



Guía Docente

FENÓMENOS DE TRANSPORTE



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2023-2024



I.- IDENTIFICACIÓN

| | |
|---------------------------------|---|
| NOMBRE DE LA ASIGNATURA: | Fenómenos de Transporte |
| CARÁCTER: | Obligatoria |
| MATERIA: | Fenómenos de Transporte |
| MÓDULO: | Modulo de Ingeniería de Procesos y Producto |
| TITULACIÓN: | Máster en Ingeniería Química |
| SEMESTRE/CUATRIMESTRE: | Primero |
| DEPARTAMENTO/S: | Ingeniería Química y de Materiales |

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

| Grupo único | |
|---|--|
| Teoría Seminario Tutoría | Profesora: ARACELI RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ Departamento: Ingeniería Química Despacho: QA-149 e-mail: arodri@uclm.es |
| Teoría Seminario Tutoría Prácticas | Profesor: JOSÉ M ^a GÓMEZ MARTÍN Departamento: Ingeniería Química Despacho: QA-152 e-mail: segojmgm@uclm.es |
| Teoría Seminario Tutoría | Profesor: Dr. EDUARDO DÍEZ ALCÁNTARA Departamento: Ingeniería Química Despacho: QP-110 e-mail: ediezalc@uclm.es |
| Práctica | Profesor: Dr. DAVID LORENZO FERNÁNDEZ Departamento: Ingeniería Química Despacho: QAB-60 e-mail: dlorenzo@uclm.es |

II.- OBJETIVOS

■ OBJETIVO GENERAL

Identificar en todas y cada una de las *operaciones básicas* el mecanismo y características de los *procesos de transporte* de las tres propiedades extensivas: materia, energía y cantidad de movimiento que tienen lugar, así como *establecer* las *ecuaciones de conservación* y de velocidad de transporte o *flujos* (molecular o turbulento) representativas de los mismos, a fin de determinar los perfiles y caudales de propiedad transportados con vista al diseño.

■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer y distinguir los aspectos fundamentales del mecanismo de transporte de las tres propiedades extensivas: cantidad de movimiento, energía y materia.
- Adquirir las capacidades necesarias para aplicar correctamente las leyes básicas de conservación de la cantidad de movimiento, masa y energía a un volumen de control,



formulando las correspondientes ecuaciones de variación de estas tres propiedades en el citado volumen.

- Plantear y resolver modelos matemáticos que describan procesos determinados por el transporte de una o varias de las propiedades extensivas tanto en estacionario como en no estacionario.

III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Cálculo numérico y ecuaciones diferenciales.

■ RECOMENDACIONES:

....



IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Clasificación y definición de las operaciones básicas. Propiedades extensivas e intensivas. Transporte molecular de Cantidad de Movimiento en flujo interno, de Energía en sólidos y de Materia en mezclas binarias. Estimación de las propiedades de transporte. Transporte Turbulento. Teoría de la Capa Límite. Modelo matemático y soluciones para placa plana. Coeficientes de transporte. Teorías sobre los coeficientes individuales de transporte. Influencia del transporte másico. Coeficientes globales de transporte.

■ PROGRAMA:

Unidad didáctica I: Introducción y Conceptos Generales.

Tema 1: Introducción. Operaciones básicas: definición y clasificación. Propiedades extensivas e intensivas. Definición y relaciones. Semejanzas y diferencias entre el transporte de las propiedades extensivas. Transporte molecular y turbulento: Características.

Unidad didáctica II: Transporte Molecular

Tema 2: Ecuación general de conservación de cualquier propiedad extensiva. Flujos de propiedad extensiva

Tema 3: Generalidades. Transporte Molecular de Cantidad de Movimiento en flujo interno. Ecuación reológica de estado.

Tema 4: Transporte Molecular de Energía.

Tema 5: Transporte Molecular de Materia en mezclas binarias.

Tema 6: Estimación de las propiedades de transporte.

Unidad didáctica III: Transporte Turbulento

Tema 7: Definición y características. Ecuaciones de conservación promedias. Teorías sobre la turbulencia

Unidad didáctica IV: Teoría de la Capa Límite

Tema 8: Concepto de capa límite: capas límite fluidodinámica, térmica y de concentración. Capa límite sobre una placa plana. Capa límite sobre otros tipos de superficies

Tema 9: Capa límite sobre placa plana. Modelo matemático y simplificaciones de Prandtl. Solución precisa de Blasius y aproximada de Karman.

Unidad didáctica V: Coeficientes de transporte

Tema 10: Coeficientes individuales de transporte: ecuaciones de definición. Aplicación a los distintos fenómenos de transporte.

Tema 11: Teorías sobre los coeficientes individuales de transporte. Influencia del transporte másico.

Tema 12: Coeficientes globales de transporte.



V.- COMPETENCIAS

■ GENERALES:

CG-1 - Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental.

CG-5 Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados.

■ ESPECÍFICAS:

CE-1 - Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas teóricos

CE-2 - Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la organización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, bioquímicas, electroquímicas y nucleares

■ TRANSVERSALES:

CT-1 - Desarrollar el trabajo de forma autónoma.

CT-8 - Integrar creativamente conocimientos y aplicarlos a la resolución de problemas en entornos



VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

| Actividad | Presencial (horas) | Trabajo autónomo (horas) | Créditos |
|------------------------------------|--------------------|--------------------------|----------|
| Clases teóricas | 30 | 45 | 3 |
| Seminarios | 15 | 30 | 1,5 |
| Tutorías/Trabajos dirigidos | 2 | 5 | 0,5 |
| Laboratorios | 10 | 10 | 1 |
| Preparación de trabajos y exámenes | 3 | | |
| Total | 60 | 90 | 6 |

VII.- METODOLOGÍA

La práctica docente seguirá una metodología mixta basada en el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje colaborativo y el autoaprendizaje. Esta metodología se desarrollará a través de clases magistrales, clases de seminarios, tutorías y trabajos dirigidos.

AF0. Trabajo autónomo del alumno.

AF1. Desarrollo de los contenidos del programa de la asignatura.

AF2. Trabajo en profundidad sobre aspectos puntuales del programa de la asignatura.

AF3. Resolución de problemas.

AF4. Prácticas de resolución de casos en el aula, laboratorio o aula de informática.

AF5. Realización de trabajos académicos dirigidos por el profesor.

AF6. Orientación y seguimiento del alumno por el profesor.

AF7. Actividades de evaluación.

AF8. Aproximación del alumno a la realidad del mundo industrial.

Metodologías docentes:

MD1. Clases de teoría, 100% presenciales.

MD2. Seminarios, 100% presenciales.

MD3. Clases de problemas, 100% presenciales.

MD4. Actividades prácticas (en aula, laboratorio o aula de informática).

MD6. Tutorías, 100% presenciales.

MD7. Evaluación y/o exámenes, 100% presenciales.

Se utilizará el Campus Virtual de la UCM como instrumento para poner a disposición de los estudiantes el material que se utilizará en las clases teóricas y de seminario, y como medio de comunicación entre el profesor y los estudiantes.



VIII.- BIBLIOGRAFÍA

■ BÁSICA:

- Bird, R.B.; Stewart, W.E.; Lightfoot, E.N., Klingenberg, D.J. "Introductory Transport Phenomena" ed. John Wiley & Sons, Inc. N.Y. 2015. ISBN 9781118775523.
- Bird, R.B.; Stewart, W.E.; Lightfoot, E.N. "Transport Phenomena" Revised 2ª ed. John Wiley & Son, Inc. N.Y. 2006. ISBN 978-0470115398
- Welty, J. R., Lorrer, G.L., Foster, D.G. "Fundamentals of momentum, heat and mass transfer". 7ª Edición. J. Wiley & Sons, Inc., NY. 2015. ISBN 9781119723547
- Costa, E. y col., "Ingeniería Química. Vol. 2. Fenómenos de Transporte", Alhambra. Madrid (1984).
- Deen, W. M., "Analysis of Transport Phenomena". 2ª edición, Oxford University Press. New York (2013). ISBN: 9780199740253.
- Geankoplis, C. J., "Transport process and separation process principles (includes unit operations)". 4ª Edición, Pearson (2003). ISBN: 9780131013674.

■ COMPLEMENTARIA:

- Slattery, J.C., Sagis, L. Oh E.U, "Interfacial Transport Phenomena". 2ª Edición, Springer New York (2007). ISBN: 9780387384382.
- Beek, W.J. Muttzall, K.M.K., Van Heuven, J.W., "Transport Phenomena". 2ª Edición, J. Wiley & Sons. New York (1999). ISBN: 9780471999775.
- Brodkey, R. S. y Hersey, H. C., "Transport Phenomena: a Unified Approach". Editorial McGraw Hill. New York (1988). ISBN: 0071001522
- Themelis, N. J., "Transport and Chemical Rate Phenomena". Gordon and Breach Publishers. Basilea (1995).

IX.- EVALUACIÓN

El rendimiento académico del alumno, así como la calificación final de la asignatura se obtendrá de forma ponderada, atendiendo a los porcentajes que se expresan a continuación y que se mantendrán en todas las convocatorias. Las tutorías dirigidas son obligatorias. Para poder acceder a la evaluación final será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales.

SE1. Examen escrito (70%). Será necesario obtener una puntuación mínima de 5,0 puntos sobre 10 en el examen final para acceder a la calificación global de la asignatura.

SE2 Trabajos e informes escritos (10-30%).

SE3. Exposición oral de trabajos, informes, problemas, casos, etc. (10-20%).

SE5. Asistencia y participación en clase (5-10%).

El sistema de calificación será con escala numérica de 0 a 10 de acuerdo con el art 5 del RD 1125/2003 de 5 de septiembre (BOE de 8 de septiembre)

0-4,9 suspenso

5, 0-6,9 aprobado



7,0-8,9 notable

9,0-10,0 sobresaliente



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

| TEMA | ACTIVIDAD | HORAS | GRUPOS | INICIO | FIN |
|---|--|-------|--------|-----------|-----------|
| Unidad didáctica I: Introducción y Conceptos Generales | Teoría | 4 | | Semana 1 | Semana 2 |
| | Seminario | 0 | | | |
| Unidad didáctica II: Transporte Molecular | Teoría | 15 | | Semana 2 | Semana 9 |
| | Seminario | 10 | | Semana 3 | Semana 10 |
| Unidad didáctica III: Transporte Turbulento | Teoría | 1 | | Semana 10 | |
| | Seminario | 1 | | Semana 11 | |
| Unidad didáctica IV: Teoría de la Capa Límite | Teoría | 6 | | Semana 11 | Semana 13 |
| | Seminario | 2 | | Semana 13 | |
| Unidad didáctica V: Coeficientes de transporte | Teoría | 4 | | Semana 14 | Semana 14 |
| | Seminario | 2 | | Semana 15 | |
| TUTORIAS | Tutoría | 2 | 2 | | |
| LABORATORIOS | Estimación de propiedades de transporte en ASPEN PLUS. | 10 | 2 | | |

* Las tutorías programadas están sujetas a posibles modificaciones según la planificación conjunta del curso



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

| Actividad docente | Competencias asociadas | Actividad Profesor | Actividad alumno | Procedimiento de evaluación | P | NP | Total | C |
|------------------------------------|-----------------------------------|--|--|---|----|----|-------|-------|
| Teoría | CG1,CG5, CE1 | Exposición verbal de las líneas maestras de cada tema del programa. | Atención y participación activa en el desarrollo de la clase. | Exámenes escritos. | 30 | 45 | 75 | 5-10% |
| Seminarios | CG1, CG5, CE1, CE2, CT8 | Planteamiento y resolución de cuestiones y problemas de carácter numérico. | Discusión y resolución de las cuestiones y problemas propuestos. | Exámenes escritos y participación del estudiante en la resolución de las cuestiones y problemas propuestos. | 15 | 30 | 45 | 5-10% |
| Tutorías/Trabajos dirigidos | CG1,CG5, CE1, CE2, CT1, CT2 | Supervisión del progreso de los estudiantes en su trabajo personal. | Desarrollo de su trabajo personal. | Valoración del trabajo realizado por el estudiante en el desarrollo del trabajo personal propuesto. | 2 | 5 | 7 | |
| Prácticas de laboratorio | CG1, CG5, CE1, CE2, CE5, CT1, CT8 | Explicación y supervisión durante la resolución de problemas complejos. | Comprender y resolver una serie de problemas más complejos. Preparación de una memoria técnica sobre las actividades realizadas. | Valoración del trabajo del estudiante durante el desarrollo de la práctica y de la memoria técnica. | 10 | 10 | 20 | 15% |
| Exámenes | CG1, CG5, CE1, CE2, CT1, CT8 | Diseño y corrección del examen. Calificación del alumno. | Realización del examen. | Examen. | 3 | 0 | 3 | 70% |

P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación