



## BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

Dr. Fernando Barragán Aroche

SEMESTRE 2012-1 (08-AGO-11 a 25-NOV-12)

HORARIO Y LUGAR: 17:00-19:00 HRS. Y 12:00-14:00 HRS.; MARTES-S-9 y JUEVES-S-9 y  
VIERNES-S-3.

### LIBROS DE BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

1. Introduction to Material and Energy Balances  
G.V. Reklaitis y D.R. Schneider  
John Wiley & Sons (1982)
2. Elementary Principles of Chemical Processes  
R.M. Felder y R.W. Rousseau  
John Wiley & Sons, 2a. Ed. (1986)
3. Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering  
D.M. Himmelblau  
Prentice Hall, 4a. Ed. (1982)

### LIBROS COMPLEMENTARIOS

4. Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics  
J.M. Smith, H.C. van Ness y M.M. Abbott  
McGraw Hill Book Co. Inc., 5a. Ed. (1996)
5. Introductory Chemical Engineering Thermodynamics  
J. Richard Elliot y Carl T. Lira  
Prentice Hall PTR (1998)
6. Chemical Engineering Thermodynamics  
R.E. Balzhiser, M.R. Samuels y J.E. Eliassen  
Prentice Hall (1972)

### REFERENCIAS

6. Chemical Engineer's Handbook  
R.H. Perry y D. Green  
McGraw Hill, 6a. Ed. (1984)
7. The Properties of Gases and Liquids  
B.E. Poling, J.M. Prausnitz y J.P. O'Connell  
McGraw Hill, 5a. Ed. (2001)

## BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

### TEMARIO

#### 1. Introducción (2:Cap. 1 y 2)

- Campo de la ingeniería química.
- Operaciones unitarias y procesos.
- Equipo de proceso.
- Unidades, factores de conversión, ecuaciones con unidades.

#### 2. Variables de proceso (2: Cap. 3 y 5)(3: Cap.1)

- Temperatura y presión.
- Composición: fracción mol, fracción masa, % mol, % masa, relaciones molares, relaciones en masa, concentración, molaridad, molalidad.
- Flujo másico, flujo molar, flujo volumétrico, flujo volumétrico a condiciones estándar.
- Densidad, volumen específico, volumen molar, densidad relativa, gravedad específica.
- Procesos intermitentes, continuos y a régimen permanente.

#### 3. Balances de materia (1: Cap. 1,2,3,5 y 9)(2: Cap. 4,6 y 10)(3: Cap. 2 y 3)

- Ecuación fundamental del balance de materia
- Aplicaciones a procesos sin reacciones químicas

3.1 Un solo equipo y soluciones sencillas.

3.2 Un solo equipo y soluciones por sistema de ecuaciones lineales.

3.3 Varios equipos y soluciones por sistema de ecuaciones lineales.

3.4 Problemas que utilizan información tabular o gráfica (relaciones de equilibrio, diagramas de fase).

- Aplicaciones a procesos con reacciones químicas (sistemas reaccionantes).

3.5 Problemas con grados de dificultad creciente: un equipo, varios equipos, una reacción química y varias reacciones químicas.

- Estrategias para la solución de problemas complejos

3.6 Grados de libertad.

3.7 Problemas que requieren la solución de sistemas de ecuaciones no-lineales.

## BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

### 4. Balances de energía (1: Cap. 6,7 y 8)(2: Cap. 7,8 y 9)(3: Cap. 4 y 5)(4: Cap. 2, 4, 5, 7, 8, 9 y 16)(5: Cap. 2, 3 y 4).

- Ecuación fundamental del balance de energía.
- Ecuación fundamental del balance de entropía.
- Ecuación fundamental del balance de energía mecánica.
- Solución de problemas usando información termodinámica directa.

4.1 Tablas de vapor de agua. Ciclos de generación de potencia.

4.2 Diagramas p-h. Ciclos de refrigeración.

4.3 Diagramas h-x. Procesos de separación.

4.4 Diagrama psicrométrico. Operaciones aire-agua.

- Solución de problemas usando el método generalizado de cálculo de propiedades.

4.5 Efecto de la temperatura - capacidad calorífica.

4.6 Efecto de la presión - método aproximado.

4.7 Cambio de fase - calores latentes.

4.8 Cambio de composición por mezclado - calores de mezclado.

4.9 Cambio de composición por reacción química - calores de reacción.

4.10 Efecto de la presión - estados correspondientes.

### 5. Aplicaciones a procesos químicos.

- Integración de todos los conocimientos para resolver problemas de balances de materia y energía en plantas químicas.

5.1 Ejemplos de algunos procesos.



## BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

Dr. Fernando Barragán Aroche

SEMESTRE 2012-1 (08-AGO-11 a 25-NOV-12)

HORARIO Y LUGAR: 17:00-19:00 HRS.; Salón-9 MARTES y JUEVES y 12:00-14:00 HRS.

VIERNES-Salón-3.

➤ **La calificación final se forma con:**

**Exámenes parciales + Participación**

➤ **Exámenes parciales.** El promedio de los exámenes parciales y las participaciones en clase constituyen el 100% de la calificación de teoría. Las fechas de realización de estos exámenes serán las siguientes:

1 <sup>er</sup> Examen parcial:	20 de septiembre
2 <sup>o</sup> Examen parcial:	18 de octubre
3 <sup>er</sup> Examen parcial:	24 de noviembre

La participación en clase se llevará a cabo en forma de taller donde los alumnos resolverán problemas relacionados con los temas del curso y explicarán esta solución al resto de sus compañeros; buscando establecer una dinámica de discusión de la problemática a la que se enfrentan durante el desarrollo del problema.

➤ **Dependiendo de la calificación final habrá:**

1. Exentos.
2. Reprobados sin derecho a examen final.
3. Con derecho a examen final.

**• EL ALUMNO QUE COPIE O DEJE COPIAR ESTARÁ REPROBADO EN LOS CURSOS, SIN IMPROTAR EL RESULTADO DE LOS DEMÁS EXÁMENES.**

## BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

### PROGRAMA DEL CURSO “BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA”

Dr. Fernando Barragán Aroche

SEMESTRE 2012-1

17:00-19:00 hrs.; Salón-9 MARTES y JUEVES y 12:00-14:00 hrs. VIERNES-Salón-3.

Semana	MARTES	JUEVES	VIERNES	
1	<b>1: 09-AGO</b> Explicación general Introducción	<b>2: 11-AGO</b> Unidades SI Factores de conversión	<b>3: 12-AGO</b> Moles/masa/flujo Variables de proceso	Temas 1 y 2
2	<b>4: 16-AGO</b> Manejo de moles/masa/flujo Variables de proceso	<b>5: 18-AGO</b> Planteamiento de BM sin reacción química	<b>6: 19-AGO</b> BM sin reacción química Problemas 1 y 2	Tema 3. BALANCE DE MATERIA
3	<b>7: 23-AGO</b> BM sin reacción química Problema 3	<b>8: 25-AGO</b> BM sin reacción química Problemas 4 y 5	<b>9: 26-AGO</b> BM sin reacción química Problema 6 y 9	
4	<b>10: 30-AGO</b> Análisis de Grados de libertad Problema 7	<b>11: 01-SEP</b> Análisis de Grados de libertad Problema 8	<b>12: 02-SEP</b> Análisis de Grados de libertad Problema 8	
5	<b>13: 06-SEP</b> Usos de diagramas de fase: diagrama Triangular (liq-liq), Problemas 15 y 16	<b>14: 08-SEP</b> Usos de diagramas de fase: Diagrama T-x para MgSO <sub>4</sub> Problemas 17 y 18	<b>15: 09-SEP</b> Balances de materia con reacción química (notación y definiciones) Problema 20.	
6	<b>16: 13-SEP</b> Balances de materia con reacción química. Problemas 21, 22 y 23	<b>15-SEP</b> <b>FERIADO</b>	<b>16-SEP</b> <b>FERIADO</b>	
7	<b>17: 20-SEPT</b> <b>PRIMER EXAMEN PARCIAL</b>	<b>18: 22-SEPT</b> Balance de Energía. 1ª ley en sistemas abiertos. Uso de tablas de vapor. Problema T1	<b>19: 23-SEP</b> Balance de Energía Uso de tablas de vapor Problema. T5	
8	<b>20: 27-SEPT</b> Balance de Entropía 2ª ley en sistemas abiertos	<b>21: 29-SEPT</b> Aplicaciones de 1ª y 2ª ley Circuito de potencia Problema CP4	<b>22: 30-SEP</b> Aplicaciones de 1ª y 2ª ley Uso del diagrama P-h Circuito de Refrigeración	
9	<b>23: 04-OCT</b> Aplicaciones de 1ª y 2ª ley Uso del diagrama P-h Problema CR4	<b>24: 06-OCT</b> Aplicaciones de 1ª y 2ª ley Uso del diagrama P-h Problema CR13	<b>25: 07-OCT</b> Aplicaciones de 1ª y 2ª ley Uso del diagrama P-h Problema CR13	
10	<b>26: 11-OCT</b> Aplic. de 1ª y 2ª ley en Mezclas. diagramas entalpía-comp. Etanol-H <sub>2</sub> O y H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -H <sub>2</sub> O	<b>27: 13-OCT</b> Aplic. de 1ª y 2ª ley en Mezclas. diagramas entalpía-comp. Ejemplos 1 y 2 (Etanol-H <sub>2</sub> O)	<b>28: 14-OCT</b> Aplic. de 1ª y 2ª ley en Mezclas. diagramas entalpía-comp. Amoníaco-H <sub>2</sub> O. Ejemplo3	
11	<b>29: 18-OCT</b> <b>SEGUNDO EXAMEN PARCIAL</b>	<b>30: 20-OCT</b> Cálculo Generalizado de Propiedades	<b>31: 21-OCT</b> Cambios de T, P y fase Ejemplos 1	Tema 4B. BALANCES DE ENERGÍA CÁLCULO GENERALIZADO DE PROPIEDADES
12	<b>32: 25-OCT</b> Cambios de T, P y fase Ejemplos 2	<b>33: 27-OCT</b> Cambios de T, P y fase Corrección de $\Delta h^{vap}$	<b>34: 28-OCT</b> Cambios de composición. Calor de mezclado. Ejemplo 3	
13	<b>01-NOV</b> <b>FERIADO</b>	<b>35: 03-NOV</b> Cambios de composición. Calor de mezclado. Ejemplo 4	<b>36: 04-NOV</b> Cambios de composición. Calor de mezclado. (Cont.)	
14	<b>37: 08-NOV</b> Reacción química Ejemplo 5	<b>38: 10-NOV</b> Reacción química Ejemplo 6	<b>39: 11-NOV</b> Reacción química Ejemplo 7	
15	<b>40: 15-NOV</b> Aire-Agua. Fundamentos Ejemplo 9	<b>41: 17-NOV</b> Aire-Agua. Ejemplo 10	<b>42: 18-NOV</b> Estados Correspondientes Fundamentos	
16	<b>43: 22-NOV</b> Estados Correspondientes Problema 1	<b>44: 24-NOV</b> <b>TERCER EXAMEN PARCIAL</b>	<b>45: 25-NOV</b> Estados Correspondientes Problema 1	

CR: Circuito de refrigeración. CP: Circuito de potencia. T: Tanques.

## BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

### Tema 3. Balances de Materia y Energía:

- Ejemplo1: Problema 2.14, del Reklaitis. (Mezclado de tres corrientes con ácidos)
- Ejemplo2: Problema 2.15, del Reklaitis (Mezclado de cuatro corrientes con ácidos)
- Ejemplo3: Problema 2.17, del Reklaitis (Lechada de  $\text{CaCO}_3$ )
- Ejemplo4: Problema 2.20, del Reklaitis (dos columnas BTX)
- Ejemplo5: Problema 2.22, del Reklaitis (serie de evaporadores)
- Ejemplo6: Problema 2.24, del Reklaitis (Recirculación con DMF)
- Ejemplo7: Problema 2.21, del Reklaitis (cuatro unidades de separación, grados de libertad)
- Ejemplo8: Problema 2.27, del Reklaitis (café instantáneo)
- Ejemplo15: Problema 76, del Felder (Diag. Triangular acetona-agua-MIBK)
- Ejemplo16: Problema 78, del Felder (Diag. Triangular, dos equipos)
- Ejemplo17: Problema con diagrama  $\text{MgSO}_4\text{-H}_2\text{O}$ , formación de un sólido.
- Ejemplo18: Problema con diagrama  $\text{MgSO}_4\text{-H}_2\text{O}$ , proceso para obtener el sulfato anhidro.

### Balance de materia con reacción química:

- Ejemplo20: Problema 3.3, del Reklaitis. (reacción con dicromato de potasio)
- Ejemplo21: Problema 3.5, del Reklaitis. (uso del peso molecular)
- Ejemplo22: Problema 3.18, del Reklaitis. (dos reacciones en competencia)
- Ejemplo23: Problema 3.20, del Reklaitis. (tres reacciones)
- Ejemplo24: Problema 3.14, del Reklaitis. (reacción con recirculación)

### Calculo generalizado:

- Ejemplo1: problema del FREON 12.
- Ejemplo2: ciclo de potencia de vapor de agua (turbina con tres salidas)
- Ejemplo3: sulfúrico agua, el hielo.
- Ejemplo4: Sulfúrico se concentra en una torre (problema 3 de tarea)
- Ejemplo5: producción de arrabio
- Ejemplo6: oxidación de amoníaco.
- Ejemplo7: combustión de gas natural.
- Ejemplo9: el ejemplo 3.
- Ejemplo10: es el ejemplo 4.
- Ejemplo11: es el ejemplo 8 en h-x

### Estados Correspondientes:

Los problemas 1 y 2 son los problemas 1, 6 o 10 de la serie.