

Contenido

Prefacio de la primera edición ix

Prefacio de la tercera edición xi

Unas palabras al profesor xiii

Principios interactivos de los procesos químicos xv

Nomenclatura xvii

Glosario de términos de los procesos químicos xxi

PARTE 1 ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS DE INGENIERÍA 1

Capítulo 1 La labor que desempeñan algunos ingenieros químicos 3

Capítulo 2 Introducción a los cálculos de ingeniería 7

- 2.0 Objetivos de aprendizaje 7
- 2.1 Unidades y dimensiones 8
- 2.2 Conversión de unidades 9
- 2.3 Sistemas de unidades 10
- 2.4 Fuerza y peso 12
- 2.5 Cálculos y estimados numéricos 13
- 2.6 Homogeneidad dimensional y cantidades adimensionales 20
- 2.7 Representación y análisis de los datos de proceso 22
- 2.8 Resumen 30
- Problemas 31

Capítulo 3 Procesos y variables de procesos 43

- 3.0 Objetivos de aprendizaje 43
- 3.1 Masa y volumen 44
- 3.2 Velocidad de flujo 46
- 3.3 Composición química 48
- 3.4 Presión 55
- 3.5 Temperatura 61
- 3.6 Resumen 64
- Problemas 66

PARTE 2

BALANCES DE MATERIA 81

Capítulo 4

Fundamentos de los balances de materia 83

- 4.0 Objetivos de aprendizaje 83
- 4.1 Clasificación de los procesos 84
- 4.2 Balances 85
- 4.3 Cálculos de balances de materia 89
- 4.4 Balances en procesos de unidades múltiples 104
- 4.5 Recirculación y derivación (*bypass*) 110
- 4.6 Estequiometría de las reacciones químicas 116
- 4.7 Balances de procesos reactivos 125
- 4.8 Reacciones de combustión 142
- 4.9 Algunas consideraciones adicionales sobre los procesos químicos 151
- 4.10 Resumen 153
- Problemas 155

Capítulo 5

Sistemas unifásicos 187

- 5.0 Objetivos de aprendizaje 188
- 5.1 Densidades de líquidos y sólidos 189
- 5.2 Gases ideales 191
- 5.3 Ecuaciones de estado para gases no ideales 199
- 5.4 Ecuación de estado del factor de compresibilidad 206
- 5.5 Resumen 213
- Problemas 214

Capítulo 6

Sistemas multifásicos 237

- 6.0 Objetivos de aprendizaje 239
- 6.1 Equilibrio de fases en un sistema de un solo componente 240
- 6.2 La regla de las fases de Gibbs 247
- 6.3 Sistemas gas-líquido: un componente condensable 249
- 6.4 Sistemas multicomponentes gas-líquido 255
- 6.5 Soluciones de sólidos en líquidos 264
- 6.6 Equilibrio entre dos fases líquidas 271
- 6.7 Adsorción en superficies sólidas 275
- 6.8 Resumen 278
- Problemas 280

PARTE 3

BALANCES DE ENERGÍA 311

Capítulo 7

Energía y balances de energía 313

- 7.0 Objetivos de aprendizaje 314
- 7.1 Formas de energía: la primera ley de la termodinámica 315
- 7.2 Energías cinética y potencial 317
- 7.3 Balances de energía en sistemas cerrados 318

7.4	Balances de energía en sistemas abiertos en estado estacionario	320
7.5	Tablas de datos termodinámicos	325
7.6	Procedimientos para el balance de energía	329
7.7	Balances de energía mecánica	333
7.8	Resumen	337
	Problemas	340

Capítulo 8

Balances en procesos no reactivos 357

8.0	Objetivos de aprendizaje	357
8.1	Elementos de los cálculos de balance de energía	358
8.2	Cambios de presión a temperatura constante	365
8.3	Cambios de temperatura	366
8.4	Operaciones con cambio de fase	377
8.5	Mezclas y soluciones	395
8.6	Resumen	406
	Problemas	409

Capítulo 9

Balances en procesos reactivos 441

9.0	Objetivos de aprendizaje	442
9.1	Calores de reacción	443
9.2	Medición y cálculo de los calores de reacción: ley de Hess	446
9.3	Reacciones de formación y calores de formación	448
9.4	Calores de combustión	449
9.5	Balances de energía en procesos reactivos	451
9.6	Combustibles y combustión	465
9.7	Resumen	474
	Problemas	476

Capítulo 10

Cálculo de balances con ayuda de la computadora 505

10.0	Objetivos de aprendizaje	505
10.1	Repaso del análisis de grados de libertad	505
10.2	Simulación modular secuencial	512
10.3	Simulación basada en ecuaciones	523
10.4	Paquetes comerciales para simulación de procesos	534
10.5	Consideraciones finales	534
	Problemas	535

Capítulo 11

Balances de procesos transitorios 545

11.0	Objetivos de aprendizaje	545
11.1	La ecuación general de balance... de nuevo	546
11.2	Balances de materia	550
11.3	Balances de energía para procesos no reactivos de una sola fase	556
11.4	Balances transitorios simultáneos	562
11.5	Resumen	565
	Problemas	566

PARTE 4	CASOS DE ESTUDIO 579
Capítulo 12	Producción de cloruro de polivinilo clorado 581 Química de la reacción de cloración del PVC 582 Descripción del proceso 583 Problemas 586
Capítulo 13	Reformación por vapor del gas natural y síntesis subsecuente de metanol 593 Descripción del proceso 594 Problemas 597
Capítulo 14	Uso del lodo de piedra caliza en el lavado para separar el dióxido de azufre de los gases de combustión en plantas de energía 605 Descripción del proceso 606 Problemas 608
Apéndice A	Técnicas computacionales 611 A.1 El método de los mínimos cuadrados 611 A.2 Solución iterativa de ecuaciones algebraicas no lineales 614 A.3 Integración numérica 626
Apéndice B	Tablas de propiedades físicas 631 B.1 Datos selectos de propiedades físicas 632 B.2 Capacidades caloríficas 639 B.3 Presión de vapor del agua 642 B.4 Constantes de la ecuación de Antoine 644 B.5 Propiedades del vapor saturado: tabla de temperaturas 646 B.6 Propiedades del vapor saturado: tabla de presiones 648 B.7 Propiedades del vapor sobrecalentado 654 B.8 Entalpías específicas de gases selectos: unidades SI 656 B.9 Entalpías específicas de gases selectos: unidades del Sistema Americano de Ingeniería 656 B.10 Capacidades caloríficas atómicas para la regla de Kopp 657 B.11 Calores integrales de solución y mezcla a 25°C 657
	Respuestas a las autoevaluaciones 659
	Respuestas a problemas seleccionados 669
	Índice 673