

Contenido

Prólogo xii

Novedades de la segunda edición en español xvi

Introducción a los problemas ambientales, sostenibilidad y química verde xix

PARTE I Química de la atmósfera y contaminación del aire 1

Capítulo 1 Química de la estratosfera: La capa de ozono 3

Introducción 3

Física, química y biología de la luz UV 6

Actividad 11

La química de la estratosfera: la capa de ozono 13

Los procesos catalíticos de destrucción de ozono 20

Recuadro 1.1 Las velocidades de reacción de los radicales libres 22

Recuadro 1.2 Cálculo de las velocidades de las etapas de reacción 24

Recuadro 1.3 Análisis de las reacciones atmosféricas de acuerdo con la aproximación del estado estacionario 30

Preguntas de repaso 33

Problemas adicionales 34

Capítulo 2 Los agujeros de ozono 37

Introducción 37

El agujero de ozono a latitudes medias 37

La química del agotamiento del ozono 40

Los agujeros de ozono en los polos 498

Actividad 49

Recuadro 2.1 La química asociada a las disminuciones del ozono estratosférico a latitudes medias 52

Los compuestos químicos que causan la destrucción del ozono 54

Química verde: Sustitución de los CFC y los hidrocarburos como agentes espumantes con dióxido de carbono en la producción de espuma de poliestireno 57

Química verde: Tecnología Harpin. Activación de defensas naturales contra enfermedades 64

Preguntas de repaso 65

Preguntas sobre química verde 66

Problemas adicionales 66

Capítulo 3 Química de la contaminación del aire a nivel del suelo 69

Introducción 69

Recuadro 3.1 Conversión entre escalas de concentración de gas 71

El ozono urbano: los procesos en el smog fotoquímico 76

Actividad	81
La mejora de la calidad del aire: el smog fotoquímico	87
Química verde: Estrategias para reducir las emisiones de COV de disolventes orgánicos	101
Química verde: Un reactivo coalescente y no volátil para la reducción de COV en las pinturas de látex	101
Química verde: Sustitución de disolventes orgánicos por dióxido de carbono líquido y supercrítico; desarrollo de surfactantes de este compuesto	103
Recuadro 3.2 Dióxido de carbono supercrítico	104
Química verde: Uso de líquidos iónicos para sustituir los disolventes orgánicos: la celulosa, un polímero natural como sustitutivo de los polímeros derivados del petróleo	105
Mejora de la calidad del aire: emisiones de compuestos con azufre	109
Contaminación del aire por partículas	118
Índices de calidad del aire y características del tamaño de la materia particulada	126
Recuadro 3.3 Distribución de tamaños de partículas en una muestra de aire urbano	129
Preguntas de repaso	131
Preguntas sobre química verde	131
Problemas adicionales	132

Capítulo 4 Consecuencias ambientales y sobre la salud del aire contaminado. Ambientes exteriores e interiores 135

Introducción	135
La lluvia ácida	137
Actividad	143
Los efectos sobre la salud humana de los contaminantes del aire en exteriores	146
La contaminación en interiores	152
Preguntas de repaso	161
Problemas adicionales	162

PARTE II Energía y cambio climático 163

Capítulo 5 El efecto invernadero 165

Introducción	165
El mecanismo del efecto invernadero	166
Actividad	169
Recuadro 5.1 Un modelo simple para el efecto invernadero	173
Las vibraciones moleculares: la absorción de energía por los gases de efecto invernadero	175
Los gases de efecto invernadero más importantes	177
Otros gases de efecto invernadero	187
Recuadro 5.2 Determinación de las emisiones de fuentes de carbono antiguo de metano	190
Los efectos de los aerosoles en la modificación del clima	197
Recuadro 5.3 El enfriamiento sobre China producido por la neblina	202

El calentamiento global observado hasta ahora 202
 La geoingeniería del clima de la Tierra para combatir el calentamiento global 210
 Análisis del tiempo de residencia atmosférico 216
 Preguntas de repaso 219
 Problemas adicionales 220

Capítulo 6 Uso de la energía, combustibles fósiles, emisiones de CO₂ y cambio climático global 223

Introducción 223
 Utilización global de la energía 224
 Los combustibles fósiles 230
 Recuadro 6.1 El gas de esquisto 233
 Recuadro 6.2 La refinación de petróleo: la destilación fraccionada 237
 Recuadro 6.3 El desastre del vertido de petróleo de la *Deepwater Horizon* 242
 Química verde: El ácido poliláctico - Producción de polímeros biodegradables a partir de recursos renovables; reducción del consumo de petróleo y del impacto ambiental 249
 El secuestro de CO₂ 252
 El almacenamiento de dióxido de carbono 257
 Actividad 264
 Otras estrategias para reducir los gases de efecto invernadero 264
 Recuadro 6.4 Eliminación del CO₂ de la atmósfera: captura directa del aire 265
 Las emisiones de dióxido de carbono en el futuro 267
 Actividad 268
 Alcance y consecuencias potenciales del futuro calentamiento global 276
 Preguntas de repaso 288
 Preguntas sobre química verde 289
 Problemas adicionales 290

Capítulo 7 Biocombustibles y otros combustibles alternativos 291

Introducción 291
 La biomasa y los biocombustibles 292
 El etanol 295
 Biodiésel a partir de aceite vegetal y de algas 303
 Actividad 310
 Química verde: Los combustibles líquidos y los productos químicos de base biológica 310
 Química verde: Reciclado de dióxido de carbono. Materia prima para la obtención de productos químicos y combustibles líquidos 311
 La producción termoquímica de combustibles, incluido el metanol 313
 El hidrógeno, ¿el combustible del futuro? 320
 Preguntas de repaso 334
 Preguntas sobre química verde 335
 Problemas adicionales 336

Capítulo 8 Tecnologías de energía renovable: Energías hidroeléctrica, eólica, solar, geotérmica y marina, y su almacenaje 337

Introducción	337
La energía hidroeléctrica	338
La energía eólica	340
La energía marina: la energía del oleaje y de las mareas	348
La energía geotérmica	349
La energía solar directa	354
El almacenaje de energías renovables - Electricidad y calor	369
Actividad	371
Preguntas de repaso	371
Problemas adicionales	372

Capítulo 9 Radiactividad, radón y energía nuclear 373

Introducción	373
La radiactividad y el gas radón	374
Recuadro 9.1 Análisis del estado estacionario de las series de desintegración radiactiva	379
La energía nuclear	383
Los problemas ambientales del combustible de uranio	390
Recuadro 9.2 La contaminación radiactiva debida a la producción de plutonio	395
Los accidentes y el futuro de las centrales nucleares	398
La fusión nuclear	402
Preguntas de repaso	405
Problemas adicionales	406

PARTE III Química del agua y contaminación del agua 407

Capítulo 10 Química de las aguas naturales 409

Introducción	409
La química de los procesos de oxidación y reducción en aguas naturales	413
Química verde: Preparación enzimática de tejido de algodón	418
La química ácido-base y la solubilidad en aguas naturales: el sistema carbonato	430
Recuadro 10.1 Deducción de las ecuaciones de las curvas del diagrama de especies	432
El sistema CO ₂ -carbonato	432
Recuadro 10.2 Solubilidad del CaCO ₃ en disoluciones tamponadas	437
Las concentraciones iónicas en aguas naturales y en agua potable	442
Actividad	445
Preguntas de repaso	451
Preguntas sobre química verde	452
Problemas adicionales	452

Capítulo 11 La contaminación y la purificación del agua 455

Introducción 455

La desinfección del agua 456

Recuadro 11.1 El carbón activo 457

Recuadro 11.2 Desalinización de agua salada 463

Recuadro 11.3 Mecanismo de producción de cloroformo en el agua de consumo 470

El agua subterránea: suministro, contaminación química y remediación 478

Actividad 491

La contaminación química y el tratamiento de aguas residuales y de alcantarillado 498

Recuadro 11.4 Dependencia en el tiempo de las concentraciones en la oxidación del amoníaco en dos etapas 502

Química verde: el iminodisuccinato de sodio, un agente quelante biodegradable 505

Las técnicas modernas de purificación de agua residual y de aire 510

Preguntas de repaso 515

Preguntas sobre química verde 516

Problemas adicionales 516

Capítulo 12 Metales pesados tóxicos 519

Introducción 519

El mercurio 521

Actividad 531

El plomo 537

Química verde: Sustitución del plomo en los recubrimientos por electrodeposición 543

Actividad 551

El cadmio 552

El arsénico 555

Recuadro 12.1 Compuestos organoestánicos 558

El cromo 566

Química verde: Eliminación del arsénico y del cromo de la madera tratada a presión 568

Preguntas de repaso 570

Preguntas sobre química verde 571

Problemas adicionales 571

PARTE IV Compuestos orgánicos tóxicos 573**Capítulo 13 Pesticidas 575**

Introducción 575

Actividad 579

El DDT 580

La acumulación de compuestos organoclorados en los sistemas biológicos 584

Contenido

Principios de toxicología	589
Los insecticidas organofosforados y carbamatos	597
Actividad	599
Actividad	601
Los insecticidas naturales y verdes, y la gestión integrada de plagas	601
Química verde: Insecticidas solo para ciertos insectos	603
Química verde: Un método nuevo para el control de las termitas	604
Química verde: Spinetoram, la mejora de un pesticida verde	605
Los herbicidas	607
Recuadro 13.1 Las plantas genéticamente modificadas	611
Reflexiones finales sobre los pesticidas	616
Recuadro 13.2 La distribución ambiental de contaminantes	617
Preguntas de repaso	620
Preguntas sobre química verde	621
Problemas adicionales	621

Capítulo 14 Dioxinas, furanos y PCB 623

Introducción	623
Dioxinas	623
Recuadro 14.1 Deducción de los orígenes clorofenólicos probables de una dioxina	628
Los PCB	631
Recuadro 14.2 Predicción de los furanos que se formaran a partir de un PCB dado	638
Otras fuentes de dioxinas y furanos	641
Química verde: El H ₂ O ₂ , un agente blanqueante benigno con el medio ambiente para la producción de papel	643
Los efectos de dioxinas, furanos y PCB sobre la salud	646
Preguntas de repaso	659
Preguntas sobre química verde	660
Problemas adicionales	660

Capítulo 15 Otros compuestos orgánicos tóxicos preocupantes para el medio ambiente 663

Introducción	663
Los hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAP)	664
Recuadro 15.1 Más detalles acerca del mecanismo de carcinogénesis de los HAP	670
Los estrógenos ambientales	672
Recuadro 15.2 El bisfenol-A	675
El transporte de largo alcance de contaminantes atmosféricos	683
Los compuestos ignífugos	686
Los sulfonatos perfluorados y compuestos relacionados	692
Preguntas de repaso	694
Problemas adicionales	694

PARTE V El medio ambiente y el estado sólido 695

Capítulo 16 Residuos, suelos y sedimentos 697

Introducción 697

La basura doméstica de los comercios: deposición y minimización 698

El reciclaje de los residuos domésticos y de los comercios 705

 Química verde: Desarrollo de tóneres de base biológica 710

Actividad 715

 Química verde: Desarrollo de moquetas reciclables 717

Los suelos y los sedimentos 719

Los residuos peligrosos 742

Preguntas de repaso 750

Preguntas sobre química verde 751

Problemas adicionales 752

PARTE VI Química atmosférica avanzada 753

Capítulo 17 Química de los radicales libres de la atmósfera en detalle 755

Introducción 755

 Recuadro 17.1 Las estructuras de Lewis de los radicales libres simples 756

La química de la troposfera 757

La sistemática de la química de la estratosfera 772

Preguntas de repaso 775

Problemas adicionales 776

Apéndice Revisión sobre números de oxidación y sobre igualación de ecuaciones redox AP-1

Respuestas a los problemas impares seleccionados R-1

Índice I-1