

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**