



PROGRAMA ANALÍTICO DE LA ASIGNATURA
PROCESOS UNITARIOS
Modalidad Regular

Departamento de Ciencia y Tecnología

Carrera Ingeniería en Alimentos

Núcleo Superior Complementario

Prerrequisito obligatorio: Fenómenos de Transporte

Carga horaria total: 72 horas

Docentes: Juan Francisco Delgado

Año lectivo: 2023 y 2024

Objetivos

Los objetivos para quienes cursen la asignatura son:

- Adquirir conocimiento del diseño y optimización de los reactores químicos industriales y su utilización como biorreactores para los procesos de fermentación.
- Formular modelos cinéticos para reacciones homogéneas.
- Obtener e interpretar información cinética de reacciones simples y múltiples.
- Valorar el efecto de las principales variables (temperatura, composición, área interfacial, tamaño partículas, etc.) en la velocidad de reacción observada.
- Conocer y clasificar los diversos tipos de reactores químicos atendiendo a criterios de circulación y número de fases.
- Modelar el comportamiento de los diversos tipos de reactores químicos en función de las variables de entrada, condiciones hidrodinámicas del proceso y sistema de intercambio de calor.
- Seleccionar la configuración de reactor más conveniente para llevar a cabo un determinado proceso en función de sus características específicas.

- Conocer los métodos para medir el alejamiento del comportamiento ideal en los diferentes tipos de reactores.

Saberes profesionales

En la asignatura se propician los siguientes saberes profesionales:

- Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería en alimentos.
- Diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería en alimentos
- Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería en alimentos
- Utilizar técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería en alimentos.

Contenidos mínimos: Transporte de fluidos y sólidos. Agitación y mezclado de fluidos y sólidos. Equipos para intercambio de calor. Absorción.

Programa analítico

Unidad 1. Introducción a la ingeniería de las reacciones químicas. Los reactores químicos. Funciones principales de los reactores químicos. Modelos de flujo. Tipos principales de reactores químicos. Modelo matemático de la operación unitaria. Conceptos generales: Calor de reacción. Equilibrio químico. Variación de la constante de equilibrio con la temperatura. Conversión y conversión de equilibrio. Cinética y termodinámica. Clasificación de las reacciones. Variables que afectan la velocidad de reacción. Definición de velocidad de reacción.

Unidad 2. Expresión de la velocidad de reacción para reacciones homogéneas. Utilización de reactores a pequeña escala. Velocidad de reacción. Molecularidad y orden de reacción. Mecanismos de reacción: etapa determinante de la velocidad. Aproximación de estado estacionario. Métodos experimentales para determinar la velocidad de reacción. Ecuaciones integradas de velocidad para reacciones simples. Periodo de semirreacción. Reacciones en serie y en paralelo. Reacciones reversibles. Reacciones autocatalíticas. Métodos integrales. Métodos diferenciales. Método de la vida media.

Unidad 3. Cinética Molecular. Teorías de la cinética molecular. Teoría de Arrhenius. Teoría de colisiones. Teoría del estado de transición. Sensibilidad de la reacción con la temperatura: influencia de la energía de activación.

Unidad 4. Reactor ideal discontinuo. Balance molar general. Ecuación de diseño de un reactor discontinuo. Reactores discontinuos ideales de volumen constante. Reactores discontinuos ideales de volumen variable. Tablas estequiométricas. Uso del reactor discontinuo para cálculos cinéticos. Diferenciación de datos. Estrategia de diseño para reactores discontinuos isotermos. Diseño de un reactor discontinuo ni isoterma ni adiabático. Diseño de un reactor discontinuo adiabático.

Unidad 5. Reactor de mezcla perfecta. Introducción a los reactores a flujo. Ecuación de diseño para un reactor de mezcla perfecta en estado estacionario. Reactor de mezcla perfecta adiabático. Reactores de mezcla perfecta de gran tamaño. Diseño de una batería de reactores de mezcla perfecta en serie. Método gráfico para la resolución de una batería de reactores de mezcla perfecta en serie. Volumen relativo de reactores de mezcla perfecta en serie.

Unidad 6. Reactor de flujo pistón. Características generales. Ecuación de diseño. Reactor de flujo pistón isotérmico. Utilización del reactor de flujo pistón para la determinación de la ecuación cinética. Comparación de volúmenes de reactores de flujo pistón y mezcla perfecta. Reactor de flujo pistón adiabático. Asociación de reactores de flujo pistón en serie. Asociación de reactores en paralelo: reactores de flujo pistón y de mezcla perfecta.

Unidad 7. Reactores con recirculación. Reactor de flujo pistón con recirculación sin dispositivo separador. Reactores con recirculación con dispositivo separador: Reactores de mezcla perfecta. Reactores de flujo en pistón

Unidad 8. Diseño para reacciones múltiples. Introducción. Condiciones para maximizar el producto deseado en reacciones en paralelo. Estudio cuantitativo de reacciones en serie para reactores de flujo en pistón y reactores discontinuos. Distribución de productos para reacciones en paralelo.

Unidad 9. Reacciones enzimáticas. Cinética de reacciones catalizadas por enzimas. Modulación y regulación de la actividad enzimática. Cinética de la utilización de sustrato, formación de producto y producción de biomasa. Ecuación de Michaelis-Menten. Cálculo de un reactor discontinuo. Inhibición de reacciones enzimáticas.

Unidad 10. Biorreactores. Introducción. Reactores ideales. Reactores discontinuos. Reactores de mezcla perfecta. La transferencia de materia en los reactores bioquímicos. Consideraciones sobre la operación de reactores de fermentación. Operación con células o con enzimas inmovilizadas.

Unidad 11. Flujo no ideal. Distribución del tiempo de residencia de los fluidos en los reactores. Métodos experimentales Curvas: E, F y C. Modelos para flujo no ideal: Modelo de dispersión, modelo de tanques en serie, modelos combinados.

Bibliografía

- Fogler, H.S., Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas. (3ra edición con CD-Rom) Prentice Hall, 2001
- Atkinson B.; Reactores Bioquímicos 1986, Ed. Reverté
- Santamaría, J.M y col. "Ingeniería de Reactores". Síntesis (2002).
- Doran PM "Principios de Ingeniería de los bioprocesos" Ed. Acribia (1998)
- Levenspiel O.; Ingeniería de las Reacciones Químicas: 1997, Ed. Reverté

Organización de las clases

La asignatura es teórica/teórico-práctica, con 36 horas de actividades prácticas (trabajos prácticos grupales calificados).

Clase expositiva: Todos los temas son expuestos y explicados en clase utilizando pizarrón, presentaciones con diapositivas, videos, etc. Las clases se desarrollan en un ambiente tendiente a promover el diálogo y la formulación de preguntas a fin de favorecer la comprensión de los diferentes contenidos disciplinares. Se trata de proporcionar ejemplos de interés general o en relación con la Ingeniería en Alimentos.

Clase de resolución y discusión de problemas y ejercicios: El estudiantado cuenta con trabajos prácticos que incluyen preguntas, problemas y ejercicios que se resuelven y/o discuten en el aula. En estas clases prácticas el equipo docente atiende consultas individuales o grupales vinculadas con las actividades propuestas. Se promueve la

participación activa del estudiantado en un ambiente de discusión, favoreciendo la expresión escrita y oral.

Los recursos didácticos empleados en la asignatura son: pizarra o pizarrón, material digital multimedia y textos.

Formas de evaluación y acreditación

La modalidad de evaluación y aprobación se regirá según el Régimen de Estudios vigente. Las instancias evaluativas calificadas constan de dos exámenes parciales con sus respectivos recuperatorios y un integrador oral (en caso de no promocionar).

Cronograma tentativo

Clase	Tema	Tipo de actividad
1	Introducción a la Ingeniería de las reacciones químicas	Clase expositiva
2	Expresión de la vel. de reacción para reacciones. homogéneas	Clase expositiva / Resolución de problemas y ejercicios
3	Cinética Molecular	Clase expositiva / Resolución de problemas y ejercicios
4	Reactor Ideal discontinuo	Clase expositiva / Resolución de problemas y ejercicios
5	Reactor de mezcla perfecta	Clase expositiva
6	Reactor de mezcla perfecta	Resolución de problemas y ejercicios
7	Reactor de Flujo Pistón	Clase expositiva
8	Reactor de Flujo Pistón	Resolución de problemas y ejercicios

9	Actividades de integración	Resolución de problemas y ejercicios
10	Primer Parcial	Examen escrito
11	Reactores con recirculación	Clase expositiva / Resolución de problemas y ejercicios
12	Diseño para reacciones múltiples	Clase expositiva / Resolución de problemas y ejercicios
13	Reacciones enzimáticas	Clase expositiva / Resolución de problemas y ejercicios
14	Biorreactores	Clase expositiva / Resolución de problemas y ejercicios
15	Flujo no ideal	Clase expositiva / Resolución de problemas y ejercicios
16	Segundo Parcial	Examen escrito
17	Recuperatorios	Examen escrito
18	Integrador	Examen escrito

