Universidad de Costa Rica

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Química

Programa del Curso
Análisis de Procesos I
IQ-0332
Ciclo lectivo II-2019

Información General

HORAS SEMANALES:	Teoría: 4, Práctica: 2.
CRÉDITOS:	4
REQUISITOS:	QU-0200, IQ-0200, MA-1004, FS-0310
CORREQUISITOS:	QU-0260

Descripción del curso

"La Ingeniería Química trata de concebir, calcular, proyectar, hacer, construir y hacer funcionar las instalaciones para llevar a cabo a escala industrial una reacción química cualquiera o una operación de separación inmediata" (J.Cathala, 1951, Institut du Génie Chimique de Tolouse).

De esta definición se desprende que la Ingeniería Química se ocupa tanto de la transformación de reactivos en productos (reacción química) como de los procesos de cambio de fase (fusión, evaporación, etc.) y de solubilización; así como de las instalaciones donde estas transformaciones han de realizarse, de la adecuación de las materias primas a utilizar y de los productos y subproductos formados, así como de los factores económicos implicados.

Los balances de materia y energía son una de las herramientas más importantes con las que cuenta la Ingeniería Química para llevar a cabo estas transformaciones, ya que se utilizan para contabilizar los flujos de materia y energía entre un determinado proceso industrial y los alrededores o entre las distintas operaciones que lo integran. Estos tipos de balances nos permitirán conocer los caudales másicos de todas las corrientes materiales que intervienen en el proceso, así como las necesidades energéticas del mismo, que en último término se traducirán en los requerimientos de servicios auxiliares.

Con el fin de brindar una mayor opción de recursos didácticos al estudiante, este curso cuenta con un espacio virtual denominado ***Análisis de procesos 1,*** que tendrá una modalidad de uso categorizado como bajo virtual. Este recurso servirá como apoyo a las clases magistrales, un espacio para discusión y análisis de la temática estudiada, así como una fuente de información adicional relacionada a los tópicos en estudio y como un medio de comunicación bidireccional para agilizar el desarrollo del curso.

Objetivos generales

Aplicar los principios básicos del balance de masa, al análisis de procesos y desarrollar técnicas y destrezas para la formulación y resolución de

problemas utilizando métodos sistemáticos para la solución de estos. Además, este curso pretende introducir al estudiante dentro de las operaciones básicas de la carrera de Ingeniería Química e identificar los conceptos y principios fundamentales de esta disciplina.

Objetivos específicos

Al terminar el curso el estudiante será capaz de:

1. Describir y aplicar las técnicas y conceptos del balance de masa.

2. Resolver problemas que involucren procesos y operaciones unitarias, incluyendo aquellos con reacción química y cambio de fase.

3. Manejar los factores de conversión de unidades, dimensiones, propiedades fisicoquímicas de las sustancias, y definiciones básicas como parte de las técnicas generales para la resolución de problemas.

4. Dominar el Sistema Internacional de Unidades y a la vez reconocer y manejar otros sistemas de unidades.

5. Interpretar y operar con definiciones como selectividad, conversión, reactivo en exceso, etc., de tal forma que se adquiera la capacidad para expresarlas como una relación o ecuación matemática más en el planteamiento de un sistema de ecuaciones.

6. Dominar el concepto de base de cálculo, su forma de elección como guía para la solución de un problema.

7. Dominar el mètodo numèrico "interpolaciòn Lineal" para la obtenciòn de informaciòn y resoluciòn de problemas màs complejos.

8. Analizar sistemas conformados por uno o varios procesos, dos o más corrientes de materia, con uno o más componentes en cada corriente; simples con o sin derivación o reciclo, incluyendo aquellos con reacción química y cambio de fase.

9. Plantear y resolver sistemas de ecuaciones para los diferentes procesos para especificar las cantidades de cada corriente y sus composiciones.

10. Obtener información para la resolución de los problemas a partir de tablas, nomogramas y gráficos. El estudiante debe saber, que cada una de estas fuentes de información constituye una ecuación más en el planteamiento de un sistema de ecuaciones.

11. Integrar los conocimientos adquiridos mediante la solución de problemas más complejos.

12. Realizar un proyecto, en el que se aplique el balance de materia y energía para la solución de un problema específico, así como realizar una distribución de planta. El proceso puede ser real o simulado.

13. Resolver balances de masa y energía de un problema mediante el uso de un programa para simulación.

14. Resolver problemas de balances de masa y energìa mediante el uso de software especializado.

Información sobre acreditación

Contribución a los atributos del graduado

Atributo	Nivel
Base de conocimiento en ingeniería	I
Análisis de problemas	N/A
Investigación	N/A
Diseño	N/A
Uso de herramientas de ingeniería	I
Trabajo individual y grupal	N/A
Habilidades de comunicación	N/A
Profesionalismo	N/A
Impacto de la ingeniería en la sociedad y el ambiente	N/A
Ética y equidad	N/A
Economía y administración de proyectos	I
Aprendizaje para la vida	N/A

Código para el nivel de contenido: N/A = no aplicable; I = introductorio; D = en desarrollo; A = aplicado.

Desglose unidades de acreditación

CEAB Currículum Categoría de contenido	Ciencias en Ingeniería	Diseño en Ingeniería
Porcentaje UA	90%	10%
Número de UA	70,7	7,9

Metodología

Clases

Se impartirán clases magistrales con el profesor durante las horas de teoría, en las que se expondrán los aspectos relevantes y será responsabilidad del estudiante ampliar y profundizar cada uno de los temas de acuerdo con la guía del profesor. Es imprescindible que el estudiante de antemano haya leído el tema a desarrollar en el periodo correspondiente para que mediante la formulación de sus preguntas aclare las dudas.

Clases de práctica

Las horas de práctica tendrán como finalidad, resolver problemas sobre la materia analizada en clase, mètodos numèricos y el uso del software de simulaciòn disponible. La participación es fundamental como mecanismo para desarrollar destrezas en la solución de problemas.

Pruebas cortas

Se realizarán exámenes cortos (quices) para medir y cuantificar el grado de comprensión del estudiante. Ellos comprenderán la materia vista en clases anteriores, la materia asignada a cubrir ese día, así como los problemas de la tarea a entregar. Serán aplicados en las horas de práctica como de teoría, pueden ser avisados o sorpresa. Además, las pruebas cortas se podrán realizar en la plataforma de mediación virtual del curso o herramienta disponible para tal fin.

Tareas

Se darán asignaciones para realizar en la casa, a la vez el profesor sugerirá problemas para el mejoramiento del aprendizaje. Las tareas se deben entregar en las fechas establecidas. En caso de entregar la tarea fuera del plazo establecido, se bajarán 5 puntos por día natural de atraso, hasta un máximo de 7 días, después de esto no se recibirá la asignación.

Exámenes parciales

Se realizarán tres exámenes parciales los cuales evaluarán aspectos teóricos y prácticos y serán a libro cerrado, a menos que se indique lo contrario. En ellos se evaluará la capacidad del estudiante para plantear un sistema de ecuaciones que involucren los principios de conservación de materia, así como la aplicación de los principios de las leyes físicas estudiados. Además, algunas de las partes (o totalidad) de los exámenes se podrán realizar en la plataforma de mediación virtual del curso.

Proyecto final

Realizar un proyecto, en el que se aplique el balance de materia y energía para la solución de un problema específico, así como realizar el diagrama de flujo del proceso. Deberá presentarse **un informe en forma escrita de acuerdo con los lineamientos establecidos por la Escuela de Ingeniería Química**:
(http://eiq.ucr.ac.cr/documentos/Manual_de_Formato_v003.pdf)

El cuerpo del trabajo escrito deberá tener la siguiente estructura:

a) Portada.
b) Resumen.
c) Descripción completa del proceso (operaciones unitarias) y funcionamiento de cada uno de los equipos (mínimo 5 operaciones unitarias diferentes en el proceso).

d) Balances de masa y energía del proceso indicando las suposiciones que se hagan para cada caso con su respectiva muestra del cálculo. (Investigar el proceso en la literatura, para obtener datos que no sean proporcionados por la empresa visitada, falta de información no será justificación para cálculos incompletos).
e) Observaciones de la visita realizada (fecha, lugar, descripción, registro de la visita, fotografías (de ser posible, al menos del grupo que visitó la planta).
f) Simulación del proceso en el software especializado disponible (cuando sea posible**). En caso de que las sustancias de su proceso no aparezcan en el Programa de simulación, indicarlo a su profesor con al menos 5 semanas de anticipación de entrega del trabajo final, para asignar un problema de simulación y se tenga suficiente cantidad de tiempo para su resolución.**
g) Estimación del costo total del proceso (equipos, puesta en marcha, mantenimiento, operarios, manejo de desechos, permisos).
h) Bibliografía (**Formato APA**).
i) Diagrama de flujo del proceso (Cad). (**Tamaño de hoja 11x17 pulgadas A3**)

Se debe cargar en el espacio habilitado en mediación virtual tanto el archivo de la simulación, como el archivo del trabajo de investigación (PDF), además del diagrama de flujo según las fechas programadas (PDF). En caso de problemas con la plataforma "Mediación Virtual" se podrán enviar los tres archivos al correo del profesor del curso, dentro del límite establecido para tal fin.

Presentación de las asignaciones

Las tareas, exámenes cortos, exámenes y otros trabajos deben de ir bien presentados, con letra legible y clara y en orden de acuerdo con las normas establecidas.
Las normas para presentar las tareas son las siguientes:
1. Hojas tamaño carta debidamente numerada al margen derecho y engrapadas, indicando claramente:
Nombre completo
Carné
Fecha de entrega
Número de tarea y grupo al cual pertenece
2. Todos los resultados intermedios deben encerrarse dentro de un rectángulo. Los resultados finales deben identificarse con una flecha.
3. Pueden utilizar hojas de reciclaje para entregar las tareas.
4. Algunas de las asignaciones pueden ser resueltas con el uso de software y/o en hojas de cálculo, para las cuales el profesor indicará cual opción se puede utilizar.

Instrucciones que seguir durante las pruebas

1. Toda prueba se considerará de carácter individual y a libro cerrado, a menos que se indique lo contrario.
2. Durante la prueba queda prohibido el uso de cualquier aparato con capacidad de telecomunicación, reproducción de audio o vídeo (por ejemplo: celulares, iPad, computadoras portátiles, otros), a menos que se indique lo contrario.
3. Debe leerse atentamente cada enunciado y aclarar cualquier duda de interpretación antes de contestar.
4. Se debe enumerar e identificar con nombre y número de carné todas las hojas adicionales que se entreguen junto con el enunciado de la prueba e indicando claramente el número de cada pregunta.
5. Para cada prueba se dispone de un tiempo máximo para concluirla, que será indicado oportunamente, quien no entregue su evaluación al finalizar dicho lapso obtendrá una nota de cero y perderá el derecho a cualquier reclamo o reposición.
6. En las pruebas se permite el uso de material autorizado previamente. Cada estudiante debe tener su material, no se permite el préstamo de este durante las pruebas.
7. Sólo se permite el uso de calculadora no programable.

Estrategias y criterios de calificación

La nota del curso está divida de la siguiente forma:

I Parcial	14%
II Parcial	24%
III Parcial	32%
Pruebas cortas y Tareas	15%
Trabajo Final	15%

Contenido del curso

Contenidos teóricos

1	**Introducción a los cálculos de la Ingeniería Química** Unidades y dimensiones. La unidad mol. Convenciones para los métodos de análisis y medición. Elección de una base de cálculo. La ecuación química y la estequiometría. Técnicas de resolución de problemas.
2	**Propiedades básicas** Temperatura, presión, gases ideales. Gases reales. Presión de vapor y de líquidos. Solución. Energía interna y entalpía. Cálculos de propiedades para gases, calores de disolución y mezcla y calores de reacción.

3	**Balances de materia** El balance de materia. Programa de análisis de problemas de balance de materia. Resolución de problemas de balance de materia en los que no intervienen reacciones químicas. Resolución de problemas de balance de materia en los que intervienen reacciones químicas. Resolución de problemas de balance de materia en los que intervienen múltiples subsistemas. Cálculos de reciclaje, derivación y purgado.
4	**Balances con sistemas en varias fases** Equilibrio vapor-líquido para sistemas multicomponente. Saturación parcial y humedad. Balances de materia que implican condensación y vaporización. Manejo de tablas termodinámicas (de fases).
5	**Balance de energía** Aplicaciones del balance general de energía sin ocurrencia de reacciones. Balances de energía que dan cuenta de la reacción química. Procesos reversibles y el balance de energía mecánica. Diagramas de humedad y su uso.
6	**Resolución de problemas de balances simultáneos de materia y energía** Resolución de problemas aplicando los balances de materia y energía.
7	**Introducción a Métodos Numéricos** Interpolación lineal y resolución de ecuaciones no lineales.
8	**Estimación de Costos Básicos** (equipos, inversión de capital, etc.)
9	**Uso de software especializado de simulaciòn de procesos** Resoluciòn de problemas de balance de masa y energìa con el uso de software especializado

Bibliografía

Libro de texto: Himmelblau D.M. (2005). *Principios básicos y Cálculos en Ingeniería Química*. Sétima edición. México: Pearson Prentice Hall.

Bibliografía Complementaria

Çengel, Y.; Boles, M. (2012). *Termodinámica* (7th ed.). México: McGraw-Hill.

Felder R. (2003). *Principios elementales de los procesos químicos* (3th ed.) México: Limusa.
Izquierdo, José F; and others. (2011). Introducción a la Ingeniería Química: Problemas Resueltos de Balances de Masa y Energía. Barcelona: Reverté.

Hougen, C.A. & Watson, T.M., (1966), *Chemical Process Principles*, Segunda edición. U.S.A: Wiley.

Reklaitis G.V. (1986). *Balances de materia y Energía*. México: Editorial Interamericana.

Smith J.H., Van Ness H.C., (1989). *Introducción a la Termodinámica* (4th ed.) México: McGraw Hill Inc.

Van Wylen, G.; Sontag, R.; Borgnakke, C. (2006). *Fundamentos de Termodinámica*. México: Limusa Wiley.
Smith, R. (2005). Chemical Process Design and Integration. England: John Wiley and sons.
Turton, R.; and others. (2009). Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes. Mexico: Prentice Hall.
Peters, M.; Timmerhaus, K.; West, R. (2003). Plant Design and Economics for Chemical Engineers. Mexico: McGraw Hill.

Información de contacto

GRUPO:001
HORARIO Teoría: L y J de 11:00 a 12:50
Horario Práctica: L de 9:00 a 10:50
PROFESOR: Ing. Allan Gerardo Mora V.
CORREO: alan.moravindas@ucr.ac.cr / allan03mv@gmail.com
OFICINA: 457, 4to piso IQ
CONSULTA: L: 14:00 a 15:00 y J: 10:00 a 11:00
ASISTENTE: Maria Paz Zúñiga
GRUPO:002
HORARIO Teoría: L y J de 9:00 a 10:50
Horario Práctica: J de 11:00 a 12:50
PROFESOR: Inga. Laura Saborío Marín
CORREO: laura.saboriomarin@ucr.ac.cr / lauritasm10@gmail.com
OFICINA: 457, 4to piso IQ
CONSULTA: K: 13:00 a 15:00, o previa cita otro día.
ASISTENTE: Luis Arrieta
GRUPO:051/052
Horario Práctica: L de 9:00 a 10:50 (Grupo 051) y J de 11:00 a 12:50 (Grupo 052)
PROFESOR: Ing. José Andrés Santamaría Cordero
CORREO: jose.santameriacordero@ucr.ac.cr
OFICINA: 424
CONSULTA: L: 17:00 a 19:00

Cronograma

Los tres exámenes parciales contarán con 3 horas de duración aproximadamente.

Semana	Temas por tratar

1	12-Ago	16-Ago	Introducción al curso, discusión de la carta al estudiante. La unidad mol. Propiedades básicas. Convenciones para los métodos de análisis y medición.
	Feriado: 15-Ago		
2	19-Ago	23-Ago	Elección de una base de cálculo. La ecuación química y estequiometría. Técnicas de resolución de problemas.
3	26-Ago	30-Ago	Balance de materia. Programa de análisis de balances. Resolución de problemas sin reacción química. Cálculo de reciclaje, derivación y purgado. Resolución de problemas de balance de materia en los que intervienen múltiples subsistemas.
4	2-Sept	6-Sept	Resolución de problemas sin reacción química. Resolución de problemas con reacción química.
5	9-Sept	13-Sept	**1° Examen Parcial** Resolución de problemas con reacción química (continuación).
6	16-Sept	20-Sept	Uso de software para simulación. Cálculo de la ley de gases ideales. Gases Reales.
7	23-Sept	27-Sept	Equilibrio vapor-líquido para sistemas multicomponentes.
8	30-Sept	4-Oct	Saturación parcial y humedad. Diagramas de humedad y su uso. Balances de materia que implican condensación y vaporización.
9	7-Oct	11-Oct	Manejo de tablas termodinámicas Mètodos Numèricos: Interpolación Lineal
10	14-Oct	18-Oct	Aplicaciones de balance general de energía sin ocurrencia de reacciones (sistema abierto y cerrado). Resolución de problemas de balances simultáneos de materia y energía sin ocurrencia de reacción química.
11	21-Oct	25-Oct	**2° Examen Parcial** Aplicaciones de balance general de energía con reacción química. Resolución de problemas de balance general de energía con reacción química.
12	28-Oct	1-Nov	Resolución de problemas de balance general de energía con reacción química. Resolución de problemas de balances simultáneos de materia y energía con reacción química.
13	4-Nov	8-Nov	Resolución de problemas de balances simultáneos de materia y energía con reacción química. Estimación de Costos Básicos (equipos, inversión de capital, etc.)

14	11-Nov	15-Nov	Procesos reversibles y el balance de energía mecánica.
15	18-Nov	22-Nov	Resolución de problemas (Procesos reversibles y el balance de energía mecánica).
16	25-Nov	29-Nov	**3° Examen Parcial**
17	2-Dic	6-Dic	Entrega y presentación del trabajo final.
18	9-Dic	13-Dic	**Ampliación**

_____
Ing. Allan Mora Vindas
Profesor del curso: 001

_____
Inga. Laura Saborío Marín
Profesor del curso: 002

_____
Ing. José Santamaría Cordero
Profesor del curso 051/052

_____
Ing. Esteban Durán Herrera, PhD
Director de la Escuela de Ingeniería Química