

## Operacions de Separació II

Codi: 106060  
Crèdits: 6

2024/2025

Titulació	Tipus	Curs
2500897 Enginyeria Química	OT	4

### Professor/a de contacte

Nom: José Luis Montesinos Seguí

Correu electrònic: joseluis.montesinos@uab.cat

### Idiomes dels grups

Podeu consultar aquesta informació al [final](#) del document.

### Prerequisits

Es recomana haver assolit els conceptes bàsics i fonaments de les assignatures: Aplicacions Informàtiques, Transmissió de calor i Termodinàmica, Fenòmens de Transport, Operacions de Separació I i Simulació de Processos Químics.

### Objectius

En aquesta assignatura es tracten operacions de separació basades en la transferència de matèria, tant d'equilibri com controlades per la velocitat de transferència. En concret, la Humidificació, Adsorció, Bescanvi iònic, Cromatografia i separacions mitjançant Membranes. En tot moment es fa un desenvolupament de cada bloc de manera acumulativa respecte les operacions de separació que l'alumne/a ja coneix, utilitzant els conceptes d'equilibri, velocitat de transferència, coeficients de transport, sistemes en contracorrent, en flux creuat, etc., i fent-hi una síntesi dels conceptes comuns entre totes elles. Finalment, es pretén que es coneguin els conceptes bàsics d'aquestes operacions i els diferents mètodes i aplicacions com a base necessària sobre noves tecnologies de separació.

### Competències

- "Comprendre i aplicar els principis bàsics en què es fonamenta l'enginyeria química, i més concretament: balanços de matèria, energia i quantitat de moviment; termodinàmica, equilibri entre fases i equilibri químic; cinètica dels processos físics de transferència de matèria, d'energia i de quantitat de moviment, i cinètica de la reacció química"
- Comparar i seleccionar amb objectivitat les diferents alternatives tècniques d'un procés químic.
- Hàbits de pensament

### Resultats d'aprenentatge

1. Aplicar els fonaments científics i tecnològics d'equilibri i transferència de matèria i les operacions de separació.
2. Aplicar els fonaments científics i tecnològics de la transferència de matèria a les operacions de separació.

3. Aplicar i identificar conceptes bàsics relacionats amb l'enginyeria química.
4. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics
5. Escollir entre diferents alternatives per definir processos de separació.
6. Identificar, analitzar i resoldre balanços d'energia en processos químics simples.

## Continguts

### TEMA 0.- INTRODUCCIÓ

Operacions de separació basades en la transferència de matèria. Equilibri entre fases. Velocitat de transferència. Configuracions. Sistemes multietapa.

### TEMA 1.- HUMIDIFICACIÓ

- 1.1. Introducció
- 1.2. Definicions i nomenclatura
- 1.3. Equilibri entre fases
- 1.4. Temperatura de saturació adiabàtica ( $T_s$ )
- 1.5. Mesura de la humitat, temperatura de termòmetre humit ( $T_w$ )
- 1.6. Diagrama psicromètric
- 1.7. Teoria i càlcul de torres de refrigeració
  - 1.7.1. Equacions i balanços en una torre de refrigeració
  - 1.7.2. Estimació de la temperatura dels gasos de sortida

### TEMA 2.- ADSORCIÓ

- 2.1. Introducció. Definició i tipus
- 2.2. Adsorbents
- 2.3. Equilibri d'adsorció. Isotermes d'adsorció. Models d'adsorció
- 2.4. Operacions d'adsorció per etapes
  - 2.4.1. Flux creuat
  - 2.4.2. Contracorrent
- 2.5. Operacions i equips d'adsorció de contacte continu
  - 2.5.1. Llit fix
  - 2.5.2. Llit mòbil
  - 2.5.3. Llit fluïditzat

### TEMA 3.- BESCANVI IÒNIC

- 3.1. Principis del bescanvi iònic
- 3.2. Reïnes bescanviadores d'ions

- 3.2.1. Estructura física
- 3.2.2. Estructura química. Matriu polimèrica
- 3.2.3. Grups funcionals
- 3.3. Equilibri iònic entre fases S-L
- 3.4. Velocitat de bescanvi
- 3.5. Tipus d'operacions de bescanvi iònic
  - 3.5.1. Contracorrent
  - 3.5.2. Llit fix
- 3.6. Tècniques i aplicacions
  - 3.6.1. Estovament d'aigües. Descalcificació
  - 3.6.2. Desmineralització total. Desionització
  - 3.6.3. Tractament de residus i recuperació d'ions metàl·lics
  - 3.6.4. Cromatografia

#### TEMA 4.- MEMBRANES

- 4.1. Fonaments i tipus de processos de membranes
- 4.2. Microfiltració
- 4.3. Osmosi, Osmosi inversa i Ultrafiltració
  - 4.3.1. Osmosi inversa
  - 4.3.2. Ultrafiltració
  - 4.3.3. Configuració de sistemes de membranes
  - 4.3.4. Polarització de la concentració
- 4.4. Diàlisi
- 4.5. Electродиàlisi
- 4.6. Mòduls de membrana
- 4.7. Equips i aplicacions
  - 4.7.1. Recuperació d'ions metàl·lics. Electродиàlisi
  - 4.7.2. Reciclatge de banys de desengreixat
  - 4.7.3. Separació d'enzims produïts per fermentació
  - 4.7.4. Dessalinització
  - 4.7.5. Hemodiàlisi
  - 4.7.6. Recuperació i preparació d'una alga com aliment

## Activitats formatives i Metodologia

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes magistrals	31	1,24	3, 1, 2, 5, 4, 6
Pràctiques d'aula (Resolució Problemes)	15	0,6	3, 1, 2, 5, 4, 6
Seminaris	4	0,16	3, 1, 2, 5, 4, 6
Tipus: Supervisades			
Realització de treballs teòrics, de problemes i de simulació per ordinador	8	0,32	3, 1, 2, 5, 4, 6
Tutories de suport	5	0,2	3, 1, 2, 5, 4, 6
Tipus: Autònomes			
Estudi	42	1,68	3, 1, 2, 5, 4, 6
Resolució de problemes	34	1,36	3, 1, 2, 5, 4, 6
Tutories amb el professor	2	0,08	3, 1, 2, 5, 4, 6

MD1 Exposició de continguts a classe - Classe magistral o conferència

MD2 Classes participatives (resolució conjunta de problemes, debats, anàlisi de casos, presentacions de treballs realitzats per estudiants)

MD3 Tutories

MD5 Activitats d'avaluació (avaluació continuada amb almenys tres fites: inicial, de seguiment i final)

MD6 Aprenentatge basat en problemes/casos d'ús/projectes

MD7 Utilització d'un programari específic per dissenyar operacions de separació mitjançant simulació

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

## Avaluació

### Activitats d'avaluació continuada

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Prova de síntesi	50 %	6	0,24	3, 1, 2, 5, 4, 6
Proves parcials	30 %	3	0,12	3, 1, 2, 5, 4, 6

Resolució de problemes i casos, informes, treballs i la seva defensa	20	0	0	3, 1, 2, 5, 4, 6
	%			

Per considerar superada l'assignatura caldrà que s'obtingui una qualificació global mínima de 50/100.

#### **a) Procés d'avaluació i activitats programades**

L'avaluació continuada es realitzarà considerant una sèrie d'activitats:

- Problemes, treballs i exercicis (PTE) : 20 % nota
- 1<sup>a</sup> prova parcial (PP1) (tema 1): 10 % nota.
- 2<sup>a</sup> prova parcial (PP2) (temes 2 i 3): 10 % nota.
- 3<sup>a</sup> prova parcial (PP3) (tema 4): 10 % nota.
- Prova de síntesi (PS) (temes 1 a 4): 50 % nota.

Els problemes, treballs i exercicis (PTE) es faran individualment o en grup i podran ser problemes de la llista de l'assignatura o no, estudi de casos específics i activitats basades en conceptes teòrics clau dels temes corresponents. Les proves parcials (PP1, PP2 i PP3) consistiran en un problema curt i conceptes teòrics dels temes corresponents (1h). La prova de síntesi (PS) inclourà tot el contingut de l'assignatura i consistirà en una part teòrica i una altre amb tres problemes (5h). A les proves parcials i als problemes de la prova de síntesi es podrà utilitzar material de suport tipus: apunts, llibres, formularis, problemes resolts, ordinador, eines de càlcul, etc... A la part de teoria de la prova de síntesi no es podrà fer servir cap tipus de material addicional a no ser que sigui indicat pel professor.

#### **b) Programació d'activitats d'avaluació**

La programació de les activitats d'avaluació i lliurament de treballs es publicaran a la Plataforma virtual corresponent (Moodle) i poden estar subjectes a possibles canvis de programació per motius d'adaptació a possibles incidències. Sempre s'informarà a la Plataforma virtual corresponent sobre aquests canvis, ja que s'entén que aquesta és la plataforma habitual d'intercanvi d'informació entre professors i estudiants.

No es realitzaran exàmens en dates, horaris i llocs diferents als que es programin i difonguin per la coordinació de la titulació/Escola d'Enginyeria. No es podrà introduir cap canvi sense el vistiplau de la coordinació de la titulació. Transcorreguts 30 min de l'hora programada de l'activitat d'avaluació, si no s'ha iniciat es cancel·la. Les activitats cancel·lades es reprogramaran.

#### **c) Procés de recuperació**

L'estudiant que hagi suspès l'avaluació continuada o vulgui pujar la nota podrà fer la prova final de recuperació (PR 100 %). Haurà d'haver estat avaluat d'un conjunt d'activitats que representin un mínim de 2/3 parts de la qualificació total de l'assignatura. En presentar-se a aquesta prova final de recuperació renuncia a totes les notes de l'avaluació continuada. La prova final inclourà tot el contingut de l'assignatura i consistirà en una part teòrica i una altre amb tres problemes (5h). Als problemes de la prova final es podrà utilitzar material de suport tipus: apunts, llibres, formularis, problemes resolts, ordinador, eines de càlcul, etc... A la part de teoria de la prova de final no es podrà fer servir cap tipus de material addicional a no ser que sigui indicat pel professor. En cas de no presentar-se a la prova final, la qualificació de l'assignatura serà la de l'avaluació continuada.

#### **d) Procediment de revisió de les qualificacions**

Per a cada activitat d'avaluació, s'indicarà a la Plataforma virtual corresponent (Moodle) un lloc, data i hora de revisió en la que l'estudiant podrà revisar l'activitat amb el professor.

#### **e) Qualificacions especials**

Atorgar una qualificació de Matrícula d'Honor (MH), a banda de la nota mínima que pot donar-hi accés ( $\geq 9.00$ ), és decisió del professorat responsable de l'assignatura que tindrà en compte la proactivitat envers

l'assignatura, la comprensió dels fonaments i la seva relació amb d'altres assignatures i la fluïdesa, fiabilitat i expressió dels raonaments. Es tindrà especial atenció amb la part teòrica de les proves de síntesi i final. Es podran concedir les MH resultants de calcular el 5% o fracció de persones matriculades.

Es considerarà No Avaluable (NA) si l'estudiant no ha estat avaluat d'un conjunt d'activitats que representin un mínim de 2/3 parts de la qualificació total de l'assignatura.

#### **f) Irregularitats per part de l'estudiant, còpia i plagi**

En cas que l'estudiant realitzi qualsevol irregularitat que pugui conduir a una variació significativa de la qualificació d'un acte d'avaluació, es qualificarà amb un 0 aquest acte d'avaluació, amb independència del procés disciplinari que s'hi pugui instruir. Aquesta activitat d'avaluació no serà recuperable. El professorat responsable de l'assignatura haurà d'informar d'aquests casos a la coordinació de la titulació que registrarà el fet.

#### **g) Avaluació de l'alumnat repetidor**

A partir de la segona matrícula l'estudiant podrà optar per fer de nou l'avaluació continuada o una prova de síntesi que serà la mateixa prova (igual data i horari) que la de síntesi (PS) per a l'estudiant de primera matrícula. Ho haurà de comunicar per e-mail al professor dins els primers 15 dies de curs. D'aquesta manera, la qualificació de l'assignatura correspondrà o bé a l'avaluació continuada o només a la qualificació d'aquesta prova de síntesi (PS 100 %), en substitució de l'avaluació continuada a tots els efectes. També podrà fer una prova final de recuperació (PR 100%), d'acord amb les restriccions i condicions de la modalitat que hagi escollit, i serà la mateixa prova (igual data, hora i lloc) que la de recuperació (PR 100%) per a l'estudiant de primera matrícula.

#### **h) Avaluació única**

Aquesta assignatura no preveu el sistema d'avaluació única.

## **Bibliografia**

- Coulson, J.M., Richardson, J.F. Chemical Engineering. Vol 2. Particle Technology and Separation Processes. 5<sup>th</sup> ed. Butterworth-Heinemann Ltd. UK. (2002). Dig Print 2015.
- Geankoplis, C. J., Hersel, A.A., Lepek, D.H. Transport Processes and Separation Process Principles. 5<sup>th</sup> ed. Prentice Hall PTR. USA (2018).
- McCabe, W. Unit operations of chemical engineering. 7<sup>th</sup> ed. McGraw-Hill Education. UK. (2005).
- Perry's Chemical Engineers' Handbook. 8<sup>th</sup> ed. McGraw-Hill Education. USA. (2008). ebook
- Wankat, P. Ingeniería de procesos de separación (2a. ed.). Pearson Educación. (2008). ebook.
- Wankat, Ph. C. Separation process engineering: includes mass transfer analysis.(4th ed). Boston: Prentice Hall (2016).

## **Programari**

- Pal, Nirupam & Siletti, Charles & Petrides, Demetri. (2008). Superpro Designer: An Interactive Software Tool for Designing and Evaluating Integrated Chemical, Biochemical, and Environmental Processes.

## **Llista d'idiomes**

Nom	Grup	Idioma	Semestre	Torn
-----	------	--------	----------	------

(PLAB) Pràctiques de laboratori	1	Català/Espanyol	primer quadrimestre	matí-mixt
(SEM) Seminaris	1	Català/Espanyol	primer quadrimestre	matí-mixt
(TE) Teoria	1	Català/Espanyol	primer quadrimestre	matí-mixt

PROVISIONAL