



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Balances de Materia y Energía
Clave de la asignatura:	BTF-1403
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Biotecnología

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Biotecnología, la capacidad y habilidad para diseñar, seleccionar, optimizar y calcular a escala los procesos biotecnológicos en donde intervengan flujos de materia y energía, asimismo, coadyuva a resolver problemas de los sectores productivos y de servicios, relacionados con los procesos biotecnológicos que requieran los conceptos fundamentales de balance de materia y energía en procesos para plantas industriales y de servicios, donde ocurran procesos de separación y/o reacciones químico-biológicas exotérmicas, tanto exotérmicas como endotérmicas. En esta asignatura se utilizan las tecnologías de información y comunicación como herramienta para analizar y compartir información en la gestión y creación del conocimiento biotecnológico en lo referente a balances de materia y energía y sirven para el modelado de intercambio de masa y energía en sistemas productivos de manera virtual.

Esta asignatura es una de las 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. La asignatura contiene cuatro temas originales: tema uno Balance de Materia sin Reacción Química, tema dos Balance de Materia con Reacción Química, tema tres Balance de Materia y Energía sin Reacción Química y tema cuatro Balance de Materia y Energía con Reacción Química. Se consideran estos temas porque sirven de modelo para estudiar los sistemas bioquímicos y biológicos que abordarán en las materias posteriores de diseño de biorreactores y bioprocesos.

En esta asignatura, se desarrollan las competencias específicas mediante representaciones de las operaciones y procesos unitarios, en donde se ilustren los balances de masa, sin reacción química en flujo continuo, al aplicar los conceptos básicos de estequiometría de igual forma, aplica los conceptos de calor sensible y calor latente a sistemas con cambio de fase y a sistemas reactivos.

Esta asignatura de Balance de materia y energía requiere conocimientos previos de las materias de Química inorgánica, Física, Termodinámica y Fisicoquímica, de igual forma va a ser útil para comprender las asignaturas de Fenómenos de transporte I y II, Diseño de birreactores y a las Ingenierías bioquímica, metabólica y de bioprocesos dentro de la retícula del plan de estudios.

Intención didáctica

Los contenidos del primer tema Balance de Materia sin Reacción Química se abordan al exponer por parte del profesor la importancia de la asignatura balances de materia para la ingeniería en Biotecnología, asimismo hace un recordatorio de los conceptos básicos como variables de proceso y fracción mol, relaciones molares y de masa, de igual manera deduce la ecuación de balance de masa en sistemas de régimen estacionario, resuelve algunos problemas en donde exista mezclado, separaciones o recirculaciones y encarga a los estudiantes problemas a resolver en forma individual y en equipos de trabajo. En el tema dos Balance de Materia con Reacción

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



Química se exponen por el docente, los conceptos básicos con ejemplos donde se puede realizar un balance de materia con una reacción ó más reacciones químicas, mientras que los estudiantes realizan investigaciones bibliográficas y las exponen sobre las reacciones en bioquímicas en una o varias etapas, haciendo hincapié en las reacciones irreversibles.

En el tema tres Balance de Materia y Energía sin Reacción Química se investiga por parte de los estudiantes y se exponen los subtemas de conceptos básicos, tipos de procesos termodinámicos y sus rutas hipotéticas, se subraya la importancia del Balance de Energía y Masa en una sola fase, así como la generación de calor por mezcla, disolución y cambio de fase, se emplea el uso de las tecnologías de información y comunicación para encontrar los diferentes subtemas se compara con diferentes autores suministrados por el docente en las fuentes bibliográficas, es importante que los estudiantes realicen formularios, resúmenes, síntesis y analizan mediante comparación de los diferentes fenómenos y procesos que ocurren en las plantas biotecnológicas sin reacción química.

El docente explicara en una visita a empresa el equipo como medidores de flujo, condensadores, evaporadores, humidificadores y destiladores, evaluar de igual manera a los estudiantes de acuerdo a la iniciativa, robustez académica de los informes, investigación documental y participación en cada una de las actividades que se realicen.

En el tema cuatro Balance de Materia y Energía con Reacción Química se abordan los balances de energía y masa cuando ocurren reacciones irreversibles bajo condiciones estándar y a cualquier temperatura, con una exposición del docente y la importancia en los procesos isotérmicos y adiabáticos, los estudiantes realizan búsqueda en internet de los subtemas como son balances de energía y masa con una reacción y balances en procesos combinados; como ejemplos se discutirán; el uso y obtención de biogás, en fermentaciones, proceso endotérmico de producción de penicilina, entre otros. Se sugiere que los cálculos se realicen manualmente y con software generado o el que se encuentra disponible en la red.

El docente induce la participación individual de los estudiantes de forma que se generen nuevas aplicaciones del balance de materia y energía en los procesos biotecnológicos. Las competencias específicas sobresalientes que desarrollan en la asignatura son: representar un bioproceso real esquemáticamente, identificando las corrientes, los procesos y las variables que participan. Conoce los procedimientos para plantear las ecuaciones de balance de materia y energía en sistemas con y sin la presencia de reacciones químicas, cerrados o abiertos, así como la vinculación de estas ecuaciones con las variables del problema de balance. Identifica las restricciones adicionales necesarias para el correcto planteamiento de un problema de balance de materia o energía y conoce los procedimientos de solución. Desarrolla la habilidad de utilizar información disponible en tablas, diagramas, nomogramas así como modelos y correlaciones.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de El Llano de Aguascalientes, del 9 al 12 de diciembre de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Altiplano de Tlaxcala, Celaya, Colima, El Llano Aguascalientes, Hermosillo, Mérida, Reynosa, Superior de Álamo Temapache, Toluca y Veracruz.	Reunión Nacional De Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología.



Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 13 de diciembre de 2013 al 3 de marzo de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: El Llano Aguascalientes, Altiplano de Tlaxcala, y Celaya.	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de Ingeniería en Biotecnología.
Instituto Tecnológico de El Llano de Aguascalientes, del 4 al 7 de marzo de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Altiplano de Tlaxcala, Celaya, Colima, CRODE Celaya, El Llano Aguascalientes, Hermosillo, Mérida, Reynosa, Superior de Álamo Temapache, Toluca, Veracruz y CIBIOGEM.	Reunión Nacional de Consolidación del Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología.
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 4 al 7 de diciembre de 2018	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: El Llano Aguascalientes, Celaya y Purísima del Rincón.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de; Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería en Minería, Ingeniería en Diseño Industrial e Ingeniería en Biotecnología del Tecnológico Nacional de México.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Identifica, analiza y establece balances de materia y energía en sistemas en estado estable para cuantificar el proceso de transformación de la materia y la energía asegurando el óptimo aprovechamiento de los recursos involucrados.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Interpreta las reacciones químicas y su estequiometría • Aplica las leyes de la conservación de materia y energía • Utiliza métodos algebraicos • Conoce dimensiones y unidades • Aplica las leyes de la termodinámica • Emplea conocimientos básicos de fisicoquímica, termofísica y termoquímica.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Balance de Materia sin Reacción Química.	1.1 Importancia de los balances de materia y energía en la Ingeniería en Biotecnología. 1.2 Simbología y elaboración de diagramas de flujo de procesos biotecnológicos 1.3 Conceptos básicos 1.3.1 Variables de proceso (Presión y Temperatura)

		<p>1.3.2 Composición: fracción mol, fracción masa, porcentaje molar, porcentaje de masa, relaciones molares, relaciones en masa.</p> <p>1.3.3 Flujo másico, molar y volumétrico a condiciones estándar y conversión entre ellos</p> <p>1.4 Aplicación del Balance de materia sin reacción química</p> <p>1.4.1 Deducción de la ecuación de balance de masa</p> <p>1.4.2 Balance de masa en sistemas en régimen estacionario</p> <p>1.4.2.1 Mezclado.</p> <p>1.4.2.2 En procesos de separación.</p> <p>1.4.2.3 En procesos con recirculación.</p> <p>1.4.2.4 En procesos con derivación.</p> <p>1.4.2.6 Cálculos.</p>
2	Balance de Masa con Reacción Química	<p>2.1 Conceptos básicos.</p> <p>2.1.1 Reactivo limitante y en exceso</p> <p>2.1.2 Por ciento de conversión global</p> <p>2.1.3 Rendimiento y selectividad</p> <p>2.1.4 Reacciones bioquímicas</p> <p>2.2 Aplicación del balance de materia con reacción química</p> <p>2.2.1 Con una sola reacción</p> <p>2.2.1.1 En una etapa.</p> <p>2.2.1.2 Reacciones biológicas</p> <p>2.2.3 En varias etapas (recirculación, derivación, purga y procesos).</p> <p>2.2.3.1 Con recirculación</p> <p>2.2.3.2 Derivación</p> <p>2.2.3.3. Purga</p> <p>2.2.4 Con dos o más reacciones</p> <p>2.2.4.1 En una etapa.</p> <p>2.2.4.4 En varias etapas.</p>
3	Balance de Masa y 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>3.2 Balance de energía y masa en una sola fase.</p> <p>3.2.1 Mezclado</p> <p>3.2.1.1 Calor de mezclado.</p> <p>3.2.1.2 Calor de disolución.</p> <p>3.3 Balance de energía y masa en sistemas con cambio de fase.</p> <p>3.3.1 Condensadores.</p> <p>3.3.2 Evaporadores.</p> <p>3.3.3 Destiladores.</p> <p>3.3.4 Humidificadores y deshumidificadores.</p> <p>3.3.5 Secado.</p> <p>3.3.6 Intercambiadores de calor</p> <p>3.4 Aplicación de los balances de energía a procesos biotecnológicos sin reacción química.</p>
4	Balance de Materia y Energía con Reacción Química	<p>4.1 Balances de energía y masa con una reacción irreversible.</p> <p>4.1.1 En procesos isotérmicos</p> <p>4.1.1.1 A condiciones estándar</p> <p>4.1.1.2 A cualquier temperatura</p> <p>4.1.1.3 Cálculos</p> <p>4.1.2 En procesos adiabáticos</p> <p>4.1.2.1 Con cálculos manuales</p>

		<p>4.2 Balances de energía y masa con más de una reacción.</p> <p>4.2.1 En procesos isotérmicos a condiciones estándar</p> <p>4.2.2 A cualquier temperatura.</p> <p>4.2.3 Con cálculos manuales y software</p> <p>4.3 Balances en procesos combinados</p> <p>4.3.1 Cálculos</p>
--	--	---

7. Actividades de aprendizaje de los temas

I. Balance de Materia sin Reacción Química	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Identifica las operaciones y procesos de separación en el campo de la ingeniería, estructurando diagramas de flujo de procesos para establecer balances de masa sin reacción química en régimen estacionario. Identifica cada una de las operaciones y procesos unitarios comunes en el campo de la ingeniería a través de un diagrama. Representa esquemáticamente operaciones y procesos unitarios Realiza balances de masa sin reacción química en flujo continuo. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Desarrolla de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis en la solución de problemas de balances de masa sin reacción en procesos de ingeniería. 	<ul style="list-style-type: none"> Interpretar equipos y diagramas de flujo de un proceso. Elaborar diagramas de flujo del área de Ingeniería a partir de uno redactado y rotarlo adecuadamente. Determinar la masa que entra o sale de una unidad de proceso ya sea la corriente total o de uno de sus componentes a partir de un flujo volumétrico, composición molar o en peso, incluyendo sólidos, líquidos y gases. Deducir la ecuación general de balance de materia y sus variantes. Realizar balances de masa en procesos tales como mezclado, evaporación, cristalización, destilación, entre otras. Realizar ejercicios de balances de masa en procesos. Determinar la velocidad o el gasto volumétrico.
2. Balance de Materia con Reacción Química	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> Específicas: Realiza balances de masa en procesos con reacción química en flujo continuo. Aplica los conceptos básicos de estequiometría de reacciones. Genéricas: Desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis en la solución de problemas de balances de masa con reacción en procesos de Ingeniería. Utiliza herramientas computacionales para resolución de problemas 	<ul style="list-style-type: none"> Determinar el reactivo limitante o en exceso para una reacción o sistema de reacciones. Determinar el por ciento de conversión de la reacción, el rendimiento y la selectividad. Resolver problemas con balances de masa en sistemas reaccionantes.

3. Balance de Materia y Energía sin Reacción Química	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Analiza los distintos tipos de procesos (isotérmico, adiabático, isobárico, aislado) para resolver balances de energía y masa en procesos sin reacción química. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis en la solución de problemas de balances combinados sin reacción. 	<ul style="list-style-type: none"> Deducir la ecuación general de balance de energía y sus variantes en flujo continuo Plantear el problema en un diagrama de bloques con simbología y rotularlo adecuadamente. Realizar balances de energía sin reacción química en una sola fase. Realizar balances de energía sin reacción química con cambio de fase (procesos unitarios) Realizar balances de energía sin reacción química combinados. Resolver problemas de balances de energía y masa estableciendo la ruta hipotética a seguir.
4. Balance de Materia y Energía con Reacción Química.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aplica los conceptos de capacidad calorífica y calor de reacción en sistemas reactivos. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis en la solución de problemas de balances combinados con reacción 	<ul style="list-style-type: none"> Calcular la entalpía de reacción para una conversión dada. Determinar la cantidad de fluido de enfriamiento o calentamiento necesario para mantener a un reactor isotérmico. Calcular la temperatura final alcanzada en un reactor adiabático. Realizar balances en sistemas que involucren más de una reacción. Realizar balances a partir de diagramas de procesos combinados con y sin reacción química. Realizar balances en sistemas en estado estable.

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> Establece taller de solución de problemas. Elabora o interpreta diagramas de flujo de proceso. Al Utilizar laboratorio, comprueba balances de materia y energía en procesos con y sin reacción química. Realiza visita a una empresa con procesos donde se permita elaborar la esquematización del proceso y cálculos teóricos sobre el mismo.

9. Proyecto de asignatura

<p>El objetivo del proyecto que plantee el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> Fundamentación: marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
--

- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

- Participación activa en el desarrollo del curso y en el taller de solución de problemas
- Reporte de visitas industriales.
- Entrega de tareas extra clase 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.

11. Fuentes de información

- De Lancey. G. (2013). *Principles of Chemical Engineering Practice*. John Wiley.
- Dora, P.M. (2013). *Bioprocess Engineering Principles*. AP. Elsevier.
- Felder, R. M., y Rousseau, R. W. (2005). *Elementary Principles of Chemical Processes* 3a. Edición. Wiley & Sons.
- Felder, R.M. (2009). *Elementary Principles of Chemical Processes*. 3a. Edición. Canada: John Wiley & Sons.
- Ghasem, N. y Henda R. (2009). *Principles of Chemical Engineering Processes*. Taylor & Francis Group.
- Himmelblau, D.M. y Riggs J.B. (2012). *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*. Prentice Hall.
- Himmelblau, D. M. (2002). *Principios Básicos y Cálculos en Ingeniería Química*. 6ta Edición. México: Pearsons.
- Mayer, L. (1987). *Métodos de la Industria Química Orgánica*. España: Reverté.
- Myers, A. I., y Seider, W. D. (1976). *Introduction to Chemical Engineering and Computer Calculations*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- Reklaitis, G. V., y Schneider, D. R. (1986). *Balances de Materia y Energía*. México, D.F.: Nueva Editorial Interamericana.
- Toledo, R. T. (1991). *Fundamentals of Food Process Engineering*. 2a Edición. New York: Aspen Publishers Inc.
- Turton, R. Bailie, R. C. Whiting, W.B. y Shaeiwitz, J.A. (2009). *Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes*. Pearson Education.
- Towler G.P. y Sinnott R. K. (2013). *Chemical Engineering Design: Principles, Practice, and Economics of Plant*. Elsevier.
- Valiente, A., y Primo, S. R. (1998). *Problemas de Balances de Materia en la industria Alimentaria*. Limusa.