímetro	800
	Preguntas	801
	Problemas	802

## 31 Conducción eléctrica 805

31.1	Transporte eléctrico	805
31.2	Conducción en metales	807
*31.3	El efecto Hall	808
31.4	La corriente eléctrica en soluciones iónicas	809
31.5	Medición de la conductividad en soluciones electrolíticas	810
31.6	Migración de iones	812
31.7	Determinación de $\Lambda^\infty$	814
31.8	Números de transferencia	816
31.9	Conductividades iónicas molares	820
31.10	Aplicaciones de las mediciones de conductancia	820
31.11	Ley de Stokes	823
31.12	Conductividades de los iones hidrógeno e hidroxilo	824
*31.13	Dependencia de las conductividades iónicas de la temperatura	825
*31.14	Ecuación de Onsager	826
*31.15	Conductancia a campos altos y frecuencias altas	827
*31.16	Conductancia en disolventes no acuosos	828
*31.17	Difusión y transporte de carga	828
	Preguntas	836
	Problemas	836

**32 Cinética química****I. Leyes empíricas y mecanismo****841**

32.1	Introducción	841
32.2	Mediciones de velocidad	841
32.3	Leyes de velocidad	844
32.4	Reacciones de primer orden	846
32.5	Reacciones de segundo orden	851
32.6	Reacciones de orden superior	855
32.7	Determinación del orden de una reacción	855
32.8	Dependencia de la velocidad de reacción de la temperatura	856
32.9	Mecanismo	857
32.10	Reacciones opuestas; reacción hidrógeno-yodo	859
32.11	Reacciones consecutivas	861
32.12	Descomposiciones unimoleculares; mecanismo de Lindemann	861
32.13	Reacciones complejas; reacción hidrógeno-bromo	863
32.14	Mecanismos de radicales libres	865
32.15	Dependencia de la constante de velocidad de una reacción compleja de la temperatura	868
*32.16	Cadenas ramificadas; explosiones	869
*32.17	Fisión nuclear; el reactor nuclear y la bomba «atómica»	871
32.18	Reacciones en solución	872
*32.19	Métodos de relajación	872
*32.20	Catálisis	877
*32.21	Catálisis enzimática	882
*32.22	Catálisis ácido-base	883
	Preguntas	885
	Problemas	885

**33 Cinética química****II. Aspectos teóricos****893**

33.1	Introducción	893
33.2	Energía de activación	893
33.3	Teoría de las colisiones en las velocidades de reacción	895
33.4	Reacciones trimoleculares	897
33.5	Reacciones unimoleculares	898
*33.6	Termodinámica irreversible	899
33.7	Teoría de las velocidades absolutas de reacción	903
33.8	Comparación de la teoría de la colisión con la teoría de la velocidad absoluta de reacción	906
33.9	Energía de Gibbs y entropía de activación	907
*33.10	Reacciones en solución	909
*33.11	Reacciones iónicas; efectos salinos	910
	Preguntas	912
	Problemas	912

<b>34</b>	<b>Cinética química</b>	<b>915</b>
	<b>III. Reacciones heterogéneas, electrólisis, fotoquímica</b>	<b>915</b>
34.1	Reacciones heterogéneas	915
34.2	Etapas del mecanismo de las reacciones de superficie	915
34.3	Descomposiciones simples en superficies	916
34.4	Reacciones bimoleculares en superficies	919
34.5	Función de la superficie en la catálisis	920
34.6	Electrólisis y polarización	923
34.7	Polarización en un electrodo	924
34.8	Medición de sobrevoltaje	926
*34.9	Relación corriente-potencial	927
34.10	Consecuencias generales de la relación corriente-potencial	933
*34.11	Corrosión	935
34.12	Fotoquímica	939
34.13	Ley de Stark-Einstein de la equivalencia fotoquímica	939
*34.14	Procesos fotofísicos; fluorescencia y fosforescencia	941
*34.15	Fotólisis de flash o de destellos	946
34.16	Espectros de absorción y emisión de moléculas orgánicas	949
34.17	Absorción con disociación	950
34.18	Ejemplos de reacciones fotoquímicas	953
34.19	Reacciones fotosensibilizadas	955
34.20	Fotosíntesis	957
34.21	Estado fotoestacionario	957
34.22	Quemiluminiscencia	959
	Preguntas	959
	Problemas	960
<b>35</b>	<b>Polímeros</b>	<b>964</b>
35.1	Introducción	964
35.2	Tipos de macromoléculas	964
35.3	Soluciones de polímeros	969
35.4	La termodinámica de soluciones de polímeros	970
35.5	Masas molares y distribuciones de la masa molar	976
35.6	Métodos de medición de masas molares	980
	Preguntas	993
	Problemas	993
	<b>APENDICES</b>	
	<b>I Algunos aspectos matemáticos útiles</b>	<b>997</b>
AI.1	Función y derivada	997
AI.2	La integral	998
AI.3	Teorema del valor medio	998
AI.4	Teorema de Taylor	999
AI.5	Funciones de más de una variable	999
AI.6	Solución de la ecuación (4.27)	1000

AI.7	Método de mínimos cuadrados	1001
AI.8	Vectores y matrices	1003
<b>II</b>	<b>Algunos fundamentos de electrostática</b>	<b>1008</b>
AII.1	Ley de Coulomb	1008
AII.2	Campo eléctrico	1008
AII.3	Potencial eléctrico	1009
AII.4	El flujo	1010
AII.5	Ecuación de Poisson	1011
<b>III</b>	<b>El Sistema Internacional de unidades; SI</b>	<b>1014</b>
AIII.1	Cantidades y unidades básicas del SI	1014
AIII.2	Definición de las unidades básicas SI	1014
AIII.3	Cantidades físicas derivadas	1015
AIII.4	Prefijos SI	1016
AIII.5	Algunas reglas gramaticales	1017
AIII.6	Ecuaciones con problemas dimensionales	1017
AIII.7	Un símbolo-una cantidad	1018
<b>IV</b>		<b>1020</b>
AIV.1	Constantes fundamentales	1020
AIV.2	Constantes matemáticas y series	1021
AIV.3	Masas atómicas relativas 1979	1022
<b>V</b>	<b>Propiedades químicas termodinámicas a 298,15 K</b>	<b>1023</b>
<b>VI</b>	<b>Tablas de caracteres de grupo</b>	<b>1027</b>
<b>VII</b>	<b>Respuestas a problemas</b>	<b>1029</b>
	<b>Indice de materias</b>	<b>1045</b>