



Guía docente

295504 - FETRA - Fenómenos del Transporte

Última modificación: 12/07/2021

Unidad responsable: Escuela de Ingeniería de Barcelona Este
Unidad que imparte: 713 - EQ - Departamento de Ingeniería Química.

Titulación: GRADO EN INGENIERÍA BIOMÉDICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES (Plan 2010). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Catalán

PROFESORADO

Profesorado responsable: EULALIA PLANAS CUCHI

Otros: Primer quadrimestre:
ALBA ÁGUEDA COSTAFREDA - M10
EULALIA PLANAS CUCHI - M10

Segon quadrimestre:
ALBA ÁGUEDA COSTAFREDA - M20
EULALIA PLANAS CUCHI - M20

CAPACIDADES PREVIAS

Fundamentos de Química, termodinámica, ecuaciones diferenciales, cálculo numérico.

REQUISITOS

TERMODINÀMICA - Precorequisit

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Clases expositivas de teoría y problemas, clases de problemas participativas, estudio de un caso



OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

La asignatura pretende introducir a los estudiantes en el estudio conjunto de la transferencia de energía, materia y cantidad de movimiento. Darles a conocer las leyes básicas que rigen estos tres fenómenos, íntimamente relacionados, para que puedan formular los modelos matemáticos que representan los aspectos fundamentales de los problemas reales de los procesos químicos. Al finalizar el curso el estudiante debe ser capaz de:

- OE1. Aplicar las leyes que rigen la transferencia de cantidad de movimiento, energía y materia e interrelacionar los tres fenómenos.
- OE2. Formular modelos matemáticos complejos que representen sistemas reales tanto en estado estacionario como no estacionario.
- OE3. Plantear modelos para obtener los coeficientes de transporte individuales y globales necesarios para la resolución de problemas reales.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00
Horas grupo grande	60,0	40.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN A LOS FENÓMENOS DE TRANSPORTE

Descripción:

Qué es la ingeniería química?. Evolución histórica de la ingeniería química. Aparición de los fenómenos de transporte como disciplina en la ingeniería química. Fundamentos de los balances, formas diferencial e integral.

Objetivos específicos:

OE1

Actividades vinculadas:

Clases de teoría. Clases de problemas. Aprendizaje autónomo. Actividades evaluativas: A1

Competencias relacionadas:

CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

Dedicación: 5h

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 3h



ECUACIONES DE VELOCIDAD DEL TRANSPORTE MOLECULAR

Descripción:

Introducción: estados físicos y comportamiento de la materia. Transporte de cantidad de movimiento: Ley de Newton, viscosidad, fluidos no newtonianos. Transporte de energía calorífica: Ley de Fourier, conductividad térmica. Transporte de materia: Ley de Fick, difusividad. Ecuación de velocidad generalizada.

Objetivos específicos:

OE1

Actividades vinculadas:

Clases de teoría. Clases de problemas. Aprendizaje autónomo. Actividades evaluativas: A1

Competencias relacionadas:

CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

Dedicación: 20h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 12h

ECUACIONES DE CONSERVACIÓN

Descripción:

Balance microscópico de materia: ecuación de continuidad, combinación del balance y la ecuación de velocidad. Balance microscópico de cantidad de movimiento: ecuación del movimiento. Balances microscópicos de energía total, calorífica y mecánica: ecuación de la energía. Ecuaciones de conservación no dimensionales.

Objetivos específicos:

OE1

Actividades vinculadas:

Clases de teoría. Clases de problemas. Aprendizaje autónomo. Actividades evaluativas: A1

Competencias relacionadas:

CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

Dedicación: 19h 10m

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 9h 45m

Aprendizaje autónomo: 5h 25m



TRANSPORTE MOLECULAR EN ESTADO ESTACIONARIO

Descripción:

Transporte de cantidad de movimiento: perfiles de velocidad. Transporte de energía calorífica: perfiles de temperatura. Transporte de materia: perfiles de concentración. Transporte simultáneo de las propiedades. Utilización de las ecuaciones de conservación no dimensionales. Estudio de la difusión con reacción química.

Objetivos específicos:

OE1, OE2

Actividades vinculadas:

Clases de teoría. Clases de problemas. Aprendizaje autónomo. Actividades evaluativas: A1

Competencias relacionadas:

CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

Dedicación: 27h 45m

Grupo grande/Teoría: 7h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 17h 15m

TRANSPORTE MOLECULAR EN ESTADO NO ESTACIONARIO

Descripción:

Ecuaciones de conservación. Resolución de las ecuaciones: aplicación a cuerpos finitos y medios semiinfinitos

Objetivos específicos:

OE1, OE2

Actividades vinculadas:

Autoaprendizaje a través de vídeos de la parte de teoría. Clases de problemas. Aprendizaje autónomo. Actividades evaluativas: A1, A2

Competencias relacionadas:

CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

Dedicación: 18h 45m

Grupo grande/Teoría: 4h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 12h 15m



TRANSPORTE TURBULENTO

Descripción:

Descripción y aproximaciones al estudio de la turbulencia. Técnica de los valores medios. Ecuaciones de conservación. Ecuaciones para el cálculo de las densidades de flujo turbulento. Perfil universal de las propiedades

Objetivos específicos:

OE1, OE2

Actividades vinculadas:

Clases de teoría. Clases de problemas. Aprendizaje autónomo. Actividades evaluativas: A1

Competencias relacionadas:

CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

Dedicación: 11h 28m

Grupo grande/Teoría: 4h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

Aprendizaje autónomo: 5h 58m

TEORÍA DE LA CAPA LÍMITE

Descripción:

Introducción. Teoría de Prandtl: ecuaciones fundamentales. Capa límite sobre superficies planas: régimen laminar y turbulento

Objetivos específicos:

OE1,OE2

Actividades vinculadas:

Clases de teoría. Clases de problemas. Aprendizaje autónomo. Actividades evaluativas: A1

Competencias relacionadas:

CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

Dedicación: 6h 15m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

Aprendizaje autónomo: 3h 45m



COEFICIENTES DE TRANSPORTE INDIVIDUALES Y GLOBALES

Descripción:

Coefficientes de transporte individuales. Cantidad de movimiento: factor de rozamiento. Coeficientes individuales de transmisión de calor y de transferencia de materia. Teorías sobre los coeficientes de transporte: pelicular, penetración, etc. Coeficientes de transporte globales. Unidades de transferencia.

Objetivos específicos:

OE1, OE2, OE3

Actividades vinculadas:

Clases de teoría. Clases de problemas. Aprendizaje autónomo. Actividades evaluativas A1

Competencias relacionadas:

CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

Dedicación: 18h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 12h

ANALOGÍAS ENTRE LOS FENÓMENOS DE TRANSPORTE

Descripción:

Relaciones básicas. Descripción de diferentes analogías: Reynolds y Sherwood-Karman, Prandtl-Taylor y Colburn, Karman y Sherwood.

Objetivos específicos:

OE1, OE2, OE3

Actividades vinculadas:

Clases de teoría. Clases de problemas. Aprendizaje autónomo. Actividades evaluativas A1

Competencias relacionadas:

CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

Dedicación: 6h

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 4h 30m

ACTIVIDADES

A1-CUESTIONARIOS

Descripción:

Cuestionario tipo test s'avaluació continuada que se irán haciendo a lo largo del curso

Objetivos específicos:

OE1, OE2, OE3

Material:

Apuntes de clase . Transparencias . Lecturas . Problemas resueltos en clase

Entregable:

Respuestas a las preguntas del cuestionario que se entregan al finalizar la actividad

Competencias relacionadas:

CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

Dedicación: 4h 10m

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 2h 10m

A2-RESOLUCIÓN CON MATLAB DE UN CASO NO ESTACIONARIO

Descripción:

Aprendizaje autónomo a través de videos y validación mediante cuestionarios a Atenea. Resolución de un problema en estado no estacionario mediante el software MATLAB

Objetivos específicos:

OE1, OE2

Material:

Videos y cuestionarios en Atenea. Enunciado del problema a resolver Entrégate a través de Atenea . Apuntes de clase . Transparencias . Software MATLAB .

Entregable:

Respuesta a los cuestionarios. Solución al problema, que se deberá introducir a través de Atenea .

Competencias relacionadas:

CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

Dedicación: 7h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 5h



A3-EXAMEN PARCIAL

Descripción:

Examen consistente en la resolución de un problema

Objetivos específicos:

OE1, OE2

Material:

Apuntes de clase . Transparencias . Problemas resueltos de clase

Entregable:

Respuesta a las preguntas del examen

Competencias relacionadas:

CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

Dedicación: 4h 10m

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 2h 10m

A4-EXAMEN FINAL

Descripción:

Examen final de la asignatura basado en la resolución de problemas

Objetivos específicos:

OE1, OE2, OE3

Material:

Apuntes de clase. Transparencias. Problemas resueltos. Material bibliográfico de soporte

Entregable:

Respuestas a las preguntas del examen

Competencias relacionadas:

CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

Dedicación: 9h

Grupo grande/Teoría: 3h

Aprendizaje autónomo: 6h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Nota final:

$$NF = 0,45 \cdot NEF + 0,25 \cdot NEP + 0,15 \cdot NAC + 0,15 \cdot NT$$

Donde:

NEF: Nota del examen final

NEP: Nota del examen parcial

NAC: Nota media de evaluación continuada de los cuestionarios

NT: Nota del trabajo de resolución de un caso mediante Matlab

La asignatura contará con una prueba de reevaluación según el calendario y normativa académica marcados por la EEBE, esta prueba sustituirá las tres notas NEF, NEP y NAC, por tanto contará el 90%. Podrán acceder a la prueba de reevaluación aquellos estudiantes que cumplan los requisitos fijados por la EEBE en su Normativa de Evaluación y Permanencia (<https://eebe.upc.edu/ca/estudis/normatives-academiques/documents/eebe-normativa-avaluacio-i-permanencia-18-19-aprovat-je-2018-06-13.pdf>)

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

El examen parcial y el examen final, pueden hacerse utilizando todo tipo de material bibliográfico disponible: apuntes de clase, libros de consulta, colección de problemas, etc. Las pruebas de evaluación continuada (cuestionarios) solo pueden hacerse utilizando los apuntes de clase, las lecturas y el libro de problemas.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Beek, W. J; Muttzall, Klaus Max Karl; Heuven, J. W. van. Transport phenomena. 2nd ed. Chichester ; New York: Wiley, c1999. ISBN 0471999903.
- Deen, William M. Analysis of transport phenomena. New York [etc.]: Oxford University Press, 2013. ISBN 9780199740253.
- Brodkey, Robert S; Hershey, Harry C. Transport phenomena : a unified approach. Columbus, Ohio: Brodkey Publishing, cop. 1988. ISBN 0972663584.
- Bird, R. Byron; Stewart, Warren E; Lightfoot, Edwin N; Mato Vázquez, Fidel. Fenómenos de transporte : un estudio sistemático de los fundamentos de transporte de materia, energía y cantidad de movimiento. Barcelona: Reverté, 1982. ISBN 8429170502.
- Thomson, William J. Introduction to transport phenomena. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000. ISBN 0134548280.

Complementaria:

- Schlichting, Hermann; Gersten, Klaus. Boundary-layer theory [en línea]. 9th ed. 2017. Berlin [etc.]: Springer-Verlag, cop. 2017 [Consulta: 26/05/2020]. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-52919-5>. ISBN 9783662529195.
- Poling, Bruce E.; Praunitz, John M.; O'Connell, John P. The Properties of gases and liquids. 5th ed. New York [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2001. ISBN 0070116822.

RECURSOS

Otros recursos:

Libro de Problemas y Tablas