



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

## Programa de **INGENIERÍA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS 1**

### **1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR**

INGENIERÍA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS 1

### **2. CRÉDITOS**

14 créditos

### **3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

Se pretende que el alumno adquiera las nociones básicas sobre cómo llevar a cabo una reacción química en el ámbito industrial o en cualquier otra aplicación real. Se aspira a que el alumno aprenda a manejar y aplicar los conceptos de cinética y termodinámica químicas, las leyes de conservación de masa y energía y los fenómenos de transporte al análisis y dimensionamiento de reactores químicos, incluyendo además ciertos elementos básicos sobre la conceptualización económica de la situación concreta. Como objetivo general se aspira a capacitar al estudiante para caracterizar e integrar los fenómenos intervinientes en un proceso y resolver una situación concreta. El curso se centrará en el estudio de sistemas isotérmicos, quedando para un curso posterior el estudio de los efectos térmicos. Como objetivos particulares se apunta a que el estudiante adquiera en forma firme el concepto de reactor ideal y las herramientas para el dimensionamiento básico del mismo. Posteriormente se introducen las desviaciones al comportamiento ideal y la forma de caracterizarlas. Se aspira también a introducir los fenómenos de transferencia de masa que dan lugar a la cinética heterogénea para sistemas con más de una fase. Los sistemas catalíticos se reservan para el curso posterior.

### **4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA**

El curso se desarrollará mediante dos clases semanales de dos horas cada una de exposición de los conceptos teóricos y una clase semanal de cuatro horas para la realización de ejercicios. Se hace especial énfasis en esta última en el trabajo personal del estudiante trabajando en forma individual y en grupos, en forma asistida por los docentes. Se impulsa la continuidad en

la interacción docente – estudiante durante todo el transcurso del semestre, tanto en la presentación de los conceptos teóricos como en la resolución de los ejercicios.

Se realiza una actividad de laboratorio de asistencia obligatoria que se realiza en grupos de 4 – 5 estudiantes.

Dedicación horaria	
Clases teóricas	4 h/semana
Clases de ejercicios	4 h/semana
Laboratorio	3 h/semestre
Dedicación individual	6 h /semana
Total /semestre	213 horas

## 5. TEMARIO

Incluye una descripción general de los grandes temas del curso y de los subtemas incluidos en cada uno de ellos.

1. Reacciones químicas. Velocidad de reacción. Definición. Orden. Dependencia con la temperatura. Formas de seguir el avance de una reacción. Conversión. Obtención de datos cinéticos de un reactor discontinuo.
2. Balance general de materia aplicado a un reactor. Reactores ideales isotérmicos: reactor discontinuo, reactores continuos (de mezcla completa, tubular flujo pistón), reactor semicontinuo. Ecuaciones de diseño en estado estacionario para reactores continuos. Comparación entre distintos tipos de reactores. Sistemas de reactores múltiples.
3. Reacciones múltiples. Reacciones en paralelo. Selectividad, rendimiento fraccional. Reacciones en serie, en serie-paralelo y otras.
4. Reacciones heterogéneas. Concepto de resistencias en serie y de etapa controlante. Ejemplos de reactores heterogéneos y estudio de los fenómenos intervinientes.
5. Reacciones fluido-fluido. La ecuación de velocidad en los distintos regímenes cinéticos. Aplicaciones al diseño: Torres, contactores.
6. Reacciones fluido-sólido no catalítico. Modelos. Modelo de núcleo sin reaccionar. Etapas controlantes. Aplicaciones al diseño: nociones de lecho fluidizado; lecho móvil.
7. Distribución de tiempos de residencia. Curvas de distribución. Tiempo medio y varianza. Curvas de distribución de reactores ideales. Modelo de difusión y modelo de tanques en serie. Modelos combinados. Mezclado temprano y tardío.
8. Análisis dinámico de sistemas. Funciones de transferencia. Aplicación al estudio de distribución de tiempos de residencia. Ensayos estímulo-respuesta. Estados de segregación y determinación de la conversión de un reactor.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Tema	Básica	Complementaria
1 a 3	(1)(2)	(6)
4 a 6	(1)(2)	(7)
7,8	(1)	(4) (5)

### 6.1 Básica

1. LEVENSPIEL, O. (2015). INGENIERIA DE LAS REACCIONES QUIMICAS (3a. ed.). MEXICO: LIMUSA WILEY. ISBN 978-968-18-5860-5
2. Fogler, S. (2008) Elementos de ingeniería de las reacciones químicas, 4ª ed. – Editorial Prentice Hall – ISBN 13:978-970-26-1198-1.

### **6.1 Complementaria:**

3. Himmelblau, David M. / Bischoff, Kenneth B. (2012) Análisis y simulación de procesos. Ed. Reverté, ISBN: 978-84-291-9177-6
4. Bequette, B.W. (1998) Process Dynamics, Modeling, Analysis and Simulation Ed. Prentice Hall- ISBN 0-11-206889-3
5. B.Westerterp, K., van Swaaji, W., Beenackers, A. (1987) Chemical reactor design and operation, 2ª ed. Editorial John Willey and Sons – ISBN 0-471-90183-0.
6. Danckwerts, P. (1970). Gas-Liquid Reactions. Editorial Mc.Graw-Hill – ISBN 07-015287-2.

## **7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS**

**7.1 Conocimientos Previos Exigidos:** Se requieren conocimientos previos de estequiometría, cinética química y balances de masa y energía, conceptos básicos de fluidos, resolución de ecuaciones diferenciales.

**7.2 Conocimientos Previos Recomendados:** Resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales.

## ANEXO A

### Para todas las Carreras

#### A1) INSTITUTO

Ingeniería Química

#### A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

Consiste en un cronograma de avance semanal con detalle de las horas de clase asignadas a cada tema.

SEMANA	TEMA
1	Reacciones químicas. Velocidad de reacción. Definición. Orden. Dependencia con la temperatura. Formas de seguir el avance de una reacción. Conversión.
2	Obtención de datos cinéticos de un reactor discontinuo.
3	Balance general de materia aplicado a un reactor. Reactores ideales isotérmicos: reactor discontinuo, reactores continuos (de mezcla completa, tubular flujo pistón), reactor semicontinuo. Ecuaciones de diseño en estado estacionario para reactores continuos.
4	Comparación entre distintos tipos de reactores. Sistemas de reactores múltiples.
5	Reacciones múltiples. Reacciones en paralelo. Selectividad, rendimiento fraccional.
6	Reacciones en serie, en serie-paralelo y otras.
7	Concepto de resistencias en serie y de etapa controlante. Reacciones fluido-fluido. Regímenes cinéticos.
8	Aplicaciones al diseño de torres y contactores
9	Reacciones fluido-sólido no catalítico
10	1er. Parcial
10	Aplicaciones al diseño
11	Distribución de tiempos de residencia. Curvas de distribución. Tiempo medio y varianza. Curvas de distribución de reactores ideales.
12	Modelo de difusión y modelo de tanques en serie.
13	Modelos combinados. Análisis dinámico de sistemas. Funciones de transferencia.
14	Aplicación al estudio de distribución de tiempos de residencia. Ensayos estímulo-respuesta.
15	Estados de segregación y determinación de la conversión de un reactor.

#### A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Asistencia y aprobación de la actividad experimental (sin calificación). La aprobación de esta actividad mantendrá su vigencia en caso de que el estudiante deba recurrar la asignatura.
- Se tomarán dos pruebas parciales escritas, una al promediar el semestre y otra al final. De acuerdo al promedio de los puntos obtenidos en ambos parciales, si éste es:
  - a) Menor a 25%, se pierde el curso, debiendo recurrar
  - b) Con 40% o más salvará el curso.
  - c) Entre 25 y 39%, deberá rendir una prueba global de recuperación para salvar el curso, inmediatamente después de finalizado el semestre. Si en dicha prueba se logra suficiencia el estudiante salva el curso y debe rendir examen; de lo contrario debe recurrar.

Salvado el curso se estará en condiciones de rendir examen oral de la asignatura lo cual podrá efectuarse en los períodos de julio, diciembre o febrero antes del comienzo de la próxima edición del curso. En el caso de obtener en los parciales un puntaje superior al 75% se exonerará del examen.

#### **A4) CALIDAD DE LIBRE**

No tiene calidad de libre

#### **A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

Sin cupos

#### **Nota:**

*Si se definen cupos, en una nota aparte se deberá incluir:*

- *motivo por el cual la unidad curricular tiene cupos (tanto máximos como mínimos).*
- *el mecanismo de selección para cuando se dé la situación de que la cantidad de estudiantes inscriptos supere el cupo máximo.*

**ANEXO B para la carrera de INGENIERÍA QUÍMICA**

**B1) ÁREA DE FORMACIÓN**

**Ingeniería de Procesos Químicos y Biológicos**

**B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS**

	Carrera INGENIERÍA QUÍMICA
Curso	Curso "Fluidodinámica"
	Examen "Química Analítica 1"
	Examen "Química Analítica 2"
	Examen "Fisicoquímica 103"
	Examen "Matemática 05" / "Probabilidad y Estadística"
	Examen "Matemática 07" y "Matemática 08" / "Introducción a las Ecuaciones Diferenciales"
	Examen "Fenómenos de Transporte en Ingeniería de Procesos"
	Examen "Termodinámica Aplicada a la Ingeniería de Procesos"
Examen	Curso "Ingeniería de las Reacciones Químicas 1"

Montevideo, 8 de noviembre de 2021

Comisión Académica de Grado  
Facultad de Ingeniería

Solicitamos la modificación de las previas de la unidad curricular "Ingeniería de las Reacciones Químicas 1".

Se pide cambiar el requerimiento de los cursos por los exámenes de "Fenómenos de Transporte en Ingeniería de Proceso" y de "Termodinámica Aplicada a la Ingeniería de Procesos".

La solicitud del cambio viene motivada por:

- "Fenómenos de Transporte en Ingeniería de Procesos" y "Termodinámica Aplicada a la Ingeniería de Procesos" se sugieren para el 5to semestre e "Ingeniería de las Reacciones Químicas 1" en el 7mo semestre.
- Los cursos de "Fenómenos de Transporte en Ingeniería de Procesos" y "Termodinámica Aplicada a la Ingeniería de Procesos" tienen una validez de 8 meses por lo tanto cuando inicia el curso de "Ingeniería de las Reacciones Químicas 1", los cursos previos ya están vencidos.
- El requerimiento de conocimientos previos que solicita el grupo responsable de "Ingeniería de las Reacciones Químicas 1" corresponden a los exámenes aprobados de "Fenómenos de Transporte en Ingeniería de Procesos" y "Termodinámica Aplicada a la Ingeniería de Procesos"

Entonces, al pedir los cursos aprobados de "Fenómenos de Transporte en Ingeniería de Procesos" y "Termodinámica Aplicada a la Ingeniería de Procesos" lo que se estaba pidiendo eran los exámenes aprobados como era la intención de los docentes del curso de "Ingeniería de las Reacciones Químicas 1" pero esa situación generaba confusión, se pedía algo que en realidad implicaba otra cosa, esa es la modificación que se solicita con el objetivo de clarificar el requerimiento a los estudiantes.

Quedamos a las órdenes por cualquier aclaración necesaria.



Elena Castelló  
Directora de Carrera de Ingeniería Química

*Presentes en Comisión: Lucía Perdomo y Julieta Quintana (orden estudiantil), Jimena Ferreira y Noel Cabrera (orden docente – FING), Ricardo Faccio (orden docente – FQ), Elena Castelló (directora). Todos votos afirmativos.*



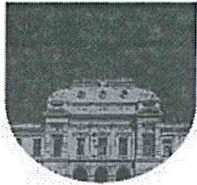
**ANEXO B para la carrera de INGENIERÍA QUÍMICA**

**B1) ÁREA DE FORMACIÓN**

**Ingeniería de Procesos Químicos y Biológicos**

**B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS**

	Carrera INGENIERÍA QUÍMICA
Curso	Curso "Fluidodinámica"
	Examen "Química Analítica 1"
	Examen "Química Analítica 2"
	Examen "Fisicoquímica 103"
	Examen "Matemática 05" / "Probabilidad y Estadística"
	Examen "Matemática 07" y "Matemática 08" / "Introducción a las Ecuaciones Diferenciales"
	Examen "Fenómenos de Transporte en Ingeniería de Procesos"
	Examen "Termodinámica Aplicada a la Ingeniería de Procesos"
Examen	Curso "Ingeniería de las Reacciones Químicas 1"



UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

## Ingeniería de Alimentos

Referencia: Modificación de previas Ingeniería de las Reacciones Químicas 1

Montevideo, 8 de noviembre de 2021

Comisión Académica de Grado  
Facultad de Ingeniería

Solicitamos la modificación de las previas de la unidad curricular “Ingeniería de las Reacciones Químicas 1”.

Se pide cambiar el requerimiento de los cursos aprobados de “Fenómenos de Transporte en Ingeniería de Procesos” y de “Termodinámica Aplicada a la Ingeniería de Procesos” por los exámenes aprobados.

Esta modificación es la misma solicitada para la carrera Ingeniería Química y los motivos son los mismos expresados por la Comisión de Carrera de Ingeniería Química.

Se adjunta el Anexo B correspondiente a Ingeniería de Alimentos.

Quedo a las órdenes para suministrar toda información adicional que considere necesaria.  
Muy atentamente

Por la Comisión Directiva de Ciencia e Ingeniería de Alimentos

Dra.Ing.Quím. Patricia Lema Larrieu  
Directora



# Ingeniería de Alimentos

UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

ANEXO B para la carrera de INGENIERÍA DE ALIMENTOS

## B1) ÁREA DE FORMACIÓN

Grupo de Materias de Formación Profesional Específica,

Materia: Ingeniería de Procesos de Producción y Preservación de Alimentos

## B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS

	Carrera INGENIERÍA DE ALIMENTOS
Curso	Curso "Fluidodinámica"
	Examen "Química Analítica 1"
	Examen "Química Analítica 2"
	Examen "Fisicoquímica 103"
	Examen "Matemática 05" o "Probabilidad y Estadística"
	Examen "Matemática 07" o "Introducción a las Ecuaciones Diferenciales"
	Examen "Fenómenos de Transporte en Ingeniería de Procesos"
	Examen "Termodinámica Aplicada a la Ingeniería de Procesos"
Examen	Curso "Ingeniería de las Reacciones Químicas 1"