

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

|                      |                                     |
|----------------------|-------------------------------------|
| <b>Codi</b>          | 34761                               |
| <b>Nom</b>           | Enginyeria de la reacció química II |
| <b>Cicle</b>         | Grau                                |
| <b>Crèdits ECTS</b>  | 6.0                                 |
| <b>Curs acadèmic</b> | 2022 - 2023                         |

**Titulació/titulacions**

| <b>Titulació</b>        | <b>Centre</b>                        | <b>Curs</b> | <b>Període</b>      |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------|---------------------|
| 1401 - Grau Eng.Química | Escola Tècnica Superior d'Enginyeria | 3           | Primer quadrimestre |

**Matèries**

| <b>Titulació</b>        | <b>Matèria</b>                        | <b>Caràcter</b> |
|-------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1401 - Grau Eng.Química | 16 - Enginyeria de la Reacció Química | Obligatòria     |

**Coordinació**

| <b>Nom</b>                        | <b>Departament</b>       |
|-----------------------------------|--------------------------|
| CERISUELO FERRIOLS, JOSEP PASQUAL | 245 - Enginyeria Química |
| IZQUIERDO SANCHIS, MARTA          | 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, pugen 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 del 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 pugui 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

Seria convenient disposar dels següents coneixements previs:

Haver cursat l'assignatura Enginyeria de la reacció química I.

Càlcul diferencial i integral, solució de sistemes d'equacions (algebraiques i diferencials), càlcul numèric, optimització, sistemes de coordenades.

Estequiometria, cinètica.

Equilibri i calor de reacció.

Balanços de matèria, energia i quantitat de moviment, transferència de calor i matèria, mecànica de fluids.

Informàtica: Polymath, MAT

**COMPETÈNCIES (RD 1393/2007) // RESULTATS DE L'APRENTATGE (RD 822/2021)****1401 - Grau Eng.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 D'APRENTATGE (RD 1393/2007) // SENSE CONTINGUT (RD 822/2021)****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 capaçs 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.

**7. Reactors no convencionals**

Reactors CVD. Reactors de membrana. Reaccions en medi supercrític.

**VOLUM DE TREBALL**

| ACTIVITAT                                       | Hores         | % Presencial |
|---|---------------|--------------|
| Pràctiques en aula                              | 35,00         | 100          |
| Classes de teoria                               | 25,00         | 100          |
| Lectures de material complementari              | 10,00         | 0            |
| Preparació d'activitats d'avaluació             | 50,00         | 0            |
| Preparació de classes de teoria                 | 12,00         | 0            |
| Preparació de classes pràctiques i de problemes | 17,00         | 0            |
| Resolució de qüestionaris on-line               | 1,00          | 0            |
| <b>TOTAL</b>                                    | <b>150,00</b> |              |



## METODOLOGIA DOCENT

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

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

En aquestes classes s'imparteixen els continguts teòrics de l'assignatura i es resolen problemes segons les necessitats de cada moment. En primer lloc, es presenten els continguts teòrics en format de classe magistral participativa, assenyalant els textos en els quals es pot trobar el tema, promovent el treball autònom, per a posteriorment resoldre una sèrie de problema tipus per part del professorat en les classes pràctiques, perquè els estudiants aprenguen a identificar els elements essencials del plantejament i resolució del problema. Els materials utilitzats en les classes teòriques i la col·lecció de problemes (amb els problemes de classes i per a resoldre a casa) es compartiran a través de l'Aula Virtual.

Al llarg del semestre també es planteja la resolució i lliurament de diversos problemes de manera individual o en xicotets grups per a la seua correcció i qualificació, formant part de l'avaluació final de l'assignatura.

### **Estudi i treball autònom. (G3, G4, G5, G6, G10, G11, TE1, TE2)**

Els estudiants hauran d'estudiar pel seu compte, per a assimilar els coneixements exposats, i practicar-los amb els problemes proposats. Alguns dels problemes proposats no es resoldran en classe perquè els estudiants puguin preparar-los i resoldre dubtes ateses les sessions de tutories.

### **Tutories. (G3, G4, G5, G6, G10, G11, TE1, TE2)**

Els alumnes podran consultar al professorat bé directament en classe o assistint a les tutories en l'horari establert o a través del fòrum de tutories d'Aula Virtual.

## AVALUACIÓ

L'avaluació de l'aprenentatge de l'alumnat es durà a terme a partir de les activitat realitzades al llarg del curs (qüestionaris i problemes lliurats) i la/les prova/proves de coneixements realitzades.

Respecte de la prova de coneixements, l'estudiantat pot optar a una de les següents opcions:



- (1) Prova única final en data oficial on s'avaluarà tot el temari.
- (2) Prova parcial en una data indicada al començament del curs dels temes indicats i una segona prova parcial en data oficial. Així, la nota global de les proves es calcularà com la mitjana ponderada de les dues proves parcials.

La nota final s'obtindrà com la major de:

- la ponderació entre la nota mitjana dels qüestionaris (15%), problemes lliurats (15%) i nota de la/les prova/proves de coneixements (70%), o bé
- la nota de la/les proves de coneixements més un 5% de la nota mitjana ponderada de les activitats (qüestionaris i problemes lliurats).

Si la nota de la prova coneixements és inferior a 4.5 sobre 10, la nota final serà l'obtinguda en la prova de coneixements.

L'assignatura es considerarà superada quan la nota obtinguda sigui igual o superior a 5 sobre 10.

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 Graus i Màsters (<https://goo.gl/UdDYS2>).

## REFERÈNCIES

### Bàsiques

- ESCARDINO, A. i BERNA. A. Introducció a l'Enginyeria dels Reactors Químics. Universitat de València, 2003. (e-book en la biblioteca UV)
- BERNA. A., CHÁFER, A. i ROSSELLÓ, C. Enginyeria dels Reactors Químics. Problemes i qüestions. Universitat de València. 2009 (e-book en la biblioteca UV)
- FOGLER, H. S. "Elements of Chemical Reaction Engineering", 7th ed., Prentice Hall. New Jersey, 2020.  
<http://umich.edu/~elements/5e/index.html>

### Complementàries

- CUTLIP, M.B. i SHACHAM, M. Problem solving in Chemical Engineering with numerical methods Prentice Hall 1999.





- 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.
- CONESA, J. i FONT, R. Reactores heterogéneos. Universitat d'Alacant. 2001
- 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.