

**FITXA IDENTIFICATIVA****Dades de l'Assignatura**

Codi	34768
Nom	Operacions bàsiques de l'enginyeria química III
Cicle	Grau
Crèdits ECTS	6.0
Curs acadèmic	2022 - 2023

Titulació/titulacions

Titulació	Centre	Curs	Període
1401 - Grau d'Enginyeria Química	Escola Tècnica Superior d'Enginyeria	3	Segon quadrimestre

Matèries

Titulació	Matèria	Caràcter
1401 - Grau d'Enginyeria Química	15 - Operacions Bàsiques de l'Enginyeria Química	Obligatòria

Coordinació

Nom	Departament
DEJOZ GARCIA, ANA MARIA	245 - Enginyeria Química
VERCHER MONTAÑANA, ERNESTO	245 - Enginyeria Química

RESUM

L'assignatura Operacions Bàsiques de l'Enginyeria Química III (OB III) és una assignatura obligatòria de caràcter quadrimestral que s'imparteix en el tercer curs de la titulació de Grau en Enginyeria Química durant el segon quadrimestre. En el pla d'estudis consta d'un total de 6.0 crèdits ECTS.

L'assignatura OB III forma part de la matèria Operacions Bàsiques de l'Enginyeria Química el objectiu general de la qual és capacitar per al disseny i anàlisi de funcionament dels diferents tipus d'operacions bàsiques de la indústria de procés químic (IPQ). Les assignatures Operacions Bàsiques de l'Enginyeria Química I (OB I) i III se centren en les operacions bàsiques més importants i utilitzades en la pràctica, basades en la transferència de matèria. L'assignatura OB III és la continuació lògica de l'assignatura OB I. S'estudiaran les següents operacions: Extracció amb dissolvents, tant l'Extracció Líquid-Líquid com l'Extracció Sòlid-Líquid; Adsorció i Intercanvi Iònic; Operacions relacionades amb la Interacció entre l'aire i l'aigua com ara les torres de refredament d'aigua per evaporació i els processos d'humidificació i deshumidificació d'aire, processos en els quals es tindrà en compte els fenòmens de transport de calor, igual que en les Operacions d'Assecat de sòlids humits i Cristal·lització de dissolucions que s'estudiaran posteriorment. Finalment, es tractarà de forma necessàriament molt resumida algunes operacions de



separació mecànica basades en el flux de fluids, com poden ser la Sedimentació o la Filtració, i s'introduiran les operacions de separació amb membranes.

En definitiva, l'objectiu d'aquesta matèria és aplicar els principis bàsics de l'enginyeria química al disseny i anàlisi de funcionament dels diferents tipus d'operacions bàsiques de la indústria de procés, d'acord a normes i especificacions, amb els següents continguts :

- Operacions bàsiques de transferència de matèria: mecanismes i equacions bàsiques de disseny.
- Separació per etapes i en continu. Equilibri termodinàmic.
- Disseny i anàlisi d'equips de transferència de matèria i d'altres operacions bàsiques de separació.

Es tracta d'una assignatura amb un gran component pràctic en la qual després de les explicacions dels conceptes fonamentals, es duran a terme nombrosos exercicis pràctics.

Observacions: Les classes de teoria s'impartiran en castellà i les classes pràctiques segons consta en la fitxa de l'assignatura disponible en la web del grau.

CONEXEMENTS PREVIS

Relació amb altres assignatures de la mateixa titulació

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

Altres tipus de requisits

Seria convenient disposar dels següents coneixements previs:

Balanços de matèria i energia.

Nocions bàsiques de química i de termodinàmica química.

Equacions de velocitat de transport de propietat. Coeficients de transport.

Haver cursat l'assignatura Operacions Bàsiques de l'Enginyeria Química I.

COMPETÈNCIES

1401 - Grau d'Enginyeria Química

- G3 - Coneixement en matèries bàsiques i tecnològiques, que els capacite per a l'aprenentatge de nous mètodes i teories, i els dote de versatilitat per adaptar-se a noves situacions.
- G4 - Capacitat de resoldre problemes amb iniciativa, presa de decisions, creativitat, raonament crític i de comunicar i transmetre coneixements, habilitats i destreses en el camp de l'enginyeria industrial.
- G5 - Coneixements per a la realització de mesures, càlculs, valoracions, taxacions, peritatges, estudis, informes, plans de tasques i altres treballs anàlegs.
- G6 - Capacitat per al maneig d'especificacions, reglaments i normes d'obligat compliment .



- G10 - Capacitat de treballar en un entorn multilingüe i multidisciplinari.
- G11 - Coneixement, comprensió i capacitat per a aplicar la legislació necessària en l'exercici de la professió d'enginyer tècnic industrial.
- TE1 - Coneixements sobre balanços de matèria i energia, biotecnologia, transferència de matèria, operacions de separació, enginyeria de la reacció química, disseny de reactors, i valorització i transformació de matèries primeres i recursos energètics.
- TE2 - Capacitat per a l'anàlisi, disseny, simulació i optimització de processos i productes.

RESULTATS DE L'APRENTATGE

Resultats d'aprenentatge

- Comprendre els principis bàsics de les operacions bàsiques de transferència de matèria i separació i ser capaç d'utilitzar-los per identificar, formular i resoldre problemes del seu àmbit de treball. (Competències G3, G4 i TE1)
- Comprendre els principis bàsics de l'equilibri termodinàmic i ser capaç d'utilitzar-los per identificar, formular i resoldre problemes. (Competències G3, G4 i TE1)
- Ser capaç de dissenyar equips i instal·lacions de transferència de matèria i separació conforme a normes i especificacions. (Competències G4, G6 i TE2)
- Ser capaç de fer funcionar equips de transferència de matèria i separació en instal·lacions de la indústria del procés químic, conforme a normes i especificacions. (Competències G5, G6 i TE2)
- Ser capaç d'analitzar equips i processos de transferència de matèria i separació, de valorar la seua adequació i de proposar alternatives. (Competències G4, G6 i TE2)
- Conèixer i saber utilitzar eines informàtiques específiques per a l'anàlisi i disseny d'operacions bàsiques. (Competències TE1 i TE2)
- Interpretar i extreure la informació necessària per resoldre els problemes plantejats. (Competències G4 i G10)
- Seleccionar i aplicar els mètodes matemàtics més apropiats per a la resolució de problemes. (Competències G3 i TE1)
- Analitzar de forma crítica els resultats obtinguts en resoldre els problemes. (Competència G4)
- Trobar, seleccionar i entendre la informació en fonts bibliogràfiques especialitzades. (Competències G10, G11)
- Adquirir capacitat per treballar en grup. (Competència G10)

Destreses a adquirir

En acabar aquesta assignatura cada estudiant hauria de ser capaç de:

- Conèixer el fonament del procés d'extracció amb dissolvents, quan s'utilitza i perquè s'utilitza.
- Conèixer i treballar amb les diferents formes de l'equilibri líquid-líquid i sòlid-líquid. Etapa d'equilibri i eficàcia d'etapa.
- Treballar amb els diagrames triangulars i aplicar adequadament la regla de la palanca.
- Calcular el nº d'etapes d'equilibri en ELL i ESL.
- Conèixer les característiques diferenciadores dels equips industrials d'extracció (ELL i ESL).
- Conèixer el fonament dels processos d'adsorció i de l'intercanvi iònic així com les seues principals

aplicacions i les diferents maneres d'operació.

- Conèixer i utilitzar adequadament les relacions d'equilibri d'adsorció.
- Conèixer els fonaments del disseny de l'equip industrial d'adsorció i intercanvi iònic.
- Conèixer les operacions bàsiques relacionades amb els processos d'interacció aire-aigua.
- Calcular el conjunt de propietats físiques i termodinàmiques de l'aire humit (humitat absoluta, humitat relativa, temperatura de rosada, temperatura de saturació adiabàtica, entalpia, etc.).
- Manejar qualitativa i quantitativament el diagrama de Mollier.
- Aplicar el mètode entàlpic al disseny de les torres de refredament d'aigua.
- Dissenyar els equips d'humidificació i deshumidificació d'aire.
- Conèixer el procés d'Assecat de sòlids humits.
- Manejar amb soltesa les diferents propietats dels sòlids humits i les característiques de l'equilibri i de la cinètica de l'assecat de sòlids.
- Conèixer els diferents tipus d'assecadors que s'utilitzen normalment en la indústria.
- Aplicar les equacions fonamentals per al càlcul del temps d'assecat en diferents tipus d'assecadors.
- Conèixer els fonaments de la cristal·lització en qualsevol de les seues formes.
- Treballar amb els diagrames d'equilibri de cristal·lització (diagrames de fases i entàlpics).
- Conèixer els fonaments de la formació i creixement dels cristalls.
- Conèixer el que s'entén per sobresaturació i la seua importància en la cristal·lització.
- Realitzar càlculs sobre rendiments i capacitats de diferents tipus de cristal·litzadors.
- Conèixer els diferents tipus de cristal·litzadors.
- Conèixer els fonaments d'altres operacions de separació basades en la circulació de fluids.
- Conèixer els fonaments de la sedimentació i els tipus de sedimentadors.
- Conèixer els fonaments de la filtració i els tipus de filtres utilitzats en la IPQ.
- Conèixer els processos de separació que utilitzen tecnologia de membranes de major aplicació industrial.

A més dels objectius específics assenyalats amb anterioritat, durant el curs es fomentarà el desenvolupament de diverses habilitat socials i tècniques, entre les quals cal destacar:

- Capacitat d'anàlisi i de síntesi.
- Capacitat d'interpretar dades rellevants.
- Capacitat de transmetre idees, problemes i solucions.
- Capacitat d'argumentar des de criteris racionals i lògics.
- Capacitat d'expressar-se de forma correcta i organitzada.
- Capacitat de desenvolupar un problema de forma sistemàtica i organitzada.
- Capacitat d'analitzar críticament els resultats d'un problema.
- Capacitat de treballar de forma autònoma.
- Capacitat d'integrar-se i participar activament en tasques de grup respectant la diversitat, l'equitat i la igualtat de gènere.
- Capacitat de distribuir adequadament el temps per al desenvolupament de tasques individuals o de grup.



DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

1. Extracció líquid-líquid

Introducció.- Equilibri en sistemes líquid-líquid.- Sistemes immiscibles i parcialment miscibles. Diagrames triangulars. Corba binodal i línies dunió.- Balanços de matèria. Regla de la palanca.- Càlcul del nº d'etapes ideals en sistemes immiscibles. Recta operativa.- Càlcul del nº d'etapes ideals en sistemes parcialment miscibles. Polo operatiu. Classificació i selecció d'extractors L-L.

2. Extracció sòlid-líquid

Introducció.- Equilibri en ESL. Retenció de dissolució pel sòlid.- Maneres d'operació en ESL.- Disseny d'extractors. Càlcul del nº d'etapes ideals.- Equip industrial per a ESL.

3. Adsorció i Intercanvi iònic

Introducció.- Adsorbents i bescanviadors iònics.- Equilibri en adsorció. Isotermes d'adsorció.- Cinètica de l'adsorció.- Disseny d'equip. Llit mòbil i llit fix. Corba de ruptura i ona d'adsorció.- Equip industrial.- Processos avançats d'adsorció.- Equilibri en intercanvi iònic.- Capacitat d'intercanvi iònic.- Cinètica de l'intercanvi.

4. Operacions basades en la interacció aire-aigua

Interacció Aire-Aigua. Introducció.- Propietats de l'aire humit. Diagrama de Mollier.- Humidificació adiabàtica i no adiabàtica.- Temperatura humida de l'aire.- Disseny dequips. Equacions fonamentals.- Torres de refredament d'aigua. Mètode entàlpic.- Equip industrial de refredament d'aigua.- Humidificació i deshumidificació d'aire.

5. Assecat de sòlids humits

Introducció.- Propietats dels sòlids humits.-Equilibri en assecat.- Mecanisme i cinètica de l'assecat. Períodes d'assecat.- Disseny i càlcul d'assecadors.- Determinació del temps d'assecat: Assecadors intermitents.- Assecadors continus. Funcionament adiabàtic.- Classificació i selecció d'assecadors.

6. Cristal·lització en dissolucions

Introducció.- Característiques dels sòlids cristal·lins.- Equilibri de cristal·lització.- Diagrames d'equilibri: mesclures foses, dissolucions, sistemes binaris, sistemes ternaris.- Sobresaturació.- Rendiments.- Cinètica de la cristal·lització.- Disseny de cristal·litzadors.



7. Altres operacions de separació

Operacions basades en el flux extern de fluids. Operacions de separació amb membranes. Descripció de les operacions més importants i la seua aplicació industrial.

VOLUM DE TREBALL

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Pràctiques en aula	40,00	100
Classes de teoria	20,00	100
Elaboració de treballs individuals	35,00	0
Preparació d'activitats d'avaluació	20,00	0
Preparació de classes de teoria	15,00	0
Preparació de classes pràctiques i de problemes	20,00	0
TOTAL	150,00	

METODOLOGIA DOCENT

El desenvolupament de l'assignatura s'estructura entorn de les classes de teoria i de problemes i la realització d'activitats.

En les classes de teoria s'utilitzarà el model de lliçó magistral. El professorat exposarà mitjançant presentació i/o explicació els continguts de cada tema incidint en aquells aspectes clau per a la comprensió del mateix. Es treballaran fonamentalment les competències G3, G6, TE1 i TE2.

Les classes pràctiques de problemes i qüestions numèriques es desenvoluparan seguint dos models. En algunes de les classes serà el professorat qui resolga una sèrie de problemes i qüestions tipus per a instruir en la identificació dels elements essencials del plantejament i resolució dels problemes. En altres classes seran les i els estudiants, individualment o en grup, els que hauran de resoldre problemes i qüestions anàlegs sota la supervisió del professorat. Una vegada conclòs el treball, els problemes seran arreglats, analitzats i corregits. Es treballaran fonamentalment les competències G3, G4, G6, TE1 i TE2.

Les activitats proposades seran de dos tipus: Problemes complets, de complexitat similar als dels exàmens, i Qüestionaris dirigits a preparar els conceptes més importants de cada tema. Totes les activitats proposades es realitzaran en l'horari habitual de l'assignatura. Després de la seua correcció, cada estudiant rebrà informació dels seus resultats perquè identifique els seus errors i reforce els conceptes menys consolidats. Es treballaran fonamentalment les competències G4, G6 i TE2.

AVALUACIÓ



L'avaluació de l'aprenentatge en **primera convocatòria** es basa en un model d'avaluació contínua, en el qual es valorarà les activitats realitzades al llarg del quadrimestre: Qüestionaris de Teoria (QT), Problemes Resolts (PR) i dues Proves Objectives (PO1 i PO2).

La nota de la part de teoria de l'assignatura (NT) s'obtindrà a partir de la mitjana de les notes dels Qüestionaris de Teoria realitzats. La nota de la part de problemes de l'assignatura s'obtindrà a partir de les notes dels Problemes Resolts (NPR) i de les notes de les Proves Objectives (NPO1 i NPO2).

S'avisarà amb suficient antelació de la data de realització de qualsevol activitat avaluable, qüestionari o problema, que sempre serà en l'horari habitual de l'assignatura. Respecte a les Proves Objectives, la primera (Temes 1 i 2) es realitzarà en la data programada en l'horari de l'assignatura, mentre que la segona (Temes 3 a 7) coincidirà amb la data oficial de l'examen de la primera convocatòria.

La Nota Final de l'assignatura s'obtindrà com:

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

Per a superar l'assignatura en primera convocatòria, la Nota Final ha de ser igual o superior a 5.0 sobre 10.

Si un/una estudiant té una raó justificada de força major que li impedeix el seguiment de la modalitat d'avaluació contínua, haurà de posar-se en contacte a l'inici del quadrimestre amb el professorat responsable de l'assignatura per a consensuar una modalitat d'avaluació alternativa.

L'avaluació de l'aprenentatge en **segona convocatòria** es realitzarà sobre la base de la nota dels Problemes Resolts (NPR) i la nota d'un únic Examen de tots els continguts de l'assignatura (NEX) que es realitzarà en la data oficial de la segona convocatòria.

La Nota Final de l'assignatura s'obtindrà com la major de:

- Nota Final = $0.10 \cdot (\text{NPR}) + 0.9 \cdot (\text{NEX})$
- Nota Final = $1 \cdot (\text{NEX})$

Per a superar l'assignatura en segona convocatòria, la Nota Final ha de ser igual o superior a 5.0 sobre 10.

En totes les activitats (CT, PR, PO1, PO2 i EX) s'avaluarà l'adquisició de les competències G3, G4, G6, TE1 i TE2.

En qualsevol cas, el sistema d'avaluació es regirà pel que s'estableix en el Reglament d'Avaluació i Qualificació de la Universitat de València per a Títols de Grau i Màster (<https://goo.gl/uddys2>).

REFERÈNCIES



Bàsiques

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

Complementàries

- 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)", 4^a 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", 7^a 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", 2^a ed., Butterworth-Heinemann (2013). Accesible on line. <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780080966595>