



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS y NATURALES



Universidad
Nacional
de Córdoba

Asignatura: **Balance de Materia y Energía**

Código: 10-09510

RTF

5

Semestre: quinto

Carga Horaria

64

Bloque: Tecnologías Básicas

Horas de Práctica

30

Departamento:

Correlativas:

- Correlativa 1: Física 1
- Correlativa 2: Computación y Cálculo Numérico

Contenido Sintético:

- Principio General de Conservación, Ecuaciones de Balance y Algoritmo de Solución.
- Balances en Procesos Sin Reacción Química.
- Balances en Procesos Con Reacción Química.
- Balances y Modelos Dinámicos de Procesos.

Competencias Genéricas:

- CG 1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG 4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG 9. Aprender en forma continua y autónoma.

Aprobado por HCD: 856-HCD-2023

RES: Fecha: 2/11/2023

Competencias Específicas:

CE1.1.1 Conocer, interpretar, modelar y representar el comportamiento de sistemas fisicoquímicos a través de las variables para resolver situaciones problemáticas con sentido crítico y responsabilidad.

CE2.1.2 Reconocer e interpretar cambios energéticos involucrados en procesos de modificación física y/o química de la materia relacionándolos con los principios de la termodinámica y la fisicoquímica definiendo los modelos adecuados que los describan y estableciendo vínculos.

Presentación

Balance de Materia y Energía es una asignatura perteneciente al quinto semestre del plan de estudios de la carrera, y en ella se abordan los principales conceptos y procedimientos correspondientes a la determinación de las cantidades de materias primas utilizadas y de productos originados en un proceso, sea de naturaleza industrial o no, y de las energías requeridas e intercambiadas con el ambiente, constituyendo un núcleo duro y básico de los conocimientos específicos de un Ingeniero Químico.

En el denominado balance de masa se determinan las cantidades y proporciones en que las distintas materias primas se utilizan para obtener cierta cantidad de producto, y los rendimientos y cantidad de residuos másicos asociados al proceso productivo.

En los denominados balances de energía, por lo general más complejos que los de materia y que usualmente los incluyen, se cuantifican las distintas clases de energías que intervienen en un proceso, lo cual permite calcular a su vez las potencias de los equipos e instalaciones, por ejemplo, de refrigeración o calentamiento, o de bombas y otros impulsores necesarios para el movimiento de los flujos de materia, o de calderas.

De esta manera, se sientan las bases para el dimensionamiento de los equipos principales y auxiliares, la determinación de costos asociados a un proceso, sus rendimientos, la capacidad de producción y los recursos necesarios, etc.

El trabajo sobre los contenidos de asignatura implica, tanto desde la manera de abordar su aprendizaje como en su aplicación, un enfoque integrador de conceptos teóricos desarrollados en asignaturas previas y de otros nuevos más específicos de esta área tecnológica, sirviendo de anclaje conceptual de ellos mediante el establecimiento de nuevos nexos donde se incrementa su naturaleza operativa.

El conjunto de conocimientos que abarca esta asignatura es, a su vez, un insumo básico para el abordaje de los contenidos de otras asignaturas, como lo son, como ejemplos muy cercanos en el plan de estudios, Operaciones I y II e Ingeniería de las Reacciones Químicas.

Balance de masa y energía es, dentro del plan de estudios de la carrera, la asignatura encargada de hacer el primer fuerte acercamiento a los cálculos correspondientes a contextos de producción, aunque no se limite a estos, y cuyo desarrollo implica la adquisición de un conjunto de conocimientos que pueden ser posteriormente aplicados directamente en la práctica profesional del egresado, siendo esta un herramienta imprescindible en el trabajo habitual de un Ingeniero Químico.

Contenidos

Unidad 1: Conceptos generales: Conceptos de la hipótesis de medio continuo, partícula fluida, escala de estudio. Propiedades en un punto. Procesos continuos, discontinuos y semicontinuos. Sistema y volumen de Control. Tipos de flujos: permanente y transitorio, uniforme, laminar y turbulento, interno, externo. Propiedades de los fluidos: presión, compresibilidad, tensión superficial, densidad, peso específico, viscosidad, masa, peso. Mecánica de un fluido en reposo. Presión sobre un cuerpo sumergido. Equilibrio

hidrostático. Medición de presiones. Presión absoluta y manométrica. Piezómetros. Manómetros. Barómetros. Traductores de presión.

Unidad 2: Balance de masa sin reacción química: Unidades simples. Casos generales. Análisis de grados de libertad. Sistemas de múltiples unidades. Casos generales. Recirculación. By Pass. Purga.

Unidad 3: Balance de energía sin reacción química: Formas de energía. Energías asociadas con la masa. Energías no asociadas con la masa. Ecuación general de conservación de la energía. Sistemas cerrados. Sistemas abiertos. Función Entalpía. Capacidad calorífica. Calor específico. Sistemas no reaccionantes. Aplicaciones a sistemas cerrados. Calor sensible. Calor latente. Entalpía de mezcla. Calidad de vapor. Aplicaciones a sistemas abiertos. Intercambiadores de calor. Toberas. Turbinas. Difusores. etc.

Unidad 4: Balances macroscópicos: Balances macroscópicos generales. Teorema del transporte de Reynolds. Balances macroscópicos de materia en estado estacionario y transiente. Balance macroscópico de energía y cantidad de movimiento. Ecuación de Euler. Cálculos de fuerzas de anclaje. Ecuación de Bernoulli. Pérdidas por fricción. Pérdidas de carga en tuberías. Rugosidad. Pérdidas menores. Coeficientes de resistencia para accesorios y en tuberías de sección variable.

Unidad 5: Balance de masa con reacción química: Balance de masa por componentes. Velocidad de reacción. Conversión y rendimiento. Influencia del tiempo de residencia sobre el avance de la reacción. Reacciones múltiples. Álgebra de las reacciones múltiples. Balance de masa por elementos. Casos generales. Álgebra de los balances elementales. Relación entre balances por componentes y balances por elementos. Conversión de balance por elementos a balance por componentes.

Unidad 6: Balance de energía con reacción química: Sistemas reaccionantes. Entalpía de formación. Entalpía de reacción. Corrección de ΔH para T, P y fase. Estados de referencia. Ecuación de balance con ΔH_r . Ecuación de balance sin ΔH_r . Reacciones químicas múltiples. Balance combinado de masa y energía.

Metodología de enseñanza

El desarrollo general de la asignatura se basa en combinación de actividades de distinta naturaleza. Para cada tema se desarrolla una breve introducción, de naturaleza virtual y no sincrónica a los conceptos teóricos a utilizar, mostrando algunas de las estrategias factibles de implementar en el abordaje de las distintas situaciones propias de la asignatura, con un conjunto de ejercicios y situaciones problemáticas breves presentadas a través del aula virtual que permiten la puesta en juego de esos conceptos y procedimientos mínimos. A esto se agregan clases teórico-prácticas en las cuales se combinan diversas estrategias en función del tema a desarrollar. Por ello, las estrategias de enseñanza-aprendizaje seleccionadas para llevar adelante la propuesta, más allá de las breves instancias no presenciales virtuales, son principalmente clase expositiva-dialogada, con la participación activa de los estudiantes para analizar diferentes aspectos teóricos y prácticos relativos a los balances de materia y energía. Estos encuentros están orientados a desarrollar la aplicación de los conceptos fundamentales de cada tema poniendo énfasis en los aspectos que se detectan merecen mayor atención y que el estudiante aplica para la resolución de

ejercicios y de situaciones problemáticas, con el objeto de mejorar la comprensión de los conceptos y la aplicación de las estrategias metodológicas más adecuadas para la resolución de las diversas situaciones planteadas.

En paralelo al desarrollo de los contenidos, los estudiantes conforman pequeños grupos donde se trabaja sobre un proceso diferente a los de los demás grupos, de modo similar al de estudio de casos, de manera de integrar tanto los aspectos conceptuales como metodológicos relativos al análisis y determinación de los flujos y condiciones de cada etapa y al proceso en general. Esta actividad grupal se realiza principalmente fuera de las horas presenciales, favoreciendo el desarrollo del trabajo autónomo y el aprendizaje cooperativo, pudiendo o no contemplar la simulación y la emulación del proceso. Los resultados de esta actividad son monitoreados periódicamente desde la cátedra, siendo los resultados finales de este trabajo integrador presentados en un informe escrito a la cátedra y oralmente con apoyo visual al grupo clase.

Evaluación

La evaluación de los aprendizajes de los contenidos de la asignatura corresponderá a los contenidos de naturaleza científico-tecnológicos y también a las capacidades sociales y actitudinales, de naturaleza transversal. Se señala que se evalúan tanto los aprendizajes de contenidos propios de la asignatura como la aplicación contextualizada e integradora en ellos de los contenidos correspondientes a correlativas previas de esta asignatura y de trayectos previos. Los tipos de evaluación utilizadas son:

- o de seguimiento, en las instancias correspondientes a las actividades prácticas, sean en aula o laboratorio. Será considerada la información obtenida mediante:
 - observación, registro y análisis del desempeño del alumno en el desarrollo de las actividades prácticas;
 - análisis de los informes grupales a presentar para cada actividad donde se los requiera;
 - observación, registro y análisis del desempeño del alumno en la presentación y defensa de informes cuando éstos sean requeridos y en el desarrollo del Trabajo Integrador.
- o sumativas, consistentes en:
 - dos o tres parciales de tipo teórico práctico y ejecución individual, con preguntas cuyas respuestas consisten en el desarrollo de aspectos conceptuales o ejercicios correspondientes a su aplicación, además de resolución de situaciones problemáticas similares a las abordadas en prácticos o teóricos;
 - presentación grupal del trabajo integrador, bajo formatos prescriptos, tanto a la cátedra como al grupo clase completo, contemplando para la calificación un componente de coevaluación;
 - coloquio integrador individual para quienes alcancen las condiciones de aprobación de la asignatura.

Condiciones de aprobación

Requisitos para alcanzar la regularidad.

- Porcentaje de asistencia que establezca la normativa vigente de la Facultad al momento de cursar la asignatura o, de no haberla al respecto, 70 % de las clases teórico prácticas.
- Aprobación de al menos la mitad menos una de las evaluaciones parciales teórico-prácticas, incluida instancia de recuperación sobre una de las instancias.
- Aprobación del 70 % de las actividades prácticas propuestas.
- Alcanzar un nivel de desarrollo aceptable en al menos el 60 % de los indicadores establecidos en la matriz de criterios/indicadores - niveles de desempeño.

Requisitos para alcanzar la promoción.

- Porcentaje de asistencia que establezca la normativa vigente de la Facultad al momento de cursar la asignatura o, de no haberla al respecto, 60 % de las clases teórico prácticas y 80 % de las prácticas.
- Aprobación de todas las evaluaciones parciales teórico-prácticas, incluida instancia de recuperación sobre una de las instancias.
- Aprobación del 70 % de las actividades prácticas propuestas.
- Alcanzar un nivel de desarrollo aceptable en al menos el 70 % de los indicadores establecidos en la matriz de criterios/indicadores - niveles de desempeño.
- Coloquio integrador aprobado.

Calificación:

Para quienes alcancen la promoción, la calificación final en la asignatura se obtendrá a través del siguiente polinomio:

$$\text{calificación} = 0,6.EP + 0,2.ETP + 0,2.C$$

donde P es el promedio de las calificaciones de los exámenes parciales en escala 1 a 10, TP es el promedio de la calificación de las actividades prácticas y C el del coloquio final integrador individual.

Actividades prácticas

Todas las semanas se desarrollarán un conjunto de actividades prácticas correspondientes al análisis de situaciones problemáticas preferentemente contextualizadas fuertemente, análisis comparativo crítico sobre las estrategias más adecuadas para su resolución y los resultados obtenidos a través de ellas. Este abordaje se realizará en clases presenciales, en ocasiones respecto a situaciones planteadas previamente en el Aula Virtual y en otras sobre situaciones *ad hoc* emergentes de la situación. Los contenidos cubiertos por esta metodología corresponden a los de todo el programa, y no sólo a algunos de ellos, siendo una asignatura de naturaleza claramente aplicada.

La metodología anteriormente expuesta se aplicará también cuando los grupos de estudiantes comiencen a realizar su trabajo de naturaleza integradora, habiendo reserva de días específicamente para esto, más allá del seguimiento y apoyo continuo que se realice del trabajo sobre el tema particular de cada grupo. Por último, los resultados finales de este trabajo grupal se exponen como una práctica más ante el grupo clase, constituyendo tanto lo observado en el seguimiento del trabajo previo como en esta instancia elementos contemplados para la evaluación.

Resultados de aprendizaje

Los objetivos específicos de la asignatura corresponden a que, como resultado de su aprendizaje, el estudiante logre:

- resolver situaciones problemáticas relacionadas con los flujos de materia y energía correspondientes a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios en procesos mediante la aplicación de los modelos físico-matemáticos que los describen, con el fin de optimizar, verificar funcionamiento o utilizarlos como insumo para el posterior dimensionamiento.
- generar material conteniendo información relevante sobre los flujos másicos y energéticos de un proceso determinado, con el propósito de comunicarla a destinatarios específicos de manera pertinente, clara, concisa, precisa y completa.

En función de lo anterior, a la competencia genérica CG1 *“Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería”* y su competencia específica asociada CE1.1.1 *“Conocer, interpretar, modelar y representar el comportamiento de sistemas fisicoquímicos a través de las variables para resolver situaciones problemáticas con sentido crítico y responsabilidad”*, corresponden los siguientes resultados de aprendizaje

- *Interpreta correctamente una situación referida a un proceso determinando los flujos de materia y energía, sus propiedades y la evolución de estas, y las relaciones existentes en el conjunto, incluido el contexto.*
- *Determina estados, referencias, estimaciones y supuestos aplicables a la resolución de la situación problemática planteada en un sistema.*
- *Organiza correctamente mediante esquemas, tablas, gráficos, simbología, texto, etc., los valores o estados, conocidos o no, de las variables significativas relativas a la situación planteada y a su resolución.*
- *Genera el modelo de los flujos másicos y energéticos de un proceso especificando el conjunto de relaciones lógico-matemáticas entre sus variables significativas.*
- *Calcula los valores correspondientes a los flujos másicos y energéticos de un sistema aplicando de manera coherente y consistente el modelado lógico-matemático que lo representa.*
- *Realiza una evaluación crítica de las posibles soluciones a una situación problemática.*
- *Expresa de manera clara, precisa y completa una respuesta acorde al requerimiento planteado.*

Respecto a la competencia específica CE2.1.2 *“Reconocer e interpretar cambios energéticos involucrados en procesos de modificación física y/o química de la materia relacionándolos con los principios de la termodinámica y la fisicoquímica definiendo los modelos adecuados que los describan y estableciendo vínculos”*, corresponden los siguientes resultados de aprendizaje:

- *Interpreta correctamente una situación referida a un proceso químico determinando los flujos de materia y energía, sus propiedades y la evolución física y química de estas, y las relaciones existentes en el conjunto, incluido el contexto.*

- *Genera el modelo de los flujos másicos y energéticos de un proceso químico especificando el conjunto de relaciones lógico-matemáticas entre sus variables significativas.*
- *Calcula los valores correspondientes a los flujos másicos y energéticos de un sistema con reacción química aplicando de manera coherente y consistente el modelado lógico-matemático que lo representa.*
- *Expresa de manera clara, precisa y completa una respuesta acorde al requerimiento planteado.*
- *Realiza una evaluación crítica de las posibles soluciones a una situación problemática.*

Para la competencia genérica CG4 “Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería”, corresponden los siguientes resultados de aprendizaje

- *Selecciona fundamentadamente los recursos informáticos más adecuados para resolver una situación determinada, contemplando disponibilidad, eficacia, requerimientos conexos a ellos., etc.*
- *Traduce la formulación de un modelo lógico-matemático a un conjunto de expresiones equivalentes factibles de ser incorporadas a un programa de cálculo matemático*

Para la competencia genérica CG9 “Aprender en forma continua y autónoma”, los resultados de aprendizaje esperado son:

- *Realiza las actividades no presenciales propuestas y utiliza los espacios de clase y consulta para complementar el estudio.*
- *Desarrolla las actividades establecidas en los tiempos previstos.*
- *Trabaja de forma individual utilizando el conocimiento adquirido en clase.*
- *Utiliza adecuadamente la información surgida del análisis crítico de material relevante obtenido por diversos medios en diferentes fuentes.*

Bibliografía

- ÁLVAREZ ZAPATA, H. D. (2011) Balances de Materia y Energía. Formulación, solución y usos en Procesos Industriales. Corregida y aumentada. Editorial ArtBox Medellín.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/52628/hernandarioalvarezzapata.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ÇENGEL, Y. A.. Transferencia de calor y masa; un enfoque práctico. 2007. 3º edición. McGraw-Hill Interamericana. (2 ejemplares en biblioteca FCEFyN).
- CORREA HENRÍQUEZ, H. Balance de materia y energía. Santiago, CH : La Universidad, 2008 (2 ejemplares en biblioteca FCEFyN).
- IZQUIERDO, J.; COSTA LÓPEZ, J. MARTÍNEZ DE LA OSSA, E; RODRÍGUEZ, E.; IZQUIERDO; M. Introducción a la Ingeniería Química: Problemas resueltos de

balances de materia y energía. (2015) 2º Edición. Editorial Reverté. España. (1 ejemplar en biblioteca FCEFyN)

- SANDOVAL HERRERA, J. A. (2021) Balances de materia y energía aplicados a la investigación. Universidad de América. Bogotá D.C. Colombia. <https://doi.org/10.29097/9789585303058>
- Material didáctico preparado anualmente por la cátedra.