

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	<b>Balance de Materia y Energía</b>
Carrera :	<b>Ingeniería Química, Ingeniería Bioquímica e Ingeniería Ambiental</b>
Clave de la asignatura :	<b>AEF-1004</b>
SATCA <sup>1</sup>	<b>3-2-5</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero la capacidad y habilidad para el diseño, selección, optimización, control en los diferentes flujos de materia y energía en los procesos para plantas industriales y servicios.

Se toma en cuenta la importancia fundamental que tiene sobre un ingeniero el realizar balances en el quehacer cotidiano de esta área del conocimiento.

Esta asignatura es uno de los soportes principales de la carrera por lo que se coloca en cuarto semestre, considerando que en los semestres anteriores ha adquirido las competencias previas para la comprensión de los temas.

### **Intención didáctica.**

El temario está organizado agrupando los contenidos conceptuales de la asignatura de manera secuencial. El maestro deberá dar especial énfasis en los ejemplos y aplicaciones de la licenciatura de Ingeniería según corresponda.

En la primera unidad se establece la importancia de los balances de masa y energía, la elaboración y rotulación de datos en diagramas de flujo, simbología, manejo de conceptos básicos y el balance de masa sin reacción química en una y varias etapas.

En la segunda unidad se incluyen los conceptos básicos de balance de materia con reacción química (una o varias reacciones), reversibles, irreversibles o de combustión, aplicado a sistemas abiertos, con recirculación y desviación (by-pass).

En la tercera unidad se estudian los balances de energía y masa sin reacción química en sistemas abiertos y cerrados, en diversos tipos de procesos como isotérmicos, isobáricos, adiabáticos e isovolumétricos, en una sola fase y con cambio de fase.

Por último, la cuarta unidad abarca el estudio de Balances de Energía y Masa en sistemas con reacción química, (una y varias reacciones). Aplicados a diversos tipos de procesos, a procesos combinados en estado estable y no estable.

El enfoque sugerido para la materia está dirigido para que el alumno adquiera y desarrolle competencias tales como la capacidad de análisis y síntesis, de organización, habilidades matemáticas para establecer diferentes rutas de solución de los diversos problemas relacionados; así mismo la capacidad de generar nuevas ideas en la búsqueda del logro.

---

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

El enfoque de esta materia requiere que el alumno adquiera y desarrolle habilidades de análisis, síntesis y lógicas matemáticas, para establecer diferentes rutas en la solución de los problemas

En las actividades teóricas sugeridas es conveniente que el alumno reafirme los conceptos básicos necesarios previos al curso y que asimile los conceptos nuevos, (en qué consisten y las diferencias entre éstos); así como también poder hacer un análisis matemático que le permita calcular una serie de variables en los procesos involucrados en el desarrollo de problemas y que valore la gran importancia de está materia en el área laboral.

Es importante que en el transcurso de las actividades programadas, el alumno tenga conciencia de las normas ecológicas mexicanas y de higiene y seguridad y en base a ello actúe de una manera profesional y desarrolle las competencias propias de su carrera.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Identificar y representar esquemáticamente cada una de las operaciones y procesos unitarios comunes en el campo de la ingeniería química</li><li>▪ Realizar balances de masa sin reacción química en flujo continuo.</li><li>▪ Realizar balances de masa en procesos con reacción química en flujo continuo.</li><li>▪ Realizar balances de energía y masa sin reacción química en flujo continuo.</li><li>▪ Realizar balances de energía y masa en sistemas con reacción química.</li></ul>	<p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis</li><li>• Capacidad de organizar y planificar</li><li>• Conocimientos básicos de la carrera</li><li>• Comunicación oral y escrita</li><li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li><li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li><li>• Solución de problemas</li><li>• Toma de decisiones.</li></ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad crítica y autocrítica</li><li>• Trabajo en equipo</li><li>• Habilidades interpersonales.</li></ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li><li>• Habilidades de investigación</li><li>• Capacidad de aprender</li><li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li><li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li><li>• Búsqueda del logro.</li></ul>
--	--

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Villahermosa, del 7 al 11 de septiembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Mérida, Minatitlán, Nuevo León, Superior de Santiago Papasquiaro y Villahermosa.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Ambiental.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 17 de septiembre de 2009 al 5 de febrero de 2010.	Academias de Ingeniería Ambiental de los Institutos Tecnológicos: Celaya, Minatitlán, Nuevo León y Villahermosa.	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Ambiental.
Instituto Tecnológico de Celaya, del 8 al 12 de febrero de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Mérida, Nuevo León, Superior de Papasquiaro y Villahermosa.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Ambiental.
Instituto Tecnológico de Villahermosa, del 7 al 11 de septiembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Culiacán, Durango, Mérida, Morelia, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tuxtepec, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Bioquímica.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 17 de septiembre de 2009 al 5 de febrero de 2010.	Academias de Ingeniería Bioquímica de los Institutos Tecnológicos: Durango	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Bioquímica.
Instituto Tecnológico de Celaya, del 8 al 12 de febrero de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Culiacán, Durango, Mérida, Morelia, Tehuacán, Tijuana, Tuxtepec, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Bioquímica.
Instituto Tecnológico de Villahermosa, del 7 al 11 de septiembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Celaya, Superior de Centla, Chihuahua, Durango,	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
	La Laguna, Lázaro Cárdenas, Matamoros, Mérida, Minatitlán, Orizaba, Pachuca, Parral, Tapachula, Tepic, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Química.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 17 de septiembre de 2009 al 5 de febrero de 2010.	Academias de Ingeniería Química de los Institutos Tecnológicos: Laguna, Minatitlán, Pachuca, Chihuahua, Durango y Parral.	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Química.
Instituto Tecnológico de Celaya, del 8 al 12 de febrero de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Celaya, Superior de Centla, Chihuahua, Durango, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Matamoros, Mérida, Minatitlán, Orizaba, Pachuca, Parral, Tapachula, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Química.
Instituto Tecnológico de Aguascalientes, del 15 al 18 de Junio de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Acapulco, Aguascalientes, Altiplano de Tlaxcala, Apizaco, Boca del Río, Ciudad Cuauhtémoc, Ciudad Juárez, Ciudad Madero, Ciudad Victoria, Celaya, Chetumal, Chihuahua, Chilpancingo, Superior de Coatzacoalcos, Colima, Cuautla, Durango, Superior de El Dorado, El Llano de Aguascalientes, Huejutla, Huatabampo, Superior de Huixquilucan, Iguala, Superior de Irapuato, La Laguna, La Paz, León, Linares, Superior de Macuspana, Matamoros, Mazatlán, Mérida, Mexicali, Nuevo Laredo, Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Orizaba, Pachuca, Superior de Pátzcuaro, Superior de Poza Rica, Superior de Progreso, Puebla, Superior de Puerto Vallarta, Querétaro, Reynosa, Roque, Salina Cruz, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tacámbaro, Superior de	Reunión Nacional de Implementación Curricular y Fortalecimiento Curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST.

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Evento</b>
	Tamazula de Gordiano, Tehuacán, Tijuana Tlaxiaco, Toluca, Torreón, Tuxtepec, Superior de Venustiano Carranza, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas, Superior de Zongolica.	
Instituto Tecnológico de Aguascalientes, del 15 al 18 de Junio de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Tuxtepec, Tijuana, Saltillo, Zacatecas, Mérida, Veracruz, Celaya, Aguascalientes, Orizaba, Superior de Poza Rica, Superior de Tamazula de Giordano, Superior de Tacámbaro, Superior de Irapuato, Superior de Coahuila de Zaragoza y Superior de Venustiano Carranza.	Elaboración del programa de estudio equivalente en la Reunión Nacional de Implementación Curricular y Fortalecimiento Curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST.

## 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Aplicar balances de materia y energía en operaciones, procesos y sistemas reactivos. Identificar y analizar los problemas de balance de materia y energía en la investigación, la industria y los servicios.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Interpretar las reacciones químicas y su estequiometría
- Aplicar las leyes de la conservación de materia y energía
- Aplicar métodos algebraicos
- Aplicar dimensiones y unidades
- Aplicar las leyes de la termodinámica
- Aplicar conocimientos básicos de termodinámica y termoquímica.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Balance de materia sin reacción química	<ul style="list-style-type: none"><li>1.1. Importancia de los balances de masa y energía en ingeniería química.</li><li>1.2. Simbología y elaboración de diagramas de flujo de procesos químicos.</li><li>1.3. Conceptos básicos<ul style="list-style-type: none"><li>1.3.1. Flujo másico y volumétrico, conversión entre ellos</li><li>1.3.2. Fracción y porcentaje másico y molar</li><li>1.3.3. Conversión de una composición másica a molar y viceversa</li></ul></li><li>1.4. Aplicación del Balance de materia sin reacción química<ul style="list-style-type: none"><li>1.4.1. Deducción de la ecuación de balance de masa</li><li>1.4.2. Balance de masa en sistemas en régimen estacionario.</li></ul></li></ul>
2.	Balance de materia con reacción química	<ul style="list-style-type: none"><li>2.1. Conceptos básicos.<ul style="list-style-type: none"><li>2.1.1. Reactivo limitante y en exceso</li><li>2.1.2. Por ciento de conversión global y en un solo paso</li><li>2.1.3. Rendimiento y selectividad</li><li>2.1.4. Reacciones de combustión</li></ul></li><li>2.2. Aplicación del balance de materia con reacción química<ul style="list-style-type: none"><li>2.2.1. Con una sola reacción</li><li>2.2.2. Con dos o más reacciones</li></ul></li></ul>

3.	Balance de energía sin reacción química	<p>3.1. Conceptos básicos.</p> <p>3.1.1. Tipos de procesos (isotérmico, adiabático, isobárico, aislado)</p> <p>3.1.2. Rutas hipotéticas</p> <p>3.1.3. Calidad del vapor</p> <p>3.2. Balance de energía y masa en una sola fase.</p> <p>3.3. Balance de energía y masa en sistemas con cambio de fase.</p> <p>3.4. Aplicación de los balances de energía a procesos sin reacción química.</p>
4.	Balance de energía con reacción química	<p>4.1. Balances de energía y masa con una reacción (irreversible y reversible).</p> <p>4.1.1. En procesos isotérmicos</p> <p>4.1.2. En procesos adiabáticos</p> <p>4.2. Balances de energía y masa con más de una reacción.</p> <p>4.2.1. En procesos isotérmicos</p> <p>4.3. Balances en procesos combinados</p> <p>4.4. Balance en estado no-estable</p>



## **8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS**

En este curso se deberá desarrollar la habilidad de resolver problemas de balances de materia y energía en procesos químicos de una manera general. Esto permite resolver una gran variedad de problemas aplicables a cualquier operación unitaria. La metodología de la enseñanza debe basarse en la solución de problemas de interés en la industria química y de proceso. Se sugiere la realización de un proyecto que integre los conocimientos del curso.

- Diagnosticar el nivel de comprensión de los conocimientos previos
- Definir, planear y acordar grupo y maestro cada una de las actividades a realizar en el periodo.
- Propiciar la búsqueda y selección de información en distintas fuentes.
- Organizar talleres de solución de problemas
- Resolver problemas en forma manual y con aplicación de software
- Realizar visitas para conocer los procesos industriales
- Ejercitar la retroalimentación de los temas principales, al término de cada uno.

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Participación activa en el desarrollo del curso y en el taller de solución de problemas
- Reporte de visitas industriales
- Entrega de tareas extraclase y de investigación
- Presentación de exámenes escritos
- Participación en foros de discusión
- Presentación de proyectos que involucren problemas de balance de materia y energía
- Elaboración de maquetas de plantas de proceso.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Balance de materia sin reacción química

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Identificar cada una de las operaciones y procesos unitarios comunes en el campo de la ingeniería química a través de un diagrama. Representar esquemáticamente operaciones y procesos unitarios Realizar balances de masa sin reacción química en flujo continuo.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar equipos de proceso y las operaciones que en ellos se realizan.</li><li>• Interpretar diagramas de flujo de un proceso.</li><li>• Elaborar diagramas de flujo de equipos y procesos y roturarlos adecuadamente.</li><li>• Resolver ejercicios de reafirmación de conceptos básicos y conversiones de unidades.</li><li>• Deducir la ecuación general de balance de materia y sus variantes.</li><li>• Realizar balances de masa en operaciones unitarias como mezclado, evaporación, cristalización, destilación, extracción, entre otras.</li><li>• Realizar ejercicios de balances de masa en diagramas de flujo.</li></ul>

### Unidad 2: Balance de materia con reacción química

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Realizar balances de masa con reacción química en flujo continuo.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Determinar el reactivo limitante o en exceso para una reacción o sistema de reacciones.</li><li>• Determinar el por ciento de conversión de la reacción, el rendimiento y la selectividad.</li><li>• Realizar balances de masa con reacción en sistemas en equilibrio a ciertas condiciones de operación.</li><li>• Resolver problemas con balances de masa en sistemas reaccionantes incluyendo los que involucren reacciones de combustión.</li></ul>

### Unidad 3: Balance de energía sin reacción química

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
---	-----------------------------------

<p>Resolver balances de energía y masa en procesos sin reacción química.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deducir la ecuación general de balance de energía y sus variantes.</li> <li>• Plantear el problema en un diagrama de bloques.</li> <li>• Realizar balances de energía sin reacción química en una sola fase.</li> <li>• Realizar balances de energía sin reacción química con cambio de fase.</li> <li>• Realizar balances de energía sin reacción química combinados.</li> <li>• Resolver problemas de balances de energía y masa estableciendo la ruta hipotética a seguir.</li> </ul>
--	---

#### **Unidad 4: Balance de energía en sistemas con reacción**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Realizar balances de energía y masa en sistemas con reacción química en estado estable y no estable.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcular la entalpía de reacción para una conversión dada.</li> <li>• Determinar la cantidad de fluido de enfriamiento o calentamiento necesario para mantener a un reactor isotérmico.</li> <li>• Calcular la temperatura final alcanzada en un reactor adiabático.</li> <li>• Realizar balances en sistemas que involucren más de una reacción.</li> <li>• Realizar balances a partir de diagramas de procesos combinados con y sin reacción química.</li> <li>• Realizar balances en sistemas en estado estable.</li> </ul>

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Felder, Richard M. & Rousseau, R. W. *Elementary Principles of Chemical, Processes*. Wiley.
2. Reklaitis, G. V. y Schneider, D. R. *Balances de Materia y Energía*. Nueva, Editorial Interamericana.
3. Valiente, Antonio y Primo, Stivalet Rudi. *Problemas de Balances de Materia*. Alhambra Mexicana.
4. Himmelblau, David M. *Balances de Materia y Energía*. Prentice – Hall.
5. Toledo, Romeo T. *Fundamentals of Food Process Engineering*. A.V.I. (Editorial).
6. Schmidt, A. X. & List h. L. *Material and Energy Balances*. Prentice – Hall.
7. Nyers, A. I. & Seider, W. D. *Introduction to Chemical Engineering and Computer Calculations*. Prentice – Hall.
8. Tegeder – Mayer. *Métodos de la Industria Química Inorgánica y Orgánica*.
9. David. M. Himmeblau. *Supplementary Problems for Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*. The University of Texas: 6th. edition.

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Taller de solución de problemas.
- Elaboración o interpretación de diagramas de flujo de proceso.
- Utilizando equipos de laboratorio, comprobar balances de materia y energía en procesos con y sin reacción química.