



**Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Departamento: Ingeniería de Procesos
Area: Procesos Físicos**

(Programa del año 2022)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
		Ord.2		
Fenómenos de Transporte	ING.EN ALIMENTOS	3/12-	2022	2º cuatrimestre 16/22

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
ROVERES, ELLEN MAGDALENA	Prof. Responsable	P.Adj Simp	10 Hs
AUBERT, MONICA SILVIA	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs
MICCOLO, MARIA EUGENIA	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs
ALANIZ, GABRIELA ISABEL	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs
VILLEGRAS, NOELIA KARINA	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	5 Hs	4 Hs	1 Hs	10 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	2º Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
08/08/2022	18/11/2022	15	150

IV - Fundamentación

El creciente aumento de la complejidad de la ingeniería moderna hace que sea absolutamente necesario comprender los fundamentos que gobiernan los fenómenos involucrados en los procesos con que los ingenieros se enfrentan todos los días. Para diseñar, analizar, operar y optimizar procesos químicos, fisicoquímicos y biológicos, los ingenieros en alimentos deben entender cómo fluyen los fluidos, cómo se transporta la energía, y cómo difunden las especies químicas a través de los materiales; además deben poder calcular el valor de estos flujos. En este curso se introducen estos conceptos básicos, que son de fundamental importancia para cursos posteriores de Operaciones Unitarias, Ingeniería de las Reacciones Químicas, Fundamentos de Bioingeniería y Preservación de Alimentos, entre otros.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

El objetivo fundamental del curso es dotar al futuro profesional de herramientas básicas que utilizará en el análisis y diseño de los equipos utilizados en la industria donde se llevan a cabo operaciones basadas en la transferencia de cantidad de

movimiento, energía y materia.

V.1 Resultados de aprendizaje:

Se espera que los alumnos al finalizar el curso sean capaces de:

RA1. Ejemplificar la necesidad de disponer de información precisa de los caudales de transporte de cantidad de movimiento, energía y/o materia para diseñar equipos e instalaciones en donde se llevan a cabo operaciones básicas de la Ingeniería Química y en Alimentos

RA2. Obtener, y explicar el significado físico de las ecuaciones diferenciales de balance de cantidad de movimiento, materia y energía, fundamentándolas en las leyes de conservación de la masa, de conservación de la energía y la 2da. Ley del movimiento de Newton.

RA3. Reconocer los mecanismos de transporte de masa, energía y/o cantidad de movimiento presentes en un proceso para seleccionar la ecuación constitutiva de la densidad de flujo transportada.

RA4. Estimar, a partir de diversas fuentes de datos, los valores de las propiedades de transporte relevantes en un proceso, para utilizarlos en los cálculos de los flujos transportados.

RA5. Simplificar y resolver las ecuaciones diferenciales de balance de cantidad de movimiento, materia y energía de acuerdo con el problema y las condiciones de contorno particulares, para obtener los caudales de las densidades de flujo de la/s propiedad/es transportada/s y los de perfiles de velocidad, temperatura y/o concentraciones en sistemas de geometría sencilla.

RA6. Calcular los coeficientes individuales y globales de transferencia de cantidad de movimiento, energía y/o materia para calcular los flujos de cantidad de movimiento, energía y materia a través de una interfase.

RA7. Comunicar el resultado de las experiencias de laboratorio y defenderlas ante los docentes y alumnos del curso, respondiendo fundadamente a las cuestiones que se planteen.

VI - Contenidos

UNIDAD INTRODUCTORIA:

La naturaleza de los fenómenos de transporte. Mecanismos de los procesos de transporte. Fuerzas impulsoras para las propiedades transportadas.

UNIDAD 1: Transporte de cantidad de movimiento: Generalidades y Mecanismos

1.1-Principios fundamentales. Hipótesis del continuo. Concepto de volumen de control.

1.2- Fluidos. Presión y esfuerzo de corte en un fluido. Conceptos de flujo laminar y turbulento. Líneas de corriente, traza y trayectoria.

1.3- Transporte molecular de cantidad de movimiento. Densidad de flujo de cantidad de movimiento. Ley de Newton de la viscosidad.

1.4- Viscosidad: Influencia de la presión y la temperatura sobre la viscosidad. Estimación y correlación de viscosidades. Métodos experimentales para viscosimetría.

1.5- Fluidos no newtonianos: modelos reológicos y estimación de parámetros.

1.6- Transporte convectivo de cantidad de movimiento

UNIDAD 2: Transporte de cantidad de movimiento. Flujo laminar

2.1- Ecuaciones de variación para sistemas isotérmicos. La ecuación de continuidad. La ecuación de movimiento. Condiciones de contorno.

2.2- Ejemplos de uso de las ecuaciones para resolver sistemas de flujo. Cálculo de velocidades media y fuerzas sobre superficies. Soluciones exactas y aproximadas (flujo reptante, flujo inviscido, flujo en capa límite).

2.3- Capa límite: Concepto. Simplificación de las ecuaciones de variación para capa límite laminar. Ecuaciones de Prandtl. Espesor de la capa límite laminar. Separación de la capa límite.

2.4- El balance diferencial de energía mecánica.

2.5- Análisis dimensional y semejanza. Criterios de similitud: similitud geométrica y de comportamiento. Adimensionalización de las ecuaciones de variación.

UNIDAD 3: Transferencia de cantidad de movimiento. Flujo turbulento

3.1- Concepto de flujo turbulento. Comparación de los flujos laminar y turbulento. Fluctuaciones en flujo turbulento. Valores ajustados en el tiempo.

3.2- Ecuaciones de variación en régimen turbulento. Esfuerzos de Reynolds. Perfil de velocidad cerca de una pared.

Expresiones empíricas para la densidad de flujo de cantidad de movimiento turbulento.

3.3- Flujo en tuberías y conducciones cerradas. Gráfico de distribución universal de distribución de velocidades

3.4- Capa límite turbulenta sobre placa plana.

UNIDAD 4: Transporte de cantidad de movimiento en interfases

4.1- Factores de fricción: definición

4.2- Factor de fricción para flujo en tubos. Factores que lo afectan. Radio hidráulico. Gráfico factor de fricción vs. número de Reynolds. Correlaciones.

4.3- Factor de fricción para flujo a través de cuerpos sumergidos. Efectos de forma y fricción. Influencia del número de Reynolds: Regímenes de Stokes, Intermedio y de Newton. Aspecto de la capa límite en cada régimen. Gráfico factor del fricción para cuerpos sumergidos vs. Re

4.4- Balances macroscópicos de materia, cantidad de movimiento y energía mecánica. Estimación de la pérdida viscosa. Pérdida de carga en tramos rectos de cañerías y en accesorios.

UNIDAD 5: Transporte de energía calórica. Generalidades. Mecanismos

5.1- Mecanismos de transferencia de energía calórica.

5.2- Transporte molecular de energía. Conductividad térmica: dependencia con la presión y la temperatura, cálculo y predicción.

5.3- Convección. Generalidades. Convección natural y forzada

5.4- Radiación. Generalidades.

5.5- Balance diferencial de energía. Balance diferencial de energía interna. Condiciones de contorno. Formas especiales de la ecuación de energía.

UNIDAD 6: Transporte de energía calórica- Conducción

6.1- Transferencia de energía por conducción. Ejemplos de aplicación en sólidos y en flujo laminar.

6.2- Conducción de calor con fuentes de diverso origen.

6.3- Conducción a través de paredes compuestas.

6.4- Conducción en régimen no estacionario. Sistemas concentrados. Conducción en sistemas finitos sin efectos extremos y medios semiinfinitos: Soluciones exactas y aproximadas.

UNIDAD 7: Transporte de energía calórica- Convección

7.1- Transferencia de energía por convección. Ecuaciones de movimiento para convección forzada y libre.

7.2- Sistemática del planteo de las ecuaciones gobernantes en convección. Ejemplos de aplicación: Convección forzada en régimen laminar para flujo interno y externo, convección natural, transferencia de energía en capa límite laminar y turbulenta.

7.3- Similitud térmica. Adimensionalización de las ecuaciones gobernantes. Criterios de similitud.

UNIDAD 8: Transferencia de energía calórica en interfases

8.1- Balance macroscópico-diferencial de energía

8.2- Coeficientes de transferencia calórica en conductos. Definiciones. Fuerza impulsora media logarítmica. Coeficiente global de transferencia calórica. Dependencia funcional del coeficiente de transferencia calórica en conductos. Correlación del coeficiente de transferencia individual en conductos

8.3- Coeficientes de transferencia calórica para convección forzada alrededor de objetos sumergidos

8.4- Coeficientes de transferencia calórica para convección natural

UNIDAD 9: Transporte de energía calórica-Radiación

9.1- Transferencia de energía por radiación. Naturaleza de la radiación. Poder emisivo. Cuerpo negro. Ley de Stefan-Boltzman. Emisividad. Cuerpos grises

9.2- Intercambio de calor entre cuerpos. Factor de visión. Factor de intercambio

UNIDAD 10: Transferencia de materia. Difusión molecular

10.1- Mecanismos de transferencia de materia.

10.2- Transferencia de materia por difusión molecular. Difusividad: dependencia con la presión y la temperatura, cálculo y predicción.

10.3- Transporte de masa y molar por convección.

- 10.4- La ecuación de continuidad para sistemas de más de un componente. Condiciones de contorno.
- 10.5- Ejemplos de aplicación: Difusión de un componente a través de una especie estanca. Difusión equimolar. Difusión con reacción química homogénea y heterogénea. Permeabilidad
- 10.6- Análisis dimensional aplicado a la transferencia de materia

UNIDAD 11: Transferencia de materia. Convección

- 11.1- Transferencia de masa en capa límite.
- 11.2- Transporte de materia por convección turbulenta.
- 11.3- Coeficiente individual de transferencia de materia. Tipos de coeficientes. Modelos de interpretación. Correlaciones del coeficiente individual de transferencia de materia.
- 11.4- Analogías entre las transferencias de cantidad de movimiento, energía y materia
- 11.5- Transferencia simultánea de materia y energía.

UNIDAD 12: Transferencia de materia en interfases

- 12.1- Generalidades. Revisión del equilibrio entre fases. Perfiles de concentración
- 12.2- Determinación de la composición de interfase
- 12.3- Coeficientes totales de transferencia de materia.- Tipos de coeficientes.- Concepto de resistencia controlante.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

Trabajos prácticos de aula

Los estudiantes realizarán trabajos prácticos de resolución de situaciones problemáticas relacionadas con aquellos temas considerados más relevantes en su formación, detallados en los contenidos

Las Guías de Trabajos Prácticos incluirán cuestiones y problemas de resolución obligatoria, y propuesta.

Los trabajos de aula se desarrollarán con apoyo de un aula virtual y haciendo uso de herramientas computacionales (software Mathcad y Planillas de cálculo).

Se asignarán además tareas obligatorias de:

- Resolución de situaciones problemáticas cuali y cuantitativas referidas a los contenidos del programa.
- Participación en foros de discusión.

A comienzos del cuatrimestre se conformarán grupos de estudiantes (de 3 o 4 integrantes), y durante el cursado se les asignará actividades para ser desarrolladas en forma grupal.

A excepción de un porcentaje de los trabajos prácticos de aula, todas las demás actividades son de carácter obligatorio.

Trabajos prácticos de laboratorio

De existir la posibilidad de desarrollar actividades presenciales se desarrollarán Trabajos Prácticos relacionados con los siguientes temas del programa:

Transferencia de cantidad de movimiento:

- Reología: Fluidos Newtonianos y no Newtonianos. Determinaciones de viscosidad utilizando distintos tipos de Viscosímetros.

Transferencia de calor:

- Determinación del coeficiente convectivo de transferencia de calor para convección natural y forzada en aire.

Transferencia de materia:

- Deshidratación osmótica

VIII - Regimen de Aprobación

METODOLOGIA DE DICTADO DE LA ASIGNATURA

A- REGIMEN DE PROMOCION CON EXAMEN FINAL

Condiciones para alcanzar la Regularidad

- Asistencia a un mínimo del 80% de las clases teórico-prácticas, y presentación y aprobación de todas las actividades que se establezcan como obligatorias (la aprobación incluye la presentación de la tarea, o participación en las actividades en los plazos y la modalidad que se establezcan)

- Asistencia y aprobación del informe del 100% de los trabajos prácticos que se realicen. Para su aprobación es necesaria la presentación en los plazos y la modalidad que se fijen.

- Aprobación de tres (3) evaluaciones parciales, en primera instancia o en instancias recuperatorias, correspondiendo la cantidad de recuperaciones a la mínima establecida por el régimen académico.

Las evaluaciones parciales serán de carácter teórico-práctico e incluirán los temas desarrollados hasta una semana antes de las mismas. Las evaluaciones correspondientes a la primera recuperación se tomarán con una semana de diferencia respecto a las fechas fijadas para los exámenes parciales.

Primera Evaluación Parcial:

Fecha tentativa: 16 de septiembre

Segunda Evaluación Parcial:

Fecha tentativa: 14 de octubre

Tercera Evaluación Parcial:

Fecha tentativa: 11 de noviembre

El examen parcial abarcará cuestiones teóricas y prácticas e incluirá temas desarrollados hasta una semana antes de la fecha fijada para la evaluación.

Las primeras recuperaciones se tomarán, en lo posible, con una semana de diferencia respecto a las fechas fijadas para los parciales.

La segunda recuperación del primer parcial se efectuará antes del segundo parcial.

La segunda recuperación del resto de los parciales se tomará al final del curso.

Condiciones para Aprobar la Asignatura:

El examen final constará de dos instancias:

- Resolución correcta de situaciones problemáticas de carácter integrador de contenidos de la asignatura.

Se hará en forma escrita y su aprobación será imprescindible para acceder al coloquio oral

- Aprobación de un coloquio oral sobre los contenidos teóricos del curso.

El estudiante dispondrá de no más de 15 min para desarrollar sin errores conceptuales un tema de su elección perteneciente a una de las bolillas de examen, sorteada en su presencia. Superada esa instancia favorablemente será interrogado por el tribunal acerca de los contenidos del resto de las Unidades de la Bolilla. En caso de que el tribunal lo considere necesario, y a efectos de dar cumplimiento a lo establecido en el art. 30 del Régimen Académico (Ordenanza C.S. 13/03): " Esta modalidad deberá permitir evaluar de manera completa el dominio alcanzado por el estudiante

sobre la totalidad de los contenidos del curso y las competencias necesarias para su futuro desempeño profesional.", el estudiante podrá ser interrogado acerca de otros temas del programa analítico.

IX - Bibliografía Básica

[1] FENÓMENOS DE TRANSPORTE. Bird - Steward- Lightfoot .2da. Edición. Limusa-Wiley, 2008. Disponibilidad en biblioteca: 1 unidad 2ed. (no se presta) 1 unidad 1ed. (no se presta)

[2] CHEMICAL ENGINEERING HANDBOOK- John Perry- Ediciones 6,7 y 8. Disponibilidad en biblioteca: 1 unidad 6 ed. No se presta. 1 unidad 8ed no se presta.

[3] MECÁNICA DE FLUIDOS- Fundamentos y Aplicaciones. Cengel Simbala. Ed. Mc.Graw Hill Interamericana, 2007. Disponibilidad en biblioteca: 1 unidad 1ed. (no se presta)

[4] TRANSFERENCIA DE CALOR- Un enfoque práctico- Cengel, Yunus. Ed.Mc.Graw Hill Interamericana,2007.

Disponibilidad en biblioteca : 2 unidades 3ed. TRANSPORTE DE CALOR Y MASA Yunus A. Cengel y Afshin J. Ghajar.

[5] TRANSPORT PROPERTIES OF FOODS- Saravacos, G. Zacharias, B. Ed. Boards, 2002. Disponibilidad en biblioteca: 1 unidad 1ed. (no se presta)

[6] FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA- Incropera, 2007 Frank P. Incropera Fundamentals of

X - Bibliografia Complementaria

- [1] INTRODUCTION TO TRANSPORT PHENOMENA. William Thomson - Prentice Hall, 2000. Disponibilidad en biblioteca: 1 unidad
- [2] FENÓMENOS DE TRANSPORTE. Bird- Steward- Lightfoot. 1era. Edición Editorial Reverté, 1975. Disponibilidad en biblioteca
- [3] PROCESOS DE TRANSPORTE Y PRINCIPIOS DE PROCESOS DE SEPARACION (4e) Geankolis C. Compañía Editorial Continental, 2006. Disponibilidad en biblioteca: 6 unidades (solo 1 no se presta)
- [4] TRANSFERENCIA DE MOMENTO, CALOR Y MASA. Welty, James R. 4ta. Ed., 2001. Disponibilidad en biblioteca: 1 unidad (no se presta)
- [5] Publicaciones científicas

XI - Resumen de Objetivos

El creciente aumento de la complejidad de la ingeniería moderna hace que sea absolutamente necesario comprender los fundamentos que gobiernan los fenómenos involucrados en las actividades con que los ingenieros se enfrentan diariamente. Para diseñar, analizar y operar procesos químicos, fisicoquímicos y biológicos, donde se llevan a cabo operaciones basadas en la transferencia de cantidad de movimiento, energía y materia, los ingenieros químicos y de alimentos deben entender cómo fluyen los fluidos, cómo se transporta el calor, y cómo difunden las especies químicas a través de los materiales; además debe poder calcular el valor de estos flujos.
El objetivo fundamental de esta asignatura es dotar al futuro profesional de dichas herramientas básicas, que constituyen además el prerequisito conceptual para cursos posteriores

XII - Resumen del Programa

- .Mecanismos de transporte de cantidad de movimiento, energía y materia
- .Ecuaciones constitutivas de las densidades de flujos transportados.
- .Balances diferenciales y macroscópicos de materia, energía y cantidad de movimiento
- .Transferencia de cantidad de movimiento, energía y materia en interfases
- .Análisis dimensional y grupos adimensionales
- .Coeficientes individuales y totales de transporte
- .Analogías entre los mecanismos de transporte de cantidad de movimiento, materia y energía

XIII - Imprevistos

XIV - Otros