

**Experimentació en Enginyeria Química III**

Codi: 102394

Crèdits: 3

Titulació	Típus	Curs	Semestre
2500897 Enginyeria Química	OB	3	2

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

### Professor/a de contacte

Nom: María Eugenia Suarez Ojeda

Correu electrònic: MariaEugenia.Suarez@uab.cat

### Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: Sí

Grup íntegre en espanyol: No

### Altres indicacions sobre les llengües

Aquesta assignatura es realitza en català i/o castella

### Equip docent

Eduardo Beltrán Flores

David Gabriel Buguña

### Equip docent extern a la UAB

Laura Trigo

Àlex Baldirà

### Prerequisits

Haver cursat les assignatures: Balanços d'enginyeria química, operacions de separació, transmissió de calor i reactors químics i estar cursant control i instrumentació.

### Objectius

- Posar en pràctica conceptes adquirits en matèries obligatòries del grau d'Enginyeria Química tals com: Balanços, operacions de separació, reactors químics i control i instrumentació.
- Familiaritzar-se amb tècniques i muntatges experimentals.
- Consolidar fonaments teòrics adquirits en les assignatures prèviament cursades.
- Aplicar els conceptes d'error d'arrodoniment, anàlisi de sensibilitat, xifres significatives i propagació de l'error.
- Adquirir, processar, tractar i correlacionar dades experimentals mitjançant les eines adequades. Analitzar críticament dels resultats.

- Comunicar eficaçment de forma escrita, els coneixements, els resultats i la seva anàlisi i les conclusions relacionats amb l'àmbit del laboratori químic i de l'enginyeria química.

## 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"
- Actitud personal
- Analitzar, avaluar, dissenyar i operar sistemes o processos, equips i instal·lacions propis de l'enginyeria química d'acord amb determinats requeriments, normes i especificacions sota els principis del desenvolupament sostenible.
- Aplicar el mètode científic a sistemes en què es produeixin transformacions químiques, físiques o biològiques tant a escala microscòpica com macroscòpica.
- Assumir els valors de responsabilitat i ètica professional propis de l'enginyeria química.
- Demostrar que es comprenen els principals conceptes del control de processos d'enginyeria química.
- Demostrar que es coneixen les diferents operacions de reacció, separació, processament de materials i transport i circulació de fluids involucrades en els processos industrials de l'enginyeria química.
- Hàbits de pensament
- Hàbits de treball personal
- Treball en equip
- Ètica i professionalitat.

## Resultats d'aprenentatge

1. Adaptar-se a situacions imprevistes.
2. Aplicar balanços de matèria i energia en sistemes continus i discontinus.
3. Aplicar control PID de temperatura i nivell.
4. Aplicar mètodes numèrics per a resoldre casos empírics.
5. Assumir la responsabilitat social, ètica, professional i legal, si escau, que es derivi de la pràctica de l'exercici professional.
6. Avaluar de manera crítica el treball dut a terme.
7. Desenvolupar el pensament científic.
8. Dur a terme experiments.
9. Dur a terme operacions de separació.
10. Fer una anàlisi crítica dels resultats experimentals i del treball global dut a terme.
11. Generar propostes innovadores i competitives en l'activitat professional.
12. Gestionar la informació incorporant, de manera crítica, les innovacions del propi camp professional i analitzar les tendències de futur.
13. Identificar, gestionar i resoldre conflictes.
14. Operar amb equipaments comuns en la indústria química.
15. Posar en pràctica les lleis fonamentals de la termodinàmica.

## Continguts

Els continguts planificats són els que segueixen a continuació, però les possible restriccions imposades per les autoritats sanitàries poden obligar a fer una prioritització o reducció d'aquests continguts.

A) Sessions de laboratori (activitat dirigida)

15 sessions de 3 hores, al laboratori Q6/0006. La presentació de l'assignatura es realitzarà el primer dia lectiu del segon semestre i és d'assistència obligatòria.

En aquestes 15 sessions es realitzen les següents pràctiques:

1.- Reactors. Estudiar el comportament d'una reacció irreversible de segon ordre en reactors químics ideals (RDTA, RCTA i RCFP). Determinar la variació de la constant cinètica amb la temperatura. Analitzar la fiabilitat d'aplicar les equacions de disseny teòriques en un RCTA i en un RCFP.

2.- Determinació del temps de residència en reactors. Analitzar el comportament real d'un sistema de reactors químics (RCFP, RCTA, RCFP+RCTA) a partir de la distribució del temps de residència (DTR) del sistema.

3.- Control. Anàlisi de la resposta tant per les operacions de regulació (canvis a la pertorbació) com per a servo-operacions (canvis al punt de consigna) a dos sistemes (temperatura i nivell) en llaç obert i en llaç tancat amb retroalimentació (feedback) per a diferents controladors.

4.- Vàlvules. Estudiar la resposta de diferents vàlvules de control per a diferents senyals de control i en diferents condicions d'operació. Elaborar les corbes característiques per cadascuna de les tres vàlvules de les que disposa el muntatge.

5.- Disseny de bescanviadors de calor amb Aspen *Exchanger Design and Rating* (EDR). Dissenyar un bescanviador de calor de carcassa i tubs a partir de les dades obtingudes amb el mètode de Kern. Estudi de diferents configuracions de bescanviador.

6.- Rectificació. Càlcul del nombre de plats de la columna a reflux total. Comprovació de l'equació de Rayleigh i de l'equació de Block. Càlcul de la potència útil necessària. Càlcul de les necessitats d'aigua de refrigeració. Comprovació del balanç de matèria.

B) Informes de pràctiques (activitat autònoma)

Elaboració d'informes a partir de les dades obtingudes al laboratori, anàlisi i discussió de les dades obtingudes i comparació amb la bibliografia adient, càlcul de la propagació d'errors i/o anàlisi de sensibilitat. Elaboració d'exemples de càlcul detallats.

## Metodologia

La metodologia docent proposada pot experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

És una assignatura d'assistència obligatòria degut al seu caràcter totalment pràctic d'experimentació al laboratori.

En funció del nombre d'alumnes, del calendari acadèmic i del nombre d'instal·lacions experimentals, els alumnes es dividiran en torns, fins a un màxim de 3, i cada torn es dividirà en equips de treball, fins a un màxim de 10 grups per torn.

És obligatori l'ús de bata de laboratori, d'ulleres de seguretat, de material per prendre notes i haver-se llegit i entès els guions de pràctiques.

És d'extrema importància seguir les normes de seguretat i higiene derivades de la situació excepcional de la COVID-19 si fos necessari.

No es poden portar lents de contacte. S'han de portar sabates tancades i les cames cobertes amb pantalons. Els cabells s'han de portar recollits. No es poden portar arrecades llargues. La manca de compliment d'aquesta directrius es motiu de negació de l'entrada al laboratori.

El primer dia de treball al laboratori s'ha de portar el document de conformitat amb les normes de seguretat, una vegada s'ha llegit l'informació relacionada amb la "Seguretat als laboratoris docents" disponible al moodle de l'assignatura.

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.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Presentació de les pràctiques i funcionament del laboratori. Distribució dels grups i torns.	3	0,12	1, 13
Realització de les pràctiques i consolidació dels hàbits de treball al laboratori i del maneig d'equips	45	1,8	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15
Tipus: Supervisades			
Preparació i realització de l'examen	4	0,16	
Tipus: Autònomes			
Elaboració dels informes de pràctiques	23	0,92	1, 2, 6, 7, 10, 13

## Avaluació

L'avaluació proposada pot experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

L'assistència a les sessions de laboratori és obligatòria per aprovar l'assignatura. Cada sessió de no assistència descompta 1 punt sobre 10 de la nota d'actitud al laboratori. Les fraccions de retard també es tindràn en compte.

Per aprovar l'assignatura, a més de l'assistència al laboratori, cal tenir un mínim de 5/10 de la nota global d'informes i un 4/10 de la nota de l'examen final. La nota final s'obté per suma ponderada de cada activitat d'avaluació segons els percentatges establerts. Aquesta suma ha de ser igual a 5.0 per aprovar. L'examen final és obligatori. L'estudiant que no obtingui aquests mínims tindrà una qualificació final inferior a 4. Cal tenir en compte que l'examen final és no recuperable, per tant suspendre'l amb una nota inferior a la indicada anteriorment, suposa no poder aprovar l'assignatura. Si un alumne supera els mínims per a aprovar els informes però suspèn l'examen, se li guardaran les notes dels informes pel següent curs acadèmic en cas que l'alumne així ho demani. Si es suspenen els informes caldrà cursar l'assignatura sencera novament.

Les dates de les pràctiques, de lliurament d'informes, d'avaluació continuada i de l'examen es publicaran al Moodle i poden estar subjectes a canvis de programació per motius d'adaptació a possibles incidències. Sempre s'informarà al Moodle sobre aquests possibles canvis ja que aquesta és la plataforma d'intercanvi d'informació entre professors i estudiants. La calendarització de les activitats d'avaluació es donarà el primer dia de l'assignatura i es farà pública al Moodle i a la web de l'Escola d'Enginyeria, a l'apartat d'exàmens. Es preveu la següent calendarització:

- Assistència obligatòria a les sessions de pràctiques: des de la setmana 1 i fins la setmana 15. Això inclou l'assistència obligatòria a la sessió informativa que es fa el primer dia del quadrimestre.
- Lliurament d'informes de pràctiques: Es preveuen dos lliuraments parcials: Un a l'inici de la desena sessió de pràctiques i un altra 6 dies lectius després de la darrera sessió de pràctiques.
- Exàmen final de l'assignatura: Setmana 17 aproximadament.

Per a cada activitat d'avaluació, s'indicarà un lloc, data i hora de revisió en la que l'estudiant podrà revisar l'activitat amb el professorat. En aquest context, es podran fer reclamacions sobre la nota de l'activitat, que seran avaluades pel professorat responsable de l'assignatura. Si l'estudiant no es presenta a aquesta revisió, no es revisarà posteriorment aquesta activitat.

El plagi o la còpia es consideren exemples de no haver assolit els següents resultats d'aprenentatge: A) Assumir i respectar el rol dels diversos membres de l'equip, així com els diferents nivells de dependència de

l'equip; B) Mantenir una actitud proactiva i dinàmica respecte al desenvolupament de la pròpia carrera professional, el creixement personal i la formació continuada i C) Tenir esperit de superació. Sense perjudici d'altres mesures disciplinàries que s'estimin oportunes, es qualificaran amb un zero les irregularitats comeses per l'estudiant que puguin conduir a una variació de la qualificació d'un acte d'avaluació. Per tant, la còpia, el plagi, l'engany, deixar copiar, etc. en qualsevol de les activitats d'avaluació implicarà suspendre-la amb un zero. Les activitats d'avaluació qualificades d'aquesta forma i per aquest procediment no seran recuperables. Si és necessari superar qualsevol d'aquestes activitats d'avaluació per aprovar l'assignatura, aquesta assignatura quedarà suspesa directament, sense oportunitat de recuperarla en el mateix curs. La nota final de l'estudiant serà inferior a 4.

Els informes s'han de lliurar obligatòriament per via electrònica mitjançant el Moodle i en suport paper als professors al mateix laboratori, en la data estipulada al calendari que es publicarà al Moodle. El format electrònic acceptat és pdf, amb una mida màxima de 15 Mb. Cada dia de retard en el lliurament de l'informe es penalitzarà amb 1 punt sobre 10 fins a un màxim de 6 dies laborals, moment en el qual la nota de l'informe serà de 0. Es publicarà al Moodle una guia amb el format que han de seguir els informes, la qual s'ha de seguir rigorosament. La manca de seguiment d'aquestes directrius de format per l'elaboració dels informes serà penalitzat amb 1 punt sobre 10. Adicionalment, els alumnes tindran al seu abast una guia dels apartats que calen incloure a l'informe i de l'estil per a confeccionar aquests apartats. La manca de seguiment d'aquesta guia, l'omissió d'algun apartat o del seu desenvolupament detallat i rigorós por comportar un suspès de l'informe en qüestió.

Matricules d'honor. Atorgar una qualificació de matrícula d'honor és decisió del professorat responsable de l'assignatura. La normativa de la UAB indica que les MH només es podran concedir a estudiants que hagin obtingut una qualificació final igual o superior a 9.00. Es pot atorgar fins a un 5% de MH del total d'estudiants matriculats. En cas de que n'hi hagin més alumnes amb una qualificació final superior a 9 que el percentatge o fracció estipulats anteriorment, s'atorgaran les matricules de honor als alumnes que tinguin les qualificacions finalment més elevades. Un estudiant es considerarà no avaluable (NA) si no s'ha presentat a les sessions pràctiques de laboratori.

Les competències transversals següents: 1) Assumir els valors de responsabilitat i ètica professional propis de l'enginyeria química, 2) Ètica i professionalitat, 3) Hàbits de pensament, 4) Hàbits de treball personal i 5) Treball en equip es treballaran i formaran part de les activitats d'avaluació de l'assignatura (actitud al laboratori, informes de pràctiques i examen final).

## Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Actitud al laboratori. Assistència, organització i gestió del temps. Netedat i cura de la zona de treball, puntualitat, seguiment de les normes de seguretat. Es calcularà com a: 50% avaluació entre iguals i 50% avaluació del professorat.	20%	0	0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
Examen final (individual)	30%	0	0	2, 4, 7, 10, 13
Informes de pràctiques (Grupal)	50%	0	0	1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 15

## Bibliografia

- Aspen Technology, Inc. <http://www.aspentech.com/aspen-edr/>. Consultat per última vegada el 03/07/2017.
- Aris R. Análisis de reactores. Ed. Alhambra. Madrid, 1973.
- Coulson, J. M., Richardson, J. F. Ingeniería química. Vol. 2 Operaciones unitarias. Ed. Reverté. Barcelona, 2002. Accés restringit als usuaris de la UAB <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780080490649>.

Consultat per última vegada el 09/07/2015.

- Henley, E. J., Seader, J. D. Operaciones de separación por etapas de equilibrio en ingeniería química. Ed. Reverté. Barcelona, 1988.
- McCabe, W. L., Smith, J. C., i Harriot, P. Operaciones unitarias en ingeniería química. Ed. McGraw-Hill. Mèxic, 2007.
- King, C. J. Procesos de separación. Ed. Reverté. Barcelona, 1980.
- Levenspiel O. Ingeniería de las reacciones químicas. Ed. Limusa Wiley. México, 2004.
- Levenspiel O. The Chemical reactor omnibook. Ed. Corvallis-Oregon State University. Oregon, 2002.
- Perry, R. H., Chilton, C. H. Perry's chemical engineers' handbook. 7a ed. Ed. McGraw-Hill. New York, 1997.
- Ollero de Castro, P., Fernández, E. Control e instrumentación de procesos químicos. Ed. Síntesis. Madrid (Espanya), 1997.
- Romagnoli J. A., Palazoglu, A. Introduction to Process Control. Ed. CRC Taylor and Francis. Boca Ratón (EUA), 2006.
- Scott Fogler, H. Elementos de ingeniería de las reacciones químicas. Ed. Pearson Educación. México, 2008.
- Seborg, D. E., Edgar, T.; Mellichamp, D. A. Process Dynamics and Control. 2a edició. Ed. John Wiley & Sons. Nova York, 2004.
- Stephanopoulos, G. Chemical Process Control: An Introduction to Theory and Practice. Ed. Prentice-Hall. New Jersey, 1984.

#### Bibliografía digital

Ravi, R. Vinu, R. Gummadi, S. N..(2017). *Coulson and Richardson's Chemical Engineering, Volume 3A - Chemical and Biochemical Reactors and Reaction Engineering (4th Edition)*. Elsevier. Retrieved from <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpCRCEVAC1/coulson-richardsons-chemical/coulson-richardsons-chemical>

Rohani, Sohrab. (2017). *Coulson and Richardson's Chemical Engineering, Volume 3B - Process Control (4th Edition)*. Elsevier. Retrieved from <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpCRCEVBP8/coulson-richardsons-chemical/coulson-richardsons-chemical>

## Programari

MS Excel y MS Word

Matlab

Polymath

Aspen Hysys

Labview

Armfield equipment software

Home-made software for control of equipments