

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

Codi	34761
Nom	Enginyeria de la reacció química II
Cicle	Grau
Crèdits ECTS	6.0
Curs acadèmic	2019 - 2020

Titulació/titulacions

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

Matèries

Titulació	Matèria	Caràcter
1401 - Grau d'Enginyeria Química	16 - Enginyeria de la Reacció Química	Obligatòria

Coordinació

Nom	Departament
BERNA PRATS, ANGEL	245 - Enginyeria Química

RESUM

L'assignatura Enginyeria de la Reacció Química II forma part de la matèria del mateix nom, l'objectiu general de la qual és que els estudiants guanyen coneixements de cinètica de les reaccions químiques, que, combinats amb els principis bàsics de l'enginyeria química, puguin aplicar-los al disseny i operació dels reactors de la indústria química i biotecnològica.

L'objecte d'estudi de l'Enginyeria de la Reacció Química són els reactors químics. Aquest estudi té dues vessants, l'anàlisi del comportament i el disseny tant de l'aparell com de la seva operativa. Com la major part de l'Enginyeria Química és un camp molt aplicat. Amb aquests coneixements es pretén posar les bases perquè l'estudiant pugui abordar l'estudi del comportament i el disseny dels diferents reactors químics.

La part pràctica tracta d'estudiar diferents aplicacions dels conceptes exposats, així, per exemple, es calcularà el volum de reactor necessari per tal d'obtenir un grau de conversió o una producció determinades, i l'efecte de modificar algun paràmetre com per exemple la temperatura d'operació. La interpretació dels resultats serà una part important de l'aprenentatge.



És una assignatura obligatòria de caràcter quadrimestral que s'imparteix en el primer quadrimestre del tercer curs de la titulació de Grau en Enginyeria Química. En el pla d'estudis consta d'un total de 6 crèdits ECTS.

Amb aquesta assignatura es pretén donar una visió general de l'Enginyeria de la Reacció Química i proporcionar als estudiants els coneixements necessaris dels fonaments dels processos de reacció química, introduint les ferramentes necessàries per a l'anàlisi i disseny dels reactors químics.

Aquestes ferramentes seran la combinació dels balanços amb les equacions de velocitat. D'aquesta manera, s'establiran les bases imprescindibles perquè l'estudiant puga aplicar amb èxit aquests coneixements.

Es tracta d'una assignatura amb un gran component pràctic en què, una vegada introduïts els conceptes es resoldran una sèrie de problemes. En una altra assignatura es duran a terme una selecció de pràctiques de laboratori.

Els **continguts** de la assignatura són: Reactors no isoterms. Reactors no ideals. Reactors heterogenis. Reactors catalítics. Aspectes de seguretat dels reactors químics.

Observacions: Les classes tant de teoria com de problemes s'impartiran en valencià tal com consta a la fitxa de la assignatura disponible a la web del grau.

CONEIXEMENTS 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

Càlcul diferencial i integral, sistemes de equacions (algebraïques i diferencials), càlcul numèric, optimització, estadística, sistemes de coordenades.

Estequiometria, cinètica.

Equilibri i calor de reacció, transmissió de calor.

Canvi dunitats, balanços de matèria, energia i quantitat de moviment, transferència de calor i matèria, mecànica de fluids.

Economia: nocions bàsiques.

Informàtica: programes bàsics, programes dirigits a resoldre sistemes de equacions (Polymath, MATLAB, etc).

Enginyeria de la

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 de l'aprenentatge

- Conèixer i comprendre els fonaments de la cinètica química aplicada. (G3, TE1)
- Aplicar els principis de conservació de la matèria i l'energia a sistemes amb reacció química. (G4, TE1, TE2)
- Aplicar els principis de la termodinàmica i cinètica als sistemes amb reacció química. (G4)
- Conèixer els tipus, característiques i models matemàtics que descriuen els reactors ideals. (G3)
- Analitzar el funcionament i dimensionar reactors ideals isoterms i no isoterms. (G3, G5, G6)
- Seleccionar el tipus i nombre de reactors per a aconseguir una determinada conversió. (G4)
- Entendre les desviacions del flux ideal en els reactors químics (G5, TE1)
- Conèixer les especificitats i aplicacions de diversos tipus de reactors industrials: catalítics, bioquímics, de polimerització, de membrana (G5)
- Conèixer i aplicar els principis de seguretat en els reactors químics (G6, G11)
- Preparar i redactar informes escrits. (G5, G10)



- Realitzar dissenys de forma individual i en grup. (G4)

Destreses a adquirir

L'alumne al final del curs ha de ser capaç de:

- Conèixer els fenòmens implicats en les reaccions químiques. Conèixer la nomenclatura i la terminologia bàsica. (G3, G10, TE1)
- Calcular els canvis de composició que hi succeeixen i la seva repercussió sobre la velocitat de reacció. (G4)
- Conèixer els paràmetres que influeixen sobre la velocitat de reacció i la forma d'aquesta influència. (G4, G5)
- Combinar els aspectes de la cinètica de la reacció amb els que caracteritzen el comportament del reactor (continu, discontinu, etc.). (G5, G6)
- Combinar la cinètica de la reacció química amb la de transferència de matèria per als casos de reaccions heterogènies. (G3, G4)
- Aplicar els balanços de matèria i energia necessaris per al disseny i anàlisi dels reactors ideals. (G3, G4)
- Aplicar aquests coneixements al disseny dels reactors i a la predicció del seu funcionament. (G3, G4, TE2)
- Entendre el funcionament dels diferents reactors químics i ser capaços de fer recomanacions per a diferents casos particulars. (G4, G5, G11, TE2)
- Aplicar els procediments de càlcul d'una manera raonada, justificant els resultats obtinguts. (G4, TE1)

A més a més, durant el curs es promourà l'adquisició per part de l'alumne d'altres **habilitats socials i tècniques**, com ara:

- Reconèixer els diferents tipus d'informació que apareixen en un text relacionat amb reaccions i reactors químics. (G3, G10)
- Recollir la informació necessària per a plantejar i resoldre un problema relacionat amb el disseny i/o anàlisi d'un reactor. (G3, G4)
- Manejar aquesta informació amb criteri. (G4, G5)
- Identificar i explicar el significat físic de cada un dels termes de les equacions dels balanços. (G3, G4)
- Descriure les equacions de la cinètica de les reaccions químiques i de transferència de calor. (G3, G4)



- Explicar les característiques diferenciadores dels diferents reactors ideals. (G3, G4)
- Extraure informació a partir de l'enunciat d'un problema. (G4, G5)
- Interpretar i plasmar en forma de variables les dades d'un problema. (G4, G5)
- Interpretar correctament altres dades, definicions i relacions del procés i plasmar-los en forma d'equacions. (G4, G5)
- Plantejar les condicions de contorn adequades per a la integració i resolució dels problemes. (G4, G5)
- Resoldre el problema aplicant les ferramentes matemàtiques adequades. (G4, G5)
- Interpretar i raonar els resultats d'un problema. (TE2)
- Interpretar resultats experimentals i elaborar informes. (G3, G5, TE2)
- Organitzar els càlculs de forma sistemàtica (G3, G5, TE2)
- Fer els càlculs amb precisió i de manera fonamentada. (G4)
- Capacitat d'anàlisi i síntesi. (TE1, TE2)
- Capacitat de treballar de manera individual i en grup (G4, G10)
- Capacitat per a distribuir el temps entre les tasques de manera efectiva. (G4, G10)
- Capacitat per argumentar amb criteris lògics i raonats. (G4, G10)
- Redactar els informes dels problemes solucionats de manera que es pose de manifest les informacions utilitzades, els procediments emprats i l'anàlisi dels resultats obtinguts. (TE1, TE2)
- Presentació en públic dels resultats amb utilització dels mitjans adients. (G10, G11)

DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

1. Reactors ideals. Comportament no isoterm.

El Reactor continu de tanc agitat (RCTA). El Reactor discontinu de tanc agitat (RDTA). El Reactor continu tubular o de flux de pistó (RFP). Reactors semicontinus. Combinació de reactors. Reaccions múltiples.

2. Estabilitat del comportament dels reactors químics.

Multiplicitat d'estats estacionaris. Problemes de control en els reactors químics.

**3. Desviacions del flux ideal en els reactors químics**

La funció de distribució de temps de residència (DTR). Modelització de reactors amb la DTR. Nivells de conversió en reactors de flux no ideal.

4. Reactors heterogenis.

Processos de transport en reaccions heterogènies sòlid-fluid. Models per a les reaccions sòlid-fluid. Determinació de l'etapa controlant.

5. Reactors catalítics.

Cinètica de les reaccions catalítiques. Aplicació al disseny.

6. La seguretat en els reactors químics.

Explosions. Sobrepressió. Disseny de reactors més segurs.

VOLUM DE TREBALL

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Pràctiques en aula	35,00	100
Classes de teoria	25,00	100
Elaboració de treballs en grup	15,00	0
Elaboració de treballs individuals	15,00	0
Preparació d'activitats d'avaluació	15,00	0
Preparació de classes de teoria	15,00	0
Preparació de classes pràctiques i de problemes	30,00	0
TOTAL	150,00	

METODOLOGIA DOCENT

Per a desenvolupar amb èxit la assignatura s'han de seguir diferents estratègies: classes de teoria i de problemes a l'aula, seminaris, treball individual i en grup i tutories.

1.- Classes a l'aula. (G3,G4,G5,G6,G10,G11,TE1,TE2)



Aquestes classes seran de teoria o de problemes segons les necessitats de cada moment.

D'aquesta manera, primer es presenta la teoria i després les aplicacions pràctiques.

El model utilitzat serà el següent: la teoria serà exposada de manera breu pel professor, en el que seria classe magistral. S'assenyalaran els textos on es pot trobar més ampliat el tema que s'ha exposat, promovent el treball individual.

Les classes pràctiques de problemes es desenvoluparan seguint dos models. En algunes de les classes serà el professor el que resolga una sèrie de problemes tipus perquè els estudiants aprenguen a identificar els elements essencials del plantejament i resolució del problema. En altres classes de problemes se seguirà un model més participatiu tipus seminari, seran els estudiants, individualment o distribuïts en grups (aprenentatge cooperatiu), els que hauran de resoldre problemes baix la supervisió del professor. Una vegada conclòs el treball, els problemes seran arreplegats, analitzats i corregits pel professor o pels propis estudiants.

2.- Seminaris. (G3,G4,G5,G6,G10,G11,TE1,TE2)

Les sessions de seminari han de servir per a estudiar amb més detall alguns aspectes. Així, una sessió pot ser utilitzada per a mostrar l'ús d'Internet per a trobar informació relacionada amb l'assignatura com a característiques dels reactors, cinètiques de les reaccions, seguretat. Una altra pot servir per a practicar amb alguns programes útils per a l'assignatura. Entre les tasques que es poden assignar per a la seua elaboració fora de classe tindriem una recerca bibliogràfica. En una altra sessió es pot practicar en el treball en grups assignant a cada membre un treball diferent, un fa el paper de líder, organitzant el

treball, assignant tasques als altres i elaborant les conclusions, un altre estudiant es pot encarregar d'elaborar la informació relacionada amb la cinètica i equilibri, un tercer prepara l'aplicació dels balanços de matèria i energia utilitzant la informació proporcionada pel segon. Finalment un quart estudiant exerceix el paper de crític del treball realitzat pels seus companys, a més de proposar alternatives i formes d'extendre o continuar amb el problema. Estos papers han de quedar reflectits en l'informe i seran intercanviables en pròxims treballs.

3.- Estudi individual. (G3,G4,G5,G6,G10,G11,TE1,TE2)

Els estudiants hauran d'estudiar pel seu compte, per tal d'assimilar els coneixements exposats, i practicar aquests amb el problemes proposats. La distribució dels enunciats dels problemes es farà mitjançant l'Aula Virtual. L'Aula Virtual s'utilitzarà també per a distribuir material docent.

Alguns d'aquests problemes es resoldran en classe, altres s'hauran de resoldre pels alumnes de manera individual o en grup i lliurar la solució al professor abans del termini establert. Les activitats a desenvolupar seran problemes, obtenció d'informació a partir de la bibliografia o d'alguna pàgina web, discussió d'algun article, etc.

Es controlarà l'autenticitat de l'autoria dels treballs. La no realització d'aquests treballs haurà



d'estar molt i molt justificada.

4.- Tutories. (G3,G4,G5,G6,G10,G11,TE1,TE2)

Els alumnes podran consultar al professor bé directament en classe o assistint a les tutories en l'horari establert. També poden fer consultes per mitjà del correu electrònic.

5.- Treballs en grup. (G3,G4,G5,G6,G10,G11,TE1,TE2)

Els treballs proposats per als alumnes es poden resoldre de manera individual o en grup.

S'animarà que siga en grup per tal de desenvolupar habilitats d'organització així com la responsabilitat i la solidaritat.

AVALUACIÓ

La nota final tindrà dues contribucions, la primera (60 %) (G3,G4,G5,G6,G10,G11,TE1,TE2) correspondrà a la nota de l'examen, la segona (40 %) (G3,G4,G5,G6,G10,G11,TE1,TE2) estarà relacionada amb l'elaboració de treballs per a resoldre fora de classe (15 %), amb la realització d'activitats a l'aula al llarg del curs (20 %) i amb la participació de l'alumne en classe durant el curs (5 %). Es prestarà especial atenció a la presentació oral i per escrit de problemes resolts i treballs.

Es valorarà la col·laboració dins dels membres del grup. Per als alumnes que manifesten no poder assistir a classe, la nota final serà el resultat de combinar la nota de l'examen (80%) amb la de les activitats proposades per a casa (20 %).

L'examen constarà de teoria (qüestions) i problemes. Per a la teoria es podrà disposar d'un formulari (un full), i per als problemes de llibres, apunts, etc.

L'examen i les activitats es puntuaran sobre 100. Per a aprovar la matèria s'han d'aconseguir 40 punts com a mínim a l'examen i 50 en la nota final.

L'única activitat recuperable és l'examen, a la segona convocatòria.

En qualsevol cas, el sistema d'avaluació es regirà per l'establert en el Reglament d'Avaluació i Qualificació de la Universitat de València per a Títols de Grau i Màster (<http://links.uv.es/7S40pjF>).

REFERÈNCIES



Bàsiques

- BERNÀ, A., CHÁFER, A. i ROSSELLÓ, C. Enginyeria dels Reactors Químics. Problemes i qüestions. Universitat de València. 2009
- CUTLIP, M.B. i SHACHAM, M. Problem solving in Chemical Engineering with numerical methods Prentice Hall 1999.
- ESCARDINO, A. i BERNÀ, A. Introducció a l'Enginyeria dels Reactors Químics. Universitat de València, 2003.
- FOGLER, H. S. "Elements of Chemical Reaction Engineering", 3rd ed., Prentice Hall. New Jersey, 1999. Hi ha una edició en castellà: Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas Prentice Hall, México 2001.
- LEVENSPIEL, O. "The Chemical Reactor Omnibook". Ed. Oregon State University. 1993. Traduït per Editorial Reverté. Barcelona. 1986.
- METCALFE, I. S. Chemical Reaction Engineering. A First Course. Oxford University Press. Oxford 1997.
- SANTAMARÍA, J.M.; HERGUIDO, J.; MENÉNDEZ, M.Á. i MONZÓN, A. Ingeniería de reactores, Síntesis, Madrid 1999.

Complementàries

- CONESA, J. i FONT, R. Reactores heterogéneos Universitat d'Alacant. 2001.
- DENBIGH, K.G. i TURNER, J.C.R. "Chemical Reactor Theory. An Introduction". 3ª Edició. Cambridge University Press. Cambridge, 1984. Traduït per Limusa-Noriega, México (1990).
- FROMENT, G.F. i BISCHOFF, K.B. "Chemical Reactor Analysis and Design", 2nd ed., John Wiley and Sons. New York. 1990.
- GONZÁLEZ VELASCO, J.R. i altres Cinética química aplicada, Síntesis, Madrid (1999)
- IZQUIERDO, J.F., CUNILL, F., TEJERO, J., IBORRA, M. i FITÉ, C. Cinética de las reacciones químicas. Edicions de la Universitat de Barcelona, sèrie Metodologia número 16, 2004.
- NAUMAN, E.B. "Chemical Reactor Design". John Wiley and Sons. New York. 1987.
- SATTERFIELD, Ch.N. "Heterogeneous Catalysis in Practice". McGraw-Hill, New York. 1980.
- SZEKELY, J., EVANS, J. i SOHN, H.Y. "Gas-Solid Reactions". Academic Press. New York. 1976.
- WESTERTERP, K.R., "Chemical Reactor Design and Operation", John Wiley & Sons, New York. 1984.
- <http://www.engin.umich.edu/~cre/index.htm>



ADDENDA COVID-19

Aquesta addenda només s'activarà si la situació sanitària ho requereix i previ acord del Consell de Govern

