

### Presentación

Estudio de propiedades como la viscosidad, la conductividad térmica o los coeficientes de difusión y los métodos experimentales para su obtención

### Programa Básico

### Objetivos

El objetivo principal de la asignatura es presentar los aspectos fundamentales del análisis de los procesos de transporte así como las herramientas necesarias para realizar un análisis sistemático de procesos de transporte, profundizando en temas que no se suelen estudiar en cursos básicos de fenómenos de transporte a nivel de grado, pero que no obstante son importantes en aplicaciones prácticas. Para ello, los alumnos deben alcanzar los siguientes objetivos de aprendizaje:

Objetivos conceptuales:

- Definir las propiedades de transporte (viscosidad, difusividad, conductividad) mediante sus relaciones constitutivas (leyes de Newton, Fick y Fourier), y establecer las simplificaciones en las que se basa la derivación de estas relaciones constitutivas.
- Interpretar el significado físico de los principales números adimensionales derivados de las propiedades de transporte.
- Describir las variaciones de las propiedades de transporte con las condiciones de presión y temperatura, y en especial en las cercanías del punto crítico.
- Conocer los tipos de comportamiento no-newtoniano de fluidos más importantes, y la influencia del comportamiento no-newtoniano de la viscosidad sobre otras propiedades de transporte.
- Describir los principales métodos de medida experimental de propiedades de transporte y establecer sus aplicaciones y limitaciones.
- Calcular el valor de las propiedades de transporte mediante modelos teóricos o correlaciones empíricas.
- Aplicar balances de conservación para estudiar procesos de transporte con transporte molecular y convección.
- Aplicar las modificaciones de los balances de conservación necesarias para estudiar procesos de transporte de componentes en sistemas multicomponente, o para procesos con flujo turbulento.
- Conocer los aspectos básicos de los métodos numéricos utilizados para resolver los balances de conservación.

Objetivos metodológicos:

Mediante esta asignatura se potenciará en los alumnos el desarrollo de las siguientes habilidades:

- Promover la aplicación de los conceptos de fenómenos de transporte para identificar los procesos y etapas que tienen lugar en aplicaciones industriales, valorar qué procesos son los controlantes o los más relevantes, y determinar de manera cualitativa los parámetros que influyen en esos procesos y las maneras de actuar sobre ellos.
- Potenciar la reflexión sobre los mecanismos y fundamentos de los procesos como fuente de ideas para el desarrollo de nuevos procesos y productos, y concienciar al alumno de la necesidad de mantener actualizados sus conocimientos sobre estos temas.
- Fomentar que el alumno tome conciencia de su responsabilidad en su propio aprendizaje, que debe mantener a lo largo de toda su carrera profesional.
- Habituar al alumno en la metodología del trabajo, aprendizaje y toma de decisiones en equipo, así como desarrollar su pensamiento crítico, mediante debates abiertos de los temas de la asignatura.
- Promover en el alumno la consulta bibliográfica de forma sistemática, incluyendo literatura científica reciente.
- Contribuir al desarrollo en el alumno del pensamiento lógico.

## Programa de Teoría

Tema 1: Transporte de cantidad de movimiento, energía y masa.

Leyes constitutivas de los procesos de transporte: Leyes de Newton, Fourier y Fick. Adimensionalización de las leyes constitutivas. Números adimensionales. Variación de las propiedades de transporte con la presión y la temperatura. Diagramas de estados correspondientes. Transporte convectivo y en flujo turbulento: Aspectos básicos.

Tema 2: Propiedades de transporte de fluidos no-newtonianos, líquidos poliméricos y en las cercanías del punto crítico.

Fluidos newtonianos y no newtonianos: consideraciones generales. Comportamiento no-newtoniano con y sin efecto memoria. Caracterización de fluidos no newtonianos. Efectos prácticos del comportamiento no-newtoniano de los fluidos. Influencia del comportamiento no-newtoniano en el transporte de materia y energía. Viscosidad, difusividad y conductividad de fluidos en las cercanías del punto crítico. Efectos prácticos de la variación de las propiedades de transporte cerca del punto crítico.

Tema 3: Medida experimental de propiedades de transporte.

Medida de la viscosidad de fluidos newtonianos y no newtonianos. Medida de la conductividad. Medida de la difusividad.

Tema 4: Métodos de estimación de propiedades de transporte.

Relación entre propiedades termodinámicas y de transporte. Termodinámica estadística y funciones de potencial. Teoría cinética de los gases aplicada a procesos de transporte. Métodos semi-empíricos de estimación de propiedades de transporte.

Tema 5: Ecuaciones de conservación de cantidad de movimiento, energía y masa.

Balances microscópicos de conservación. Aplicación a sistemas isotérmicos, no-isotérmicos y multicomponente.

Tema 6: Transporte de materia en sistemas multicomponente y bajo fuerzas externas.

Procesos de transferencia de materia en sistemas multicomponente. Fenómenos de difusión osmótica, difusión inversa y barrera a la difusión. Difusión en sistemas multicomponente: ecuaciones de Maxwell-Stefan. Difusión bajo fuerzas externas y sus aplicaciones. Difusión en medios porosos.

Tema 7: Sistemas con flujo turbulento

Flujo turbulento: descripción y propiedades. Modelos matemáticos para la descripción del flujo turbulento: resolución numérica directa, simulación de grandes remolinos, ecuaciones de variación de tiempo ajustado. Modelos k-e; y k-w; de flujo turbulento.

## Programa Práctico

Se realizará un ejercicio de aplicación práctica al finalizar cada tema, que será tenido en cuenta para la evaluación de la asignatura

## Evaluación

La forma principal de evaluación de la asignatura consistirá en una evaluación formativa continua. Al final de cada sesión se propondrá a los alumnos una tarea relacionada con el contenido de esa sesión, que podrá consistir en cuestiones de razonamiento, ejercicios numéricos o discusión de material bibliográfico como artículos científicos o capítulos de libros. Las tareas se corregirán y evaluarán, calculándose la nota global como la media de las notas en cada una de las tareas, ponderada con el tiempo proporcionado para resolverla. Con el fin de proporcionar una función formativa a la evaluación, el profesor debatirá con los alumnos la resolución de las tareas, analizará individualmente con los alumnos los errores que puedan haber cometido, y les dará la oportunidad de revisar y corregir sus tareas.

Al final del curso, se realizará una prueba final escrita de corta duración (1 – 2 h), que consistirá en varias cuestiones de razonamiento. La opinión formada sobre cada alumno a través del contacto mantenido en las clases será tenida en cuenta como factor corrector, sin cuantificarse en porcentajes. La actitud participativa, activa y crítica en clase se valorará como positiva.

La nota final se calculará mediante la ecuación  $\text{nota final} = 0,8 \cdot \text{nota tareas} + 0,2 \cdot \text{nota prueba final escrita}$ . Para superar la asignatura será imprescindible alcanzar una nota mínima de 4/10 en la prueba escrita y 5/10 en la nota final

## Bibliografía