

1. Identificación de la asignatura

NOMBRE	Laboratorio de Ingeniería Química II.: Transmisión de Calor y Transferencia de Materia	CÓDIGO	GIQUIM01-3-009
TITULACIÓN	Graduado o Graduada en Ingeniería Química	CENTRO	Facultad de Química
TIPO	Obligatoria	Nº TOTAL DE CREDITOS	6.0
PERIODO	Segundo Semestre	IDIOMA	Español
COORDINADOR/ES	EMAIL		
PAZOS MEDINA MARIA DEL CARMEN LUISA	cpazos@uniovi.es		
PROFESORADO	EMAIL		
Marín González Pablo	marinpablo@uniovi.es		
DIEZ SANZ FERNANDO VALERIANO	fds@uniovi.es		
MATOS GONZALEZ MARIA	matosmaria@uniovi.es		
PAZOS MEDINA MARIA DEL CARMEN LUISA	cpazos@uniovi.es		

2. Contextualización

La asignatura “Laboratorio de Ingeniería Química II” forma parte del módulo fundamental del tercer curso de la titulación de Graduado/a en Ingeniería Química de la Universidad de Oviedo. Se trata de una asignatura obligatoria de seis créditos que pertenece a la Materia de Ingeniería Química. La asignatura es impartida por el Área de Ingeniería Química del Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente.

La asignatura tiene como objetivo poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en las asignaturas: “Operaciones Básicas II. Transmisión de Calor” y “Operaciones Básicas III. Transferencia de Materia” de tercer curso de Grado en Ingeniería Química. Se pretende que el alumno adquiera competencias, como el dominio de técnicas experimentales de laboratorio y el manejo de equipos, en el ámbito de la Ingeniería Química. Se pretende, además, que el alumno adquiera conciencia de la existencia de sistemas de calidad y del uso de procedimientos y sistemáticas normalizadas de operación.

Las tareas docentes que van a desarrollar cada uno de los profesores del Equipo Docente se indican en la tabla siguiente:

ACTIVIDAD DOCENTE	PROFESORES
CEX	Fernando Valeriano Díez Sanz María del Carmen Luisa Pazos Medina
PA1	Fernando Valeriano Díez Sanz Pablo Marín González
PL1	María del Carmen Luisa Pazos Medina
PL2	

3. Requisitos

Para cursar esta asignatura es obligatorio haber superado la asignatura “Fenómenos de Transporte” y recomendable haber superado también “Operaciones Básicas I. Flujo de Fluidos” de segundo curso de Grado en Ingeniería Química. Aunque no es un requisito de matrícula, por pertenecer al mismo curso académico, la presente asignatura sólo debiera ser cursada tras haber superado el “Laboratorio de Ingeniería Química I”, así como “Operaciones Básicas II. Transmisión de Calor” y “Operaciones Básicas III. Transferencia de Materia”, en donde se han explicado los conceptos fundamentales que permitirán la realización de este laboratorio.

Los alumnos deben personarse en las sesiones de prácticas con los guiones de prácticas, bata de laboratorio, gafas de seguridad y cuaderno de notas. Opcionalmente se podrá llevar un ordenador portátil para la toma de datos y realización de cálculos. **No se permitirá la entrada en el laboratorio sin los elementos de seguridad imprescindibles.**

4. Competencias y resultados de aprendizaje

Los objetivos de la asignatura se concretan del modo siguiente:

Competencias generales

CG1 (i)	Capacidad para realizar análisis y síntesis de un proceso en un entorno bien o parcialmente definido.
CG2 (i)	Capacidad para organizar y planificar la formulación y resolución de problemas de carácter investigador o productivo
CG3 (i)	Comprender y hacerse comprender de forma oral y escrita en la propia lengua y, al menos, en una lengua extranjera relevante en el ámbito científico, tecnológico o comercial. Capacidad para elaborar, presentar y defender informes, tanto de forma escrita como oral.
CG4 (i)	Capacidad de aplicar conocimientos de informática y de diseño asistido por ordenador a la resolución de problemas de cálculo y diseño en su ámbito profesional.
CG5 (i)	Capacidad de obtener, gestionar y almacenar de forma ordenada información relevante de su campo de estudio.
CG6 (i)	Capacidad para la toma de decisiones optimizando las variables de tiempo e información.
CG7 (i)	Conocimientos para realizar mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.
CG8 (i)	Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
CG9 (p)	Capacidad para trabajar sólo o en grupo, posiblemente de carácter multidisciplinar, con disponibilidad y flexibilidad para dirigir y ser dirigido en función de la definición coyuntural o la imposición circunstancial de liderazgos o prioridades.
CG12 (p)	Capacidad para las relaciones interpersonales, con reconocimiento de la diversidad y, posiblemente, de la multiculturalidad de las mismas. Capacidad para comunicarse con personas no expertas.
CG13 (p)	Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Química.
CG20 (s)	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

Competencias específicas

CE7 (a)	Conocimientos sobre Balances de Materia y Energía, Operaciones de Separación, Ingeniería de la Reacción Química, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.
CE8 (a)	Conocimientos de Operaciones Básicas de Fluidos, Calor y Materia, de los equipos para llevarlas a cabo y de la optimización de las condiciones de operación de las mismas.
CE11(a)	Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador.
CE16 (a)	Capacidad para interpretar y analizar con rigor procesos preexistentes, determinando sus fortalezas, debilidades y condiciones críticas.
CE23 (p)	Capacidad para la realización de operaciones básicas de flujo de fluidos, de transmisión de calor y de transferencia de materia. así como para hacer funcionar los equipos correspondientes a las mismas.
CE 26 (p)	Capacidad para el análisis y optimización de procesos y productos.
CE27 (p)	Capacidad para el diseño y gestión de procedimientos de experimentación aplicada, especialmente, para la determinación de propiedades termodinámicas y de transporte, y modelización de sistemas y procesos en el ámbito de la Ingeniería Química, sistemas con flujo de fluidos, transmisión de calor, transferencia de materia, cinética de reacciones y reactores químicos.
CE28 (p)	Capacidad para concebir, modelizar y diseñar transformaciones físicas y químicas de interés práctico en el laboratorio y en la industria.

Estas competencias se concretan en los siguientes resultados de aprendizaje:

RLIQII1	Identificar los principios ingenieriles asociados a las operaciones de separación, a las de transmisión de calor, y a aquellas en que ambos fenómenos ocurren simultáneamente.
RLIQII2	Seleccionar y aplicar los métodos más adecuados para la transmisión de calor: directa o indirecta, identificando las ventajas y limitaciones de los equipos más habituales.
RLIQII3	Planificar y realizar experimentos con el fin de caracterizar y modelizar el comportamiento de operaciones de separación controladas por el equilibrio entre fases.
RLIQII4	Aplicar conocimientos de hidrodinámica, equilibrio L-V y transferencia de materia a la selección de las condiciones de operación óptimas en torres de platos y relleno.
RLIQII5	Diseñar y realizar experimentos para la determinación de los parámetros clave en sistemas de separación asociada a la transmisión de calor.

5. Contenidos

Los contenidos de la asignatura se dividen en dos grupos: seminarios transversales y prácticas de laboratorio. Los seminarios transversales se incluyen en cada uno de los laboratorios para completar la formación y reforzar las competencias transversales. En este laboratorio se abordan los siguientes seminarios:

Gestión de materiales peligrosos (6h)

- Seguridad en el manejo de materiales peligrosos. Toxicidad. Protección frente a riesgos biológicos (1h)
- Identificación de zonas peligrosas (1h).
- Escapes tóxicos. Análisis de consecuencias. Método PROBYT (2h).
- Almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas (1h).
- Ventilación general y localizada (1h).

Sistemas de calidad y procedimientos normalizados (2h)

- Manejo y aplicación de fuentes bibliográficas técnicas.
- Utilización de normas de buenas prácticas y estándares en la industria.
- Sistemas de calidad y su aplicación en procesos de mejora continua.

El laboratorio consta de un total de 11 prácticas, 9 de 7 horas de duración cada una organizadas en dos días y 2 de un día, además de una visita a una planta industrial (5 h). A continuación se detalla cada una de las prácticas:

Práctica 1. Transmisión de calor directa: lecho fluidizado

- *Hidrodinámica de un lecho fluidizado*

Determinación de la velocidad mínima de fluidización mediante la relación entre la altura del lecho, la caída de presión en el lecho y la velocidad del aire ascendente a través del material.

- *Transmisión de calor en un lecho fluidizado*

Determinación del efecto de la velocidad superficial y de la profundidad de inmersión de la resistencia sobre el coeficiente de transmisión de calor.

Práctica 2. Transmisión de calor directa: líquidos en ebullición

- Demostración visual de la ebullición convectiva, nucleada y de película

- Determinación del flujo y coeficiente de transmisión de calor hasta y más allá de la condición crítica a presión constante.
- Análisis del efecto de la presión sobre el flujo crítico de calor.
- Demostración de la condensación en película y determinación del coeficiente global de transmisión de calor.
- Demostración de la causa del arrastre del líquido por el vapor en calderas.
- Determinación de la relación entre presión y temperatura de una sustancia pura.

Práctica 3. Transmisión de calor indirecta: cambiadores de calor

- Comparar el comportamiento de cambiadores de calor de tubos concéntricos, carcasa y tubos, y placas.
- Determinación experimental de coeficientes individuales y globales de transmisión de calor en los cambiadores anteriores.
- Familiarización con el desarrollo de correlaciones entre los números adimensionales utilizados en transmisión de calor (Nusselt, Prandtl, Reynolds).

Práctica 4. Transmisión de calor indirecta: evaporador de circulación natural

- Observación del funcionamiento de un evaporador a escala piloto.
- Determinación experimental del coeficiente global de transmisión de calor.

Práctica 5. Transferencia de materia: absorción de gases en una torre de relleno

- Estimación de los caudales de arrastre e inundación de una columna de relleno.
- Comprobación de las ecuaciones de conservación de materia en una columna de absorción.

Práctica 6. Transferencia de materia: destilación en una torre de platos

- Destilación de una mezcla binaria en una columna de platos.
- Cálculo de la eficacia media determinada a reflujo total.
- Funcionamiento de la columna en modo de rectificación discontinua con relación de reflujo constante

Práctica 7. Transferencia de materia: destilación en una torre de relleno

- Destilación de una mezcla binaria en una columna de relleno.
- Cálculo de la eficacia de transferencia de materia determinada a reflujo total.
- Funcionamiento de la columna en modo de rectificación discontinua con relación de reflujo constante

Práctica 8. Transferencia de materia: intercambio iónico

- Estudio de un proceso de desmineralización de agua por intercambio iónico.
- Regeneración de resinas cambiadoras.

Práctica 9. Transmisión simultánea de calor y materia I: secado por atomización (1 día)

- Familiarizar al alumno con los fundamentos de los procesos de secado por atomización.
- Manejo de un secadero de laboratorio y análisis de los parámetros de operación más importantes.
- Realización de los balances de materia y energía.

Práctica 10. Transmisión simultánea de calor y materia II: torre de refrigeración (1 día)

- Estudio de una operación de interacción aire húmedo-agua, cuya finalidad es el enfriamiento de agua por contacto con aire.
- Determinación del número y altura de las unidades de transferencia en un equipo de contacto continuo en contracorriente. Obtención de una correlación para el coeficiente de transferencia de materia.

Práctica 11. Simulación de procesos químicos con ASPEN HYSYS

- Adquisición de experiencia en el uso de un programa de simulación de procesos químicos comprendiendo las dificultades inherentes y su potencial.
- Resolver balances de materia y energía en operaciones de separación sencillas.

6. Metodología y plan de trabajo

Con objeto de racionalizar la organización docente de la asignatura, se ha realizado la distribución de sus contenidos con arreglo a la siguiente tipología de modalidades

Presenciales.

1. Clases expositivas
2. Clases prácticas de laboratorio
3. Visitas
4. Sesiones de evaluación

No presenciales.

1. Trabajo autónomo
2. Trabajo en grupo

La presencialidad será del 60% y las actividades formativas presenciales constarán de 9 horas de clases expositivas, 70 horas de realización de prácticas, 5 horas de visitas industriales y 5 horas de sesiones de evaluación, que incluyen tanto evaluaciones escritas como una presentación oral. Las clases expositivas previas a la ejecución de las prácticas se dedican a la exposición del fundamento teórico y las operaciones experimentales a realizar en cada práctica, así como los seminarios transversales. En las clases prácticas de laboratorio los alumnos trabajarán en grupos y realizarán la parte experimental de las prácticas planteadas. Cada práctica se llevará a cabo en dos sesiones salvo las que se indica de un solo día. La visita industrial tiene como objetivo conocer una planta industrial y su funcionamiento. Finalmente, los alumnos realizarán un examen escrito individual que tiene por objeto demostrar los conocimientos adquiridos en la asignatura.

En cuanto a las actividades no presenciales, el alumno deberá hacer una lectura previa del guión de prácticas y elaborar un informe completo de cada práctica de laboratorio en el que se indicarán los resultados obtenidos (en forma tabular o gráfica, según el tipo de información), y se contestará a las cuestiones planteadas, que incluirán un análisis crítico de los resultados experimentales (no una mera reproducción de los mismos) y su concordancia con las teorías más habituales o con correlaciones existentes en la bibliografía. El informe de la primera de las prácticas realizadas por los alumnos será objeto de revisión por parte del profesor correspondiente, indicando los aspectos a mejorar antes de la remisión del informe en su versión final.

7. Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

Se valorarán los siguientes aspectos: seguimiento del trabajo en el laboratorio (que incluye puntualidad, actitud, preparación para el trabajo a realizar y lectura previa de la información relevante, corrección en el manejo de equipos y productos químicos, y otros aspectos como el adecuado orden y limpieza tras la finalización de la práctica), la corrección preliminar del informe sobre la primera práctica, elaboración de informes escritos, exposiciones orales y exámenes escritos. El porcentaje de cada sistema de evaluación será el siguiente:

1. Evaluación del trabajo en el laboratorio	25 %
2. Realización y revisión del primer informe escrito	5 %
3. Evaluación de los informes finales de prácticas y visitas	20 %
4. Evaluación de exposiciones orales	10 %
5. Evaluación de examen escrito	40 %

Es obligatoria la asistencia a las clases expositivas, prácticas de aula, prácticas de laboratorio y visitas industriales. En casos debidamente justificados será válida una asistencia superior al 90%. **Para aprobar la asignatura la calificación obtenida en cada uno de los apartados no podrá ser inferior al 40% de su valor máximo.** Si no se alcanzan dichas calificaciones mínimas no se aprueba la asignatura. Todas las actividades tendrán una puntuación comprendida entre 0 y 10 puntos.

Para obtener un mínimo de 4 puntos sobre 10 en la evaluación de los informes finales de prácticas y visitas es imprescindible haber obtenido un mínimo de 4 puntos en todos y cada uno de los informes individuales de cada práctica. Esto implica haber realizado todos los cálculos y tareas exigidos.

La calificación final (en todas las convocatorias) se calculará con las notas obtenidas en los aspectos anteriormente indicados, teniendo en cuenta los porcentajes de ponderación señalados en cada uno de ellos. **Para aprobar la asignatura la suma global deberá estar comprendida entre 5 y 10 puntos.**

En las siguientes convocatorias dentro del mismo curso académico o en la convocatoria extraordinaria (diciembre-enero) del siguiente curso

académico, los alumnos se presentarán a los aspectos no superados en la primera convocatoria del curso y la evaluación se realizará de acuerdo con los criterios de la primera convocatoria, salvo los estudiantes que no hayan superado en la primera convocatoria del curso el aspecto 1 denominado Trabajo en el Laboratorio que deberán realizar un examen práctico, que consistirá en la realización en el laboratorio, en presencia de un profesor, de la(s) práctica(s) que éste elija. Este examen, de 3 horas de duración, se llevará a cabo en la misma jornada que el examen teórico.

8. Recursos, bibliografía y documentación complementaria

Bibliografía de referencia

- GUIONES DE PRÁCTICAS

Bibliografía complementaria

- Bird, R.B.; Stewart, W.E.; Lightfoot, E.N., *Fenómenos de Transporte*, Reverté, Barcelona (1982)
- Coulson, J.M.; Richardson, J.F.; Backhurst, J.R.; Harker, J.H., *Ingeniería Química*, Reverté, Barcelona (1984)
- Foust, A.S.; Wenzel, L.A.; Clump, C.W.; Maus, L.; Andersen, L.B., *Principles of Unit Operations*, John Wiley & Sons, New York (1980)
- Henley, E.J.; Seader, J.D., *Operaciones de Separación por Etapas de Equilibrio en Ingeniería Química*, Reverté, Barcelona (1984)
- McCabe, W.L.; Smith, J.C.; Harriott, P., *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*, 6ª Edición, McGraw-Hill, México (2002)
- Ocon, J.; Tojo, G., *Problemas de Ingeniería Química. Tomo I*, Aguilar, Madrid (1976)
- Perry, R.H.; Green, D.W., *Perry's Chemical Engineers' Handbook* (7th Edition), McGraw-Hill, New York (1997)
- Perry R.H.; Green, D.W.; Maloney, J.O., *Manual del Ingeniero Químico*, McGraw-Hill, Madrid (2001)
- Reid, R.C.; Prausnitz, J.M.; Sherwood, T.K., *The Properties of Gases and Liquids*, McGraw-Hill, New York (1977)
- Smith, J.M.; Van Ness, H.C.; Abbott, M.M., *Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química*, 6ª Edición, McGraw-Hill, México (2002)
- Treybal, R.E., *Operaciones de Transferencia de Masa*, McGraw-Hill, México (1989)
- Vian, A.; Ocon, J., *Elementos de Ingeniería Química*, Aguilar, Madrid (1979)