

**FICHA IDENTIFICATIVA****Datos de la Asignatura**

Código	34768
Nombre	Operaciones básicas de la ingeniería química III
Ciclo	Grado
Créditos ECTS	6.0
Curso académico	2022 - 2023

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
1401 - Grado en Ingeniería Química	Escuela Técnica Superior de Ingeniería	3	Segundo cuatrimestre

Materias

Titulación	Materia	Carácter
1401 - Grado en Ingeniería Química	15 - Operaciones Básicas de la Ingeniería Química	Obligatoria

Coordinación

Nombre	Departamento
DEJOZ GARCIA, ANA MARIA	245 - Ingeniería Química
VERCHER MONTAÑANA, ERNESTO	245 - Ingeniería Química

RESUMEN

La asignatura Operaciones Básicas de la Ingeniería Química III (OB III) es una asignatura obligatoria de carácter cuatrimestral que se imparte en el tercer curso de la titulación de Grado en Ingeniería Química durante el segundo cuatrimestre. En el plan de estudios consta de un total de 6.0 créditos ECTS.

La asignatura OB III forma parte de la materia Operaciones Básicas de la Ingeniería Química cuyo objetivo general es capacitar para el diseño y análisis de funcionamiento de los distintos tipos de operaciones básicas de la industria de proceso químico (IPQ). Las asignaturas Operaciones Básicas de la Ingeniería Química I (OB I) y III se centran en las operaciones básicas más importantes y utilizadas en la práctica basadas en la transferencia de materia. La asignatura OB III es la continuación lógica de la asignatura OB I. Se estudiarán las siguientes operaciones: Extracción con disolventes, tanto la Extracción Líquido-Líquido como la Extracción Sólido-Líquido; Adsorción e Intercambio Iónico; Operaciones relacionadas con la Interacción entre el aire y el agua tales como las torres de enfriamiento de agua por evaporación y los procesos de humidificación y deshumidificación de aire, procesos en los que se tiene también en cuenta los fenómenos de transporte de calor, igual que en las Operaciones de Secado de sólidos húmedos y Cristalización de disoluciones que se estudian posteriormente. Finalmente, se tratará



de forma necesariamente muy resumida algunas operaciones de separación mecánica basadas en el flujo de fluidos, como pueden ser la Sedimentación o la Filtración, y se introducirán las operaciones de separación con membranas.

En definitiva, el objetivo de esta materia es aplicar los principios básicos de la ingeniería química al diseño y análisis de funcionamiento de los distintos tipos de operaciones básicas de la industria de proceso, de acuerdo a normas y especificaciones, con los siguientes contenidos :

- Operaciones básicas de transferencia de materia: mecanismos y ecuaciones básicas de diseño.
- Separación por etapas y en continuo. Equilibrio termodinámico.
- Diseño y análisis de equipos de transferencia de materia y de otras operaciones básicas de separación.

Se trata de una asignatura con un gran componente práctico en la que tras las explicaciones de los conceptos fundamentales, se llevarán a cabo numerosos ejercicios prácticos.

Observaciones: Las clases de teoría se impartirán en castellano y las clases prácticas según consta en la ficha de la asignatura disponible en la web del grado.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

Otros tipos de requisitos

Sería conveniente disponer de los siguientes conocimientos previos:

Balances de materia y energía.

Nociones básicas de química y de termodinámica química.

Ecuaciones de velocidad de transporte de propiedad. Coeficientes de transporte.

Haber cursado la asignatura Operaciones Básicas de la Ingeniería Química I.

COMPETENCIAS (RD 1393/2007) // RESULTADOS DEL APRENDIZAJE (RD 822/2021)

1401 - Grado en Ingeniería Química

- G3 - 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.



- G4 - Capacidad de 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 Industrial.
- G5 - Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.
- G6 - Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- G10 - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.
- G11 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.
- TE1 - 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.
- TE2 - Capacidad para el análisis, diseño, simulación y optimización de procesos y productos.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RD 1393/2007) // SIN CONTENIDO (RD 822/2021)

Resultados del aprendizaje

- Comprender los principios básicos de las operaciones básicas de transferencia de materia y procesos de separación y ser capaz de utilizarlos para identificar, formular y resolver problemas de su ámbito de trabajo. (Competencias G3, G4 y TE1)
- Comprender los principios básicos del equilibrio termodinámico y ser capaz de utilizarlos para identificar, formular y resolver problemas. (Competencias G3, G4 y TE1)
- Ser capaz de diseñar equipos e instalaciones de transferencia de materia y procesos de separación, con arreglo a normas y especificaciones. (Competencias G4, G6 y TE2)
- Ser capaz de hacer funcionar equipos de transferencia de materia y procesos de separación en instalaciones de la industria del proceso químico, con arreglo a normas y especificaciones. (Competencias G5, G6 y TE2)
- Ser capaz de analizar equipos y procesos de transferencia de materia y procesos de separación, así como de valorar su adecuación y proponer alternativas. (Competencias G4, G6 y TE2)
- Conocer y saber utilizar herramientas informáticas específicas para el análisis y diseño de operaciones básicas. (Competencias TE1 y TE2)
- Interpretar y extraer la información necesaria para resolver los problemas planteados. (Competencias G4 y G10)
- Seleccionar y aplicar los métodos matemáticos más apropiados para la resolución de problemas. (Competencias G3 y TE1)
- Analizar de forma crítica los resultados obtenidos al resolver los problemas. (Competencia G4)
- Encontrar, seleccionar y entender la información en fuentes bibliográficas especializadas. (Competencias G10 y G11)
- Adquirir capacidad para trabajar en grupo. (Competencia G10)



Destrezas a adquirir

Al terminar esta asignatura cada estudiante debe ser capaz de:

- Conocer el fundamento del proceso de extracción con disolventes, cuando se utiliza y por qué se utiliza.
- Conocer y trabajar con las diferentes formas del equilibrio líquido-líquido y sólido-líquido. Etapa de equilibrio y eficacia de etapa.
- Trabajar con los diagramas triangulares y aplicar adecuadamente la regla de la palanca.
- Calcular el nº de etapas de equilibrio en ELL y ESL.
- Conocer las características diferenciadoras de los equipos industriales de extracción (ELL y ESL).
- Conocer el fundamento de los procesos de adsorción y del intercambio iónico así como sus principales aplicaciones y los diferentes modos de operación.
- Conocer y utilizar adecuadamente las relaciones de equilibrio de adsorción.
- Conocer los fundamentos del diseño del equipo industrial de adsorción e intercambio iónico.
- Conocer las operaciones básicas relacionadas con los procesos de interacción aire-agua.
- Calcular el conjunto de propiedades físicas y termodinámicas del aire húmedo (humedad absoluta, humedad relativa, temperatura de rocío, temperatura de saturación adiabática, entalpía, etc.).
- Manejar cualitativa y cuantitativamente el diagrama de Mollier.
- Aplicar el método entálpico al diseño de las torres de enfriamiento de agua.
- Diseñar los equipos de humidificación y deshumidificación de aire.
- Conocer el proceso de secado de sólidos húmedos.
- Manejar con soltura las diferentes propiedades de los sólidos húmedos y las características del equilibrio y de la cinética del secado de sólidos.
- Conocer los diferentes tipos de secadores que se utilizan normalmente en la industria.
- Aplicar las ecuaciones fundamentales para el cálculo del tiempo de secado en diferentes tipos de secadores.
- Conocer los fundamentos de la cristalización en cualquiera de sus formas.
- Trabajar con los diagramas de equilibrio de cristalización (diagramas de fases y entálpicos).
- Conocer los fundamentos de la formación y crecimiento de los cristales.
- Conocer lo que se entiende por sobresaturación y su importancia en la cristalización.
- Realizar cálculos sobre rendimientos y capacidades de diferentes tipos de cristalizadores.
- Conocer los diferentes tipo de cristalizadores.
- Conocer los fundamentos de otras operaciones de separación basadas en la circulación de fluidos.
- Conocer los fundamentos de la sedimentación y los tipos de sedimentadores.
- Conocer los fundamentos de la filtración y los tipos de filtros utilizados en la IPQ.
- Conocer los procesos de separación que utilizan tecnología de membranas de mayor aplicación industrial.

Además de los objetivos específicos señalados con anterioridad, durante el curso se fomentará el desarrollo de diversas **habilidades sociales y técnicas**, entre las cuales cabe destacar:

- Capacidad de análisis y de síntesis.
- Capacidad de interpretar datos relevantes.
- Capacidad de transmitir ideas, problemas y soluciones.
- Capacidad de argumentar desde criterios racionales y lógicos.
- Capacidad de expresarse de forma correcta y organizada.
- Capacidad de desarrollar un problema de forma sistemática y organizada.
- Capacidad de analizar críticamente los resultados de un problema.



- Capacidad de trabajar de forma autónoma.
- Capacidad de integrarse y participar activamente en tareas de grupo respetando la diversidad, la equidad y la igualdad de género.
- Capacidad de distribuir adecuadamente el tiempo para el desarrollo de tareas individuales o de grupo.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Extracción líquido-líquido

Introducción.- Equilibrio en sistemas líquido-líquido.- Sistemas inmiscibles y parcialmente miscibles. Diagramas triangulares. Curva binodal y líneas de unión.- Balances de materia. Regla de la palanca.- Cálculo del nº de etapas ideales en sistemas inmiscibles. Recta operativa.- Cálculo del nº de etapas ideales en sistemas parcialmente miscibles. Polo operativo. Clasificación y selección de extractores L-L.

2. Extracción sólido-líquido

Introducción.- Equilibrio en ESL. Retención de disolución por el sólido.- Modos de operación en ESL.- Diseño de extractores. Cálculo del nº de etapas ideales.- Equipo industrial para ESL.

3. Adsorción e Intercambio iónico

Introducción.- Adsorbentes e intercambiadores iónicos.- Equilibrio en adsorción. Isotermas de adsorción.- Cinética de la adsorción.- Diseño de equipo. Lecho móvil y lecho fijo. Curva de ruptura y onda de adsorción.- Equipo industrial.- Procesos avanzados de adsorción.- Equilibrio en intercambio iónico.- Capacidad de intercambio iónico.- Cinética del intercambio.

4. Operaciones basadas en la interacción aire-agua

Interacción Aire-Agua. Introducción.- Propiedades del aire húmedo. Diagrama de Mollier.- Humidificación adiabática y no adiabática.- Temperatura húmeda del aire.- Diseño de equipos. Ecuaciones fundamentales.- Torres de enfriamiento de agua. Método entálpico.- Equipo industrial de enfriamiento de agua.- Humidificación y deshumidificación de aire.

5. Secado de sólidos húmedos

Introducción.- Propiedades de los sólidos húmedos.-Equilibrio en secado.- Mecanismo y cinética del secado. Periodos de secado.- Diseño y cálculo de secadores.- Determinación del tiempo de secado: Secadores intermitentes.- Secadores continuos. Funcionamiento adiabático.- Clasificación y selección de secadores.



6. Cristalización en disoluciones

Introducción.- Características de los sólidos cristalinos.- Equilibrio de cristalización.- Diagramas de equilibrio: mezclas fundidas, disoluciones, sistemas binarios, sistemas ternarios.- Sobresaturación.- Rendimientos.- Cinética de la cristalización.- Diseño de cristalizadores.

7. Otras operaciones de separación

Operaciones basadas en el flujo externo de fluidos. Operaciones de separación con membranas. Descripción de las operaciones más importantes y su aplicación industrial.

VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Prácticas en aula	40,00	100
Clases de teoría	20,00	100
Elaboración de trabajos individuales	35,00	0
Preparación de actividades de evaluación	20,00	0
Preparación de clases de teoría	15,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	20,00	0
TOTAL	150,00	

METODOLOGÍA DOCENTE

El desarrollo de la asignatura se estructura en torno a las clases de teoría y de problemas y la realización de actividades.

En las clases de teoría se utilizará el modelo de lección magistral. El profesorado expondrá mediante presentación y/o explicación los contenidos de cada tema incidiendo en aquellos aspectos clave para la comprensión del mismo. Se trabajarán fundamentalmente las competencias G3, G6, TE1 y TE2.

Las clases prácticas de problemas y cuestiones numéricas se desarrollarán siguiendo dos modelos. En algunas de las clases será el profesorado quien resuelva una serie de problemas y cuestiones tipo para instruir en la identificación de los elementos esenciales del planteamiento y resolución de problemas. En otras clases serán las y los estudiantes, individualmente o en grupo, los que deberán resolver problemas y cuestiones análogos bajo la supervisión del profesorado. Una vez concluido el trabajo, los problemas serán recogidos, analizados y corregidos. Se trabajarán fundamentalmente las competencias G3, G4, G6, TE1 y TE2.

Las actividades propuestas serán de dos tipos: Problemas completos, de complejidad similar a los de los exámenes, y Cuestionarios dirigidos a preparar los conceptos más importantes de cada tema. Todas las actividades propuestas se realizarán en el horario habitual de la asignatura. Tras su corrección, cada estudiante recibirá información de sus resultados para que identifique sus errores y refuerce los conceptos menos consolidados. Se trabajarán fundamentalmente las competencias G4, G6 y TE2.



EVALUACIÓN

La evaluación del aprendizaje en **primera convocatoria** se basa en un modelo de evaluación continua, en el que se valorará las actividades realizadas a lo largo del cuatrimestre: Cuestionarios de Teoría (CT), Problemas Resueltos (PR) y dos Pruebas Objetivas (PO1 y PO2).

La nota de la parte de teoría de la asignatura (NT) se obtendrá a partir de la media de las notas de los Cuestionarios de Teoría realizados. La nota de la parte de problemas de la asignatura se obtendrá a partir de las notas de los Problemas Resueltos (NPR) y de las notas de las Pruebas Objetivas (NPO1 y NPO2).

Se avisará con suficiente antelación de la fecha de realización de cualquier actividad evaluable, cuestionario o problema, que siempre será en el horario habitual de la asignatura. Con respecto a las Pruebas Objetivas, la primera (Temas 1 y 2) se realizará en la fecha programada en el horario de la asignatura, mientras que la segunda (Temas 3 a 7) coincidirá con la fecha oficial del examen de la primera convocatoria.

La Nota Final de la asignatura se obtendrá como:

$$\text{Nota Final} = 0.20 \cdot (\text{NT}) + 0.10 \cdot (\text{NPR}) + 0.25 \cdot (\text{NPO1}) + 0.45 \cdot (\text{NPO2})$$

Para superar la asignatura en primera convocatoria, la Nota Final debe ser igual o superior a 5.0 sobre 10.

Si un/una estudiante tiene una razón justificada de fuerza mayor que le impide el seguimiento de la modalidad de evaluación continua, deberá ponerse en contacto al inicio del cuatrimestre con el profesorado responsable de la asignatura para consensuar una modalidad de evaluación alternativa.

La evaluación del aprendizaje en **segunda convocatoria** se realizará en base a la nota de los Problemas Resueltos (NPR) y a la nota de un único Examen de todos los contenidos de la asignatura (NEX) que se realizará en la fecha oficial de la segunda convocatoria.

La Nota Final de la asignatura se obtendrá como la mayor de:

$$\text{Nota Final} = 0.10 \cdot (\text{NPR}) + 0.9 \cdot (\text{NEX})$$

$$\text{Nota Final} = 1 \cdot (\text{NEX})$$

Para superar la asignatura en segunda convocatoria, la Nota Final debe ser igual o superior a 5.0 sobre 10.

En todas las actividades (CT, PR, PO1, PO2 y EX) se evaluará la adquisición de las competencias G3, G4, G6, TE1 y TE2.

En cualquier caso, el sistema de evaluación se regirá por lo establecido en el Reglament d'Avaluació i Qualificació de la Universitat de València per a Títols de Grau i Màster (<https://goo.gl/UdDYS2>).



REFERENCIAS

Básicas

- McCabe, W.L.; Smith, J.C.; Harriot, P. "Unit Operations in Chemical Engineering", 7ª ed., McGraw-Hill, Nueva York (2005). Traducido como: "Operaciones Básicas de Ingeniería Química", 7ª ed., McGraw-Hill Interamericana, Madrid (2007).
- Seader, J.D.; Henley, E.J. "Separation Process Principles", 2ª ed., John Wiley and Sons, New York (2006).
- Treybal, R.E. "Mass Transfer Operations", 3ª ed., McGraw-Hill, New York (1980). Traducción al castellano: "Operaciones de Transferencia de Masa", McGraw-Hill, México (1980).
- Wankat, P.C. "Separation Process Engineering", 2ª ed., Prentice Hall (2006). Accesible on line. <http://proquest.safaribooksonline.com/book/chemical-engineering/9780132442312>

Complementarias

- Coulson, J.M.; Richardson, J.F.; Bachurst, J.R.; Harker, J.H. "Chemical Engineering", Pergamon Press, Londres. Vols. 1 y 2, traducidos ambos al castellano por ed. Reverté, Barcelona (1991).
- Geankoplis, C.J. "Transport Processes and Separation Process Principles (Includes Unit Operations)", 4ª ed., Prentice Hall (2003). Accesible on line. <http://proquest.safaribooksonline.com/013101367X?uicode=valencia>
- Henley, E.J.; Seader, J.D. "Equilibrium Stage Separation Operations in Chemical Engineering", John Wiley and Sons, New York (1981). Traducido como: "Operaciones de separación por etapas de equilibrio en Ingeniería Química", Reverté, Barcelona (1988).
- Perry, R.H.; Green, D.W.; Maloney, J.O. "Perry's Chemical Engineers Handbook", 7ª ed., McGraw-Hill (2001). Traducción al castellano: "Manual del Ingeniero Químico", McGraw-Hill (2001).
- Towler, G.P.; Sinnott, R.K. "Chemical engineering design: principles, practice, and economics of plant and process design", 2ª ed., Butterworth-Heinemann (2013). Accesible on line. <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780080966595>