



# **INGENIARITZA KIMIKOKO GRADUA** **Zientzia eta Teknologia Fakultatea**

## **Ikaslearen 3. Ikasturteko Gida**

**2017-18 Ikasturte**

### **Edukien taula**

<b>INGENIARITZA KIMIKOKO GRADUARI BURUZKO INFORMAZIOA.....</b>	<b>2</b>
AURKEZPENA.....	2
TITULAZIOAREN GAITASUNAK.....	2
GRADUKO IKASKETEN EGITURA.....	3
HIRUGARREN MAILAKO IRAKASGAIK GRADUAREN TESTUINGURUAN .....	4
EGIN BEHARREKO JARDUERA MOTAK.....	7
TUTORETZA PLANA .....	8
ERANSKINA I.....	9

---

## INGENIARITZA KIMIKOKO Graduari buruzko Informazioa

---

### ***Auzkezpena***

---

Ongi etorri Euskal Herriko Unibertsitateko Zientzia eta Teknologia Fakultateko Ingeniaritza Kimikoko Graduak 3. Ikasturtera. Aurreko ikasturtean oinarritzko ezagueran lortutako prestakuntzarekin, ikasturte honetan Ingeniaritza Kimikoko oinarritzko gai teknologiko espezifikoagoak sartzen dira, non osaeran, eduki energetikoan edo egoera fisikoan aldaketaren bat jasaten duten substantzietan oinarritutako sistemak aztertzen hasten diren.

Gradua atzerriko egonaldiren batekin bukatu nahi baduzu, azken ikasturtearen ikasketa batzuk edota Gradu Amaierako Lana ikasiz, truke akademikoko programei buruzko informazioa jasotzeko orain da une egokia, eta datorren ikasturtean eskatu behar duzu. Truke akademikoko programei, enpresetako praktikei eta prestakuntza osagarriari buruz behar duzun informazioa Zientzia eta Teknologia Fakultateko Ikaslearentzako Arreta Zerbitzuaren (ZTFIAZ) ematen da. Hau arduratzen da, halaber, administrazio izapideak egiteaz (kanpo praktikei dagokienez, UPV/EHUko PraktiGes sistema informatikoa erabilita).

### ***Titulazioaren Gaitasunak***

---

Ingeniaritza Kimikoko Graduak Prozesuak eta Produktuak diseinatzen jakingo duten profesionalak prestatu behar ditu, besteak beste, osaeran, egoeran edo eduki energetikoan aldaketak jasaten dituen materialen oinarrituta dauden eta Industria Kimikoa eta erlazionatutako beste sektore batzuk (adibidez, Botikagintzakoa, Bioteknologikoa, Elikagaiena eta Ingurumenekoa) bereizten dituen Prozesuak garatzeko ekipo eta instalazioak pentsatu, kalkulatu, eraiki, abiarazi eta erabiltzen jakingo dutenak.

Prestakuntza honi esker, hainbat arlotan lan egin ahal izango duzu: Manufaktura industrian, Diseinu eta Aholkularitza enpresetan, Aholkularitza Teknikoko, Lege Aholkularitzako eta Aholkularitza Komertzialeko lanetan, Administrazioan eta bigarren hezkuntzako eta unibertsitateko Irakaskuntzan; zeure kabuz ere aritu ahal izango duzu lanbidean eta irizpenak eta peritatzeak egin ahal izango dituzu.

## Graduko Ikasketen Egitura

Ikasketa plana Ingeniaritza Kimikoan graduatzeko funtsezkotzat jo diren gaitasunak hartzearekin erlazionatutako helburu zehatzak lortzera bideratuta dago. Gaiak eta irakasgaiak hala antolatzeari esker, pixkanaka hartuko duzu Ingeniaritza Kimikoko prestakuntza. Prestakuntzako edukiak diseinatzerakoan egokitu zaien kreditu kopurua dagozkion gaitasunak hartzeko behar dena eta egin beharreko ahalegina ikasle gehienentzat egingarria izateko egokia dena da.

### 1. Taula. Ikasketen egitura eta irakaskuntzen antolaketa.

<b>Mota</b>	<b>1. maila</b>	<b>2. Maila</b>	<b>3. Maila</b>	<b>4. Maila</b>	<b>GUZTIRA</b>
<b>Ingeniaritza adarraren oinarritzko irakasgaiak</b>	48	27			75
<b>Nahitaezkoak</b>	12	33	60	19,5	124,5
<b>Kanpo praktikak</b>				12	12
<b>Gradu Amaierako Lana</b>				10,5	10,5
<b>Hautazkoak</b>				18	18
<b>Guztira</b>	60	60	60	60	240

#### 1. Modulua. OINARRIZKO PRESTAKUNTZA (75 kreditu)

Nagusiki Ingeniaritza Kimikoko oinarritzko irakasgaiek osatua; hauen helburua ikaslea arlo horietako berezko problemak identifikatu, formulatu eta ebazteko gai egitea da, baita, Ingeniaritza Kimikoaren esparruan, ikasleari kimikan, matematikan, estatistikan, fisikan, informatikan, adierazpen grafikoan eta enpresen administrazioan oinarri zientifiko eta teknologikoak ulertu eta aplikatzeko gaitasuna ematea ere.

#### 2. Modulua. INDUSTRIA ADARREKO MODULUAREKIN BATERATUA (61,5 kreditu)

Industria adarreko baterako irakasgaiez osatua; hauen helburua Ingeniaritza Kimikoaren arloan ikaslea sistema dinamikoak, eragiketak eta prozesuak diseinatu eta modelizatzeko gai egitea da, baita, arlo berean, ikasleari hainbat arlotako oinarri zientifiko eta teknologikoak (kimika, materialak, elektroteknia eta elektronika, automatika eta kontrola, fluidoen energia eta mekanika, ingurumena, diseinu

mekanikoa eta ingeniariartzako proiektuak) ulertu eta aplikatzeko gaitasuna ematea ere.

### **3. Modulua. TEKNOLOGIA ESPEZIFIKOA: INGENIARITZA KIMIKOA (63 kreditu)**

Ikasleak ingeniartza kimikoak industria kimikoari eta erlazionaturiko beste industria sektore batzuei eskaintzen dizkien ekoizpen, teknologia eta zerbitzu sistemetan kalitate irizpideak eta etengabeko hobekuntza prozedurak aplikatzeko gaitasuna hartzeko gaiek osatzen dute. Ingeniartza Kimikoaren arloan ikasleari hainbat esparrutako oinarri zientifiko eta teknologikoak (ingeniartza kimikoaren oinarriak, materiaren transferentzia, bereizketa eragiketak, zinetika eta erreaktore kimikoak, bioteknologia eta prozesuen eta produktuaren ingeniartza) ulertu eta aplikatzeko gaitasuna eman nahi zaio.

### **4. Modulua. SAKONTZEA (18 kreditu)**

Hautazko 8 irakasgai osatzen dute eta hauen helburua da Ingeniartza Kimikoko gaien ezagupen eta aplikazioan sakontzea eta ikasleek aurrez hartutako ezagutza eta gaitasunak ikuspegi ekonomiko eta sozialetik interes estrategikoa duten gaurkotasuneko industria sektoreetara zabaltzea. Hala, 4 irakasgai egin beharko dituzu aipatu 8etatik eta horietan ondorengo sektore industrialetarako interesgarriak diren gaitasunak hartu ahal izango dituzu: petrolio eta petrokimika, energia berriztagarriak, ekoindustria eta ingurumenari, mikrobiologiari eta bioteknologiari loturiko industria; eta segurtasunaren filosofia eta arriskuak minimizatzeko ekintzak gainerako gaitasunekin integratuko dira.

### **5. Modulua. KANPO PRAKTIKAK (12 kreditu)**

Kanpo praktikek ezagutzen ikuspegi aplikatua eta industriarekiko harreman zuzena eskaintzen dituzte. Nahitaezko kanpo praktiken 12 kreditu ezartzen dira, enpresa edo zentro publikoetan egingo direnak, ikaslearen 300 orduko presentziarekin. UPV/EHUk hitzarmenak ditu enpresa ugariarekin, ikasleek praktikak egin ahal izateko. Enpresa horien artean Ingeniartza Kimikoa nagusi duten sektore industrialetako adierazgarrienak daude.

### **6. Modulua. GRADU AMAIERAKO LANA (10,5 kreditu)**

Gradu Amaierako Lana graduazio aurreko azken ariketa da eta, bertan, ikasleak irakasgai guzti-guztietan hartutako gaitasunen laburpena egiten du.

### ***Hirugarren Mailako Irakasgaiak Graduaren Testuinguruan***

Hirugarren mailan egingo dituzun irakasgaiak 2. Taulan erakusten dira. Ikus dezakezunez, irakasgaiak hurrengo moduluekin bat datoz: oinarrizko prestakuntza,

industria adarra eta Ingeniaritza Kimikoaren espezifikoa. Bestalde, “Materia Transferentzia” eta “Erreaktoreen Diseinua”, lehenengo lauhileko irakasgaiak, eta “Bereizketa Prozesuak”, bigarren lauhileko irakasgaiak, ingelesez eskaintzen dira (Mass Transfer, Reactor Design eta Separation Processes, hurrenez-hurren).

## 2. Taula. I.K.G-ko hirugarren mailako irakasgaiak dagozkien kredituen banaketa

MODULUA	Gaia	Irakasgaia	Lauhil.	Kredituak
Teknologia espezifikoa: Ingeniaritza Kimikoa	Nahitaezkoa	Esperimentazioa Ingeniaritza Kimikoan II	1-2	9
Teknologia espezifikoa: Ingeniaritza Kimikoa	Nahitaezkoa	Prozesuen eta Produktuen Ingeniaritza	1-2	9
Teknologia espezifikoa: Ingeniaritza Kimikoa	Nahitaezkoa	Materia Transferentzia	1	6
Teknologia espezifikoa: Ingeniaritza Kimikoa	Nahitaezkoa	Erreaktoreen Diseinua	1	6
Industria adarra	Nahitaezkoa	Ingeniaritza Elektrikoaren eta Elektronikoaren Oinarriak	1	6
Industria adarra	Nahitaezkoa	Materialen Erresistentzia	1	6
Teknologia espezifikoa: Ingeniaritza Kimikoa	Nahitaezkoa	Bereizketa Prozesuak	2	6
Industria adarra	Nahitaezkoa	Prozesu Kimikoetako Tresneria eta Kontrola	2	6
Industria adarra	Nahitaezkoa	Materialen Ingeniaritza	2	6

Irakasgai bakoitzaren edukiaren laburpena 3. Taulan erakusten da.

### 3. Taula. I.K.G.-ko hirugarren mailako irakasgaien edukiaren laburpena.

Irakasgaia	<i>Irakasgaien edukiaren laburpena</i>
Esperimentazioa Ingeniaritza Kimikoan II	<p>Irakasgai hau egiteko betebeharrak: ikaslea irakasgai honetan matrikulatu ahal izateko, hurrengo irakasgai guztietan gutxienez behin matrikulatuta egon behar izan da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materia Transferentzia</li> <li>- Bereizketa Prozesuak</li> <li>- Prozesu Kimikoetako Tresneria eta Kontrola</li> </ul> <p>Ingeniaritza Kimikoko hirugarren mailako irakasgaiei dagozkien laborategi praktikak burutzea. Hurrengo irakasgaien esperimentazio aplikatuaren diseinua eta kudeaketa: materia transferentzia, bereizketa prozesuak, errektore kimikoak eta prozesuen kontrola. Emaizta esperimentalen aplikazioa prozesuetarako instalazioen diseinuan.</p>
Prozesuen eta Produktuen Ingeniaritza	Prozesuen analisia eta sintesia. Prozesuen simulazioa. Prozesuen sintesirako metodo algoritmikoak. Produktuaren garapena kimika industrian. Kimika industria. Egitura-analisia. Lehengaiak eta produktuak. Industri prozesu kimikoen adibide esanguratsuak.
Materia Transferentzia	Transferentziaren mekanismoak eta oreka. Bereizketa prozesuen termodinamika. Materia transferentzia. Etapa bakarreko prozesuak. Etapa aniztuneko prozesuak. Ekipoak.
Erreaktoreen Diseinua	Erreaktore ideal homogeneoen analisia eta diseinua. Prozesu baldintzen optimizazioa. Emari errealak eta bere kontsiderazioa diseinuan. Erreaktore heterogeneoen analisia eta diseinu sinplifikatua. Segurtasuna. Kontribuzioa jasangarritasunera.
Ingeniaritza Elektrikoaren eta Elektronikoaren Oinarriak	Ingeniari Kimikorako erabilgarriak diren ingeniaritza elektrikoaren eta elektronikaren gaien oinarritzko ezaguera, osatzen duten gai hauen kontzeptuen, metodoen eta dispositiboen sarrera. Ingeniaritza elektrikoari dagokionez, transformadoreen oinarritzkoen kontzeptuak eta beraien erlazioa banaketa-elektrikoaren sistemekin; txandakako korronteko zein korronte zuzeneko motorekin eta txandakako energia elektrikoaren energia jarraiko bihurtze-sistemekin eta alderantzizkoekin sartzen dira. Elektronikaren oinarriak gailuetan eta osagai elektronikoetan, diodoetan, transistoreetan eta abarretan; zirkuitu elektronikoetan; neurketan eta instrumentazioan enfasiarekin; eta gailuen arteko komunikaziorako sistemetan banatzen dira.
Materialen Erresistentzia	Oinarriak. Materialen egitura. Ezaugarri mekanikoak. Esfortsuak eta deformazioak habean. Bihurdura. Flexioa. Horma meheko ontzien gaineko esfortzuak. Saiakuntza estatikoak eta dinamikoak. Arauak.

Bereizketa Prozesuak	Bereizketa prozesuen ezaugarri orokorrak. Bereizketa prozesurik garrantzitsuen garapena: xurgapena eta desortzioa, destilazio bizarra, erauzketa, lehorketa, kristalizazioa, adsortzioa, ioi-trukea, kromatografia, mintzen bidezko bereizketak.
Prozesu Kimikoetako Tresneria eta Kontrola	Neurketarako gailuak kimika industrian. Begizta irekiko sistema linealen dinamika. Birelikadurarekiko kontrola. Egonkortasuna begizta itxian. Kontroladoreen sintonia. Kaskadako kontrola. Begizta zuzeneko kontrola. Aldagai aniztuneko kontrola.
Materialen Ingeniaritza	Difusioa solidoetan. Faseen diagramak. Material metalikoak, zeramikoak, polimerikoak eta konposatuak. Funtzioetarako materialak. Prestakuntza eta prozesaketa. Hautatzeko irizpidea.

Irakagai bakoitzari buruzko informazio zehatza I. Eranskinean ikus daiteke. Informazio hori Zientzia eta Teknologia Fakultatearen webgunean ere ikus daiteke, Ingeniaritza Kimikoko Graduaren atalean hain zuzen.

<http://www.ehu.eus/eu/web/ztf-fct/grado-ingenieria-quimica>

### ***Egin Beharreko Jarduera Motak***

Ingeniaritza Kimikoko Graduaren intranetean, ikasturtean zehar egin beharreko jardueren egutegi eguneratua ere aurkituko duzu bertan. 4a eta 4b Tauletan ihardueraren arabera bertaratuta egindako orduen banaketa erakusten da.

### **4a. Taula. Irakaslanaren banaketa (bertaratuta egindako orduetan) lehenengo sei hilekoan.**

Irakasgaia	Magistralak	Ikasgelako Praktikak	Ordenagailuko Praktikak	Mintegiak	Laborategiko Praktikak
Esperimentazioa Ingeniaritza Kimikoan II	4			8	24
Prozesuen eta Produktuaren Ingeniaritza	25	9	5	6	
Materia Transferentzia	35	15	5	5	
Erreaktoreen Diseinua	25	20		9	6
Ingeniaritza Elektrikoaren eta Elektronikoaren Oinarriak	30	10	5	5	10

Materialen Erresistentzia	25	20	15		
Guztira	144	74	15	48	40

#### 4b. Taula. Irakaslanaren banaketa (bertaratuta egindako orduetan) bigarren sei hilekoan.

Irakasgaia	Magistralak	Ikasgelako Praktikak	Ordenagailuko Praktikak	Mintegiak	Laborategiko Praktikak
Esperimentazioa Ingeniaritza Kimikoan II	8			16	30
Prozesuen eta Produktuen Ingeniaritza	25	9	5	6	
Bereizketa Prozesuak	35	15	5	5	
Prozesu Kimikoetako Tresneria eta Kontrola	28	22	6	4	
Materialen Ingeniaritza	40	5		15	
Guztira	136	51	16	46	30

#### **Tutoretza Plana**

Tutoretza Planaren jardueri jarraituz, lehen hilean (irailean) zure Tutorearekin, Graduako lehen ikasturtean esleituarekin, elkarriketa bat hitzartu behar duzu. Helburua, Tutoreak esparru akademiko, pertsonal eta profesionalarekin erlazionatutako kontuetan orientazioa eskaintzea eta ikasteko eta zeharkako gaitasunak hartzeko prozesuan egiten dituzun aurrerapenen jarraipena egitea da. Jarraipena, ikaslearen eta tutorearen arteko noizean behingo elkarriketak egitean oinarrituta dago.

Tutoreak ere, gaitasun hauetan kalifikazioa behar duten gaiak, ebaluatuko ditu.

## ERANSKINA I

### IRAKASGAI BAKOITZAREN IKASKETA GIDA

IRAKASKUNTZA-GIDA

2017/18

Ikastegia

310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl.

Zehaztugabea

Plana

GINQUI30 - Ingenieuritza Kimikoko Gradua

Ikastaroa

3. maila

IRAKASGAIA

26736 - Erreaktoreen Diseinua

ECTS kredituak:

6

IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA

Erreaktore kimiko eta biokimikoen diseinu kuantitatiboa egiteko oinarriak ezarriko dira, bai era jarraituan nahiz ez-jarraituan lan egin duten kasurako. Halaber, diseinurako metodologia ere ezarriko da erreakzioen zinetika eta materia eta energia balantzeak erabiliz. Horrela, ikaslea gai izango erreaktore mota egokia aukeratzeko erreakzio sistema jakinerako eta erreaktorearen dimentsioak eta lanerako baldintzarik hoberenak mugatzeko. Nahiz eta oinarritzko kontzeptuak eta metodologia jario idealean oinarritutako modeluak erabiliz landuko diren, jario erreala kontuan duten ereduak ere azalduko dira baita erreaktore heterogeneoen oinarriak eta ezaugarriak ere, erreaktore biokimikoak bereziki kontuan izanez, bai entzimadunak baita mikroorganismoak ere. Ikaslea diseinuan treba dadin, irakasgaia funtsean praktikoa izango da. Beraz, ikaslearen parte hartzea nahitaezkoa izango da ikaskuntzan prozesuan aurrera egiteko eta, gauzak buruz ikasi beharrean, ariketak eta problemak egin behar izango ditu. Ikaskuntza prozesuan zehar irakasgaiaren kontzeptu desberdinak lotu behar dira. Beraz, ikasleek etengabe lan egin eta parte hartu behar dute. Matematikan, Físikan eta Kimikan ikasitako kontzeptuak aplikatuko dira baita beste irakasgai batzuetan landutakoak ere, hala nola, Termodinamika eta Zinetikan, Fluidoen Mekanikan, Bero Transferentzian eta Masa Transferentzian.

GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK

Espezifikokoak: Erreaktorean gertatzen diren fenomeno kimiko eta biokimikoak deskribatzea ekuazioen bidez. Erreaktore homogeneo idealen analisia eta diseinua. Prozesuaren baldintzak optimizatzea ekoizpena eta ekonomia kontuan izanik. Jario erreala egoki deskribatzea eta diseinuan kontuan izatea. Erreaktore heterogeneoen analisi eta diseinu sinplifikatua baita mikroorganismoak ere entzimadun prozesu bioteknologian ere. Segurtasuna eta inguramena prozesuan integratzea. Eramangarritasunerako bidea lantzea.

Zeharkakoak: Informazio iturriak, datu baseak eta erreminta ofimatikoak erabiltzea. Barneraturiko jakintzak, gaitasunak eta trebetasunak komunikatzea eta transmititzea. Dibertsitatea, arrazonamendu-kritikoa eta berrikuntza bultzatuz, talde ekintzak planifikatzea. Lidertasuna eta lan-banaketarako gaitasuna garatzea. Arazo zientifiko eta teknologikoei irtenbidea ematea, kalitatea, ingurumenari begirunea eta eramangarritasuna kontuan izanda. Jakintzak industriara bideratzea.

EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK

SARRERA. Erreaktoreen diseinurako oinarriak. Bilakaera historikoa. Erreaktoreen garapena. Erreaktore homogeneoak eta heterogeneoak. Diseinuan kontuan hartu beharreko aspektuak. Diseinurako erremintak eta urratsak: eredu mikrozinetikoak, jariakinenak eta makrozinetikoak. Gaiaren gaur egungo egoera eta etorkizuna.

ERREAKTORE EZ-JARRAITUA. Ekuazio zinetikoa lortzeko baliagarritasuna: Metodo integrala eta diferentziala. Bolumen konstate eta aldakorreko erreaktoreak. Erregimen isotermorako diseinu ekuazioak. Tenperatura erregimen desberdinetarako diseinua. Optimizaziorako erizpideak. Erreaktore edi-jarraituak.

HODI-FORMAKO ERREAKTORE JARRAITUA. Denbora espaziala. Pistoizko jario ideala. Tenperatura erregimen desberdinetarako diseinua. Birzirkulazioa.

HAHASTE PERFEKTUKO ERREAKTOREA. Nahaste perfektuaren kontzeptua. Tenperatura erregimen desberdinetarako diseinua. Hodi-formako erreaktore idealarekiko alderaketa. Erreaktoreen ordenamendua: bateriaren diseinu analitikoa eta grafikoa. Banakako eta bateria erreaktoreen alderaketa.

DISEINU OPTIMOA ERREAKZIO BAKUNETARAKO. Erreaktorearen hautaketa eta diseinua erreakzio bakunetarako. Erreaktore idealen alderaketa. Prozesurako baldintzen optimizazioa.

DISEINU OPTIMOA ERREAKZIO KONPLEXUETARAKO. Erreaktorearen hautaketa eta diseinua erreakzio konplexu etarako. Etekin eta selektibitatea (hautakortasuna). Serieko eta paraleloko erreakzio etarako erreaktoreen alderaketa. Selektibitatean oinarrituriko diseinurik hoberena.

TENPERATURA ERREGIMENIK HOBERENAK. Tenperaturaren eragina erreakzio endotermikoen eta exotermikoen diseinuan. Tenperaturaren profilik hoberena hodi-formako erreaktoreetan. Erreaktore industrialetarako hurbilketak.

**ERREAKTORE JARRAITU AUTOTERMIKOAK.**Nahaste perfektuko erreaktoreen operazio egonkorrerako baldintzak. Egonkortasuna eta egoera geldikorrak. Prozesuaren aldagaien eragina. Hodi-formako erreaktoreen operazio autotermikoa.

**ERREAKTOREETAKO ZIRKULAZIO EZ-IDEALA.** Egoitza denboren banaketa. Lehen ordenako erreakzioetarako eta beste zinetika batzuetarako diseinua. Dispersio eredua. Serieko tankeen eredua.

**PROPIETATTEEN GARRAIOZKO GOGOETAK.** Bero eta materia transferentzia. Bero eta materia transferentziaren koefizienteak. Diseinurako gogoetak. Eskala handitzea.

**GAS-SOLIDO UKIPENERAKO ERREAKTOREAKk.** Erreaktoreen deskripzioa eta hautaketa. Ohantze finkoko erreaktore katalitikoak: Tenperatura erregimen desberdinetarako diseinua. Ohantze fluidizatuko erreaktoreak eta euren erabilera erreakzio katalitiko eta ez-katalitikoetan. Diseinurako ereduak.

**G-L ETA G-L-S ERREAKTOREAK.** Kontzeptu orokorrak eta modelu makrozinetikoak. Erreaktore motak eta hautaketarako erizpideak. Erabilera garrantzitsuenak.

**MIKROORGANISMODUN ERREAKTORE BIOLOGIKOAK.** Zinetikak. Modelu egituratuak eta ez-egituratuak. Erreaktore ez-jarraitua eta jarraitua.

**ENTZIMADUN ERREAKTORE BIOLOGIKOAK.** Zinetikak. Entzimen eustea. Entzima eutsidun erreaktoreak. Erreakziorako estrategiak.

**SEGURTASUNA ETA ERAMANGARRIATASUNARI EKARPENA.** Segurtasunerako muga baldintzak. Diseinu segururako aukerak. Inguramen baldintzak. Erraktoreen diseinuaren ekarpena eramangarritasunari. Berrikuntzak diseinuan.

**METODOLOGIA**

Mintegien helburua gaietan sakontzea, zalantzak argitzea eta ikaslearen inizitiaba garatzea da. Gelako praktikak ikaslearen parte hartzea sustatzeko problemak dira eta klase teorikoekin estu lotuak izango dira. Laborategiko praktikak erreaktoreen diseinua eta jario erreala lanteko ezinbetesko tresna izango dira. Irakasgaiaren oinarriak teoriatzko kontzeptuak diren arren, ikaskuntzaren helburua praktikoa eta aplikatua izango da. Problemen eta ariketen bidez, osotasunean trebatuko da ikaslea. Problemen ebazpenean, nazioartean ondo ezarritako metodologia erabiliz, ekimena lantzeko aukera izango du ikasleak.

**IRAKASKUNTZA MOTAK**

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	25	9	20	6					
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	38	10	32	10					

**Legenda:** M: Maistrala S: Mintegia GA: Gelako p. GL: Laborategiko p. GO: Ordenagailuko p.  
GCL: P. klinikoak TA: Tailerra TI: Tailer Ind. GCA: Landa p.

**EBALUAZIO-SISTEMAK**

- Ebaluazio jarraituaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

**KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK**

- Garatu beharreko proba idatzia % 90
- Praktikak (ariketak, kasuak edo buruketak) % 10

**OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

Ebaluazio jarraitua egiteko klasera etorri behar da (ezinbesteko arazoren bat ez bada). Ebaluazio jarraituaren ordeaz azken azterketa egin nahi duen ikasleak, irakasleari adierazi behar dio idatziz. Ebaluazio jarraitua aukeratuz duenak, hiru azterketa partzial gainditu behar ditu irakasgaia gainditzeko. Partzial bat edo bi baino ez baditu gainditzen, euren dagokien materia kendu ahal izango du eta azken azterketara aurteztu daiteke gainditu ez duen zatia edo zatiak egiteko. Hiru partzialak gainditu dituzten ikasleek marka (nota) hobatu nahi badute, azken azterketara aurkeztu daitezke eta hobatu nahi dituzten zatien galderak erantzun. Azken kalifikazioa ateratzeko, azterketa partzialak, edo azken azterketa, (%90 kasu bietan) eta praktiken gidoiak eta lan osagarriak (%10) hartuko diren kontuan.

## EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Ezohiko deialdiko azterketan egin beharreko lana, galdera teoriko bat, zenbait galdera labur eta problema bat izango dira.

## NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

Irakasleak idatzi eta gelan azaldutako gaiak, eta gelan landutako eta irakasleak ebatzitako problemak.

## BIBLIOGRAFIA

### Oinarrizko bibliografia

Levenspiel, O., Ingeniería de las Reacciones Químicas, Reverté, Barcelona, 2002.  
Fogler, S.H., Essential of Chemical Reaction Engineering, 2nd Ed., Prentice Hall Int., Englewood Cliffs, New Jersey, 2011.  
Cuevas-García, R., Introducción al Diseño de Reactores Homogéneos, Reactores Intermitentes, PFR y CSTR, Editorial Académica Española, Madrid, 2013.  
Conesa, J.A., Diseño de Reactores Heterogéneos, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2010.  
Hill, Ch. G., An Introduction to Chemical Reaction Engineering, John Wiley, Nueva York, 1977.

### Gehiago sakontzeko bibliografia

Butt, J.B., Reaction Kinetics and Reactor Design, 2nd Edition, Marcel Dekker Inc., Nueva York,-Basel, 2000.  
Coker, A.K., Kayode, C.A., Modeling of Chemical Kinetics and Reactor Design, Elsevier Inc., 2001.  
Froment, G.F., Bischoff, K.B., Chemical Reactor Analysis and Design, 2nd Ed, John Wiley, Nueva York, 1990.  
Jakobsen, H.A., Chemical Reactor Modeling, Springer Berlin Heilderberg, Berlin, 2008.  
Rawlings, J.B., Ekerdt, J., Chemical Reactor Analysis and Design Fundamentals, Nob Hill Publishing, Madison. Wisconsin, 2002.

### Aldizkariak

AIChE Journal  
Chemical Engineering Journal  
Chemical Engineering Science  
Industrial Engineering Chemistry Research  
Chemical Engineering Education

### Interneteko helbide interesgarriak

## OHARRAK

TEACHING GUIDE

2017/18

Centre

310 - Faculty of Science and Technology

Cycle

Indiferente

Plan

GINQUI30 - Bachelor`s Degree in Chemical Engineering

Year

Third year

SUBJECT

26736 - Chemical Reactor Design

ECTS Credits: 6

DESCRIPTION & CONTEXTUALISATION OF THE SUBJECT

This course establishes the fundamentals for the design and scale-up of both continuous and discontinuous chemical and biological reactors, together with a design methodology based on reaction kinetics and heat and mass transfer balances. Accordingly, students will be able to select the suitable reactor type for a given reaction system, and establish the reactor dimensions and operating conditions

Although the course fundamental concepts and methodology of the course will be developed assuming ideal systems, we will also study the design considering real and complex ones, with particular emphasis on heterogeneous reactors and biochemical reactors using enzymes and microorganisms.

The course has a strong practical component aimed at instructing students in the design of reactors, which requires their participative engagement with subject`s learning process rather than memorizing questions and exercises.

The subject requires solving personal and group assignments on the basis of continuous evaluation assessment. This requires basic understanding of mathematics, physics and chemistry, as well as advanced thermodynamics and kinetics, fluid mechanics, and heat and mass transfer.

Although the basic concepts and methodology are developed in terms of ideal flow, the design will also be approached by considering nonideal flow and the features and fundamentals of heterogeneous reactors, with special emphasis placed on biochemical reactors containing enzymes and microorganisms

A level of B2 or higher is recommended to attend courses taught in English.

COMPETENCIES/LEARNING RESULTS FOR THE SUBJECT

Specifics: Describing chemical and biochemical phenomena in the reactor through the use of mass and energy balances. Analysis and design of ideal homogeneous reactors. Optimization of process conditions from different perspectives, e.g. production, selectivity, economic, among others. Identifying and quantifying ideal flows or mixings, and its implications in the design of reactors. Simplified analysis of heterogeneous reactors used for chemical or biological processing. Introduce concepts associated with the reactor design as safety, environment and sustainability.

Transversals: Manage information from different sources and databases. Communicate and transmit the knowledge, abilities and skills acquired. Planning group activities, including exercises and laboratory assignments. Promoting diversity, critical thinking and innovation. Develop leadership and management skills. Solving problems with scientific and technological quality criteria, respect for the environment and aiming sustainability. Focus concepts to the industrial production of goods.

THEORETICAL/PRACTICAL CONTENT

INTRODUCTION. Basics of reactor design. Historical evolution. Reactor development. Homogeneous and heterogeneous reactors. Issues to consider in the design. Tools and design stages: micro and macrokinetic models. Current state of reactor design and future prospects.

THE BATCH REACTOR. Obtaining the kinetic equation using a batch reactor: integral and differential methods. Reactors for gas reactions with variable volume. Reactors for constant volume. Design equations in isothermal regime. The batch reactor with temperature profiles. Types of temperature regimes. Optimization criteria. Semicontinuous reactors.

PLUG FLOW CONTINUOUS REACTOR. Concept of space time. Ideal plug flow. Design for different temperature regimes. Recirculation.

CONTINUOUSLY STIRRED TANK REACTOR. Concept of perfect mix. Design for different temperature regimes. Comparison with the ideal plugh flow reactor. Combination of reactors: analytical and graphic optimization. Comparison with isolated reactors.

OPTIMAL DESIGN FOR SIMPLE REACTIONS. Selecting the reactor design for simple reactions. Comparison of ideal reactors. Optimizing the process conditions.

OPTIMAL DESIGN FOR COMPLEX REACTIONS. Reactor selection and design for complex reactions. Yield and selectivity. Comparison of reactors for reactions in series and parallel. Optimal design based on the study of selectivity.

OPTIMAL TEMPERATURE REGIMES. Effect of temperature on the design in endothermic and exothermic reactions. Optimum temperature profile in tubular reactors. Practical approaches in industrial reactors.

**CONTINUOUS AUTOTHERMAL REACTORS.** Stable operating conditions in reactors perfect mix. Stability and steady states. Effect of process variables. Autothermal operation in tubular reactors.

**NOT IDEAL FLOW REACTORS.** Residence time distribution (RTD). Design for first-order reactions and other kinetics. Dispersion model. Tanks in series model.

**TRANSPORT PROPERTY CONSIDERATIONS.** Mass transfer and heat transfer. Mass transfer coefficients and heat characteristic. Design considerations. Scaling.

**GAS-SOLID REACTORS.** Description and selection of the reactor. Fixed bed catalytic reactors: Design for different temperature regimes. Fluidized bed reactors and their application in catalytic and non-catalytic reactions. Design models.

**GAS-LIQUID AND GAS-LIQUID-SOLID REACTORS.** General concepts. Macroscopic models. Reactor types and criteria for reactor selection. Main applications.

**BIOREACTORS WITH MICROORGANISMS.** Kinetics. Structured and unstructured models. Discontinuous and continuous reactor.

**BIOLOGICAL REACTORS WITH ENZYMES.** Kinetics. Immobilization of enzymes. Reactors with immobilized enzymes. Response strategies.

**SECURITY, ENVIRONMENTAL AND SUSTAINABILITY ASPECTS.** Boundary conditions for safety. Alternatives for a save design. Environmental conditions. Contribution of reactor design to sustainability. Design innovations.

## METHODS

Seminars to extend the fundamentals, answer any questions solve doubts and develop student initiatives.  
 Classroom practices to perform exercises in an interactive way, and promote synergy with lectures.  
 Laboratory practices to address the main fundamentals of reactor design and nonideal flow.  
 Although the fundamentals are theoretical concepts, the subject is intended to be essentially practical and applied.  
 Exercises and questions will provide students with an overall instruction.  
 Students will have the opportunity to develop their own personal initiatives in problem-solving within an internationally established methodology.

## TYPES OF TEACHING

Type of teaching	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Classroom hours	25	9	20	6					
Hours of study outside the classroom	38	10	32	10					

**Legend:** M: Lecture S: Seminario GA: Pract.Class.Work GL: Pract.Lab work GO: Pract.computer wo  
 GCL: Clinical Practice TA: Workshop TI: Ind. workshop GCA: Field workshop

## ASSESSMENT SYSTEMS

- Continuous assessment system
- Final assessment system

## TOOLS USED & GRADING PERCENTAGES

- Extended written exam 90%
- Practical work (exercises, case studies & problems set) 10%

## ORDINARY EXAM CALL: GUIDELINES & DECLINING TO SIT

The continuous assessment requires the uninterrupted assistance to class (unless justified).  
 The student who chooses the final exam option needs to communicate to the subject teacher in a written document, explicitly renouncing to the continuous assessment.  
 The student who chooses the continuous assessment will be evaluated by three partial exams that need to be passed. In case one or two exams are passed, the corresponding topics included in the exam/s will be &#8220;eliminated&#8221;. In these particular cases, the student will be re-evaluated with the exam/s not passed the day of the final exam.  
 The student has the chance to rise her/his mark in the final exam by performing the one, several partial/s or the entire subject exam.  
 The final mark of the subject will be the result of: 90% exams: average of the three partial exams of the entire subject exam; 10% lab. practices and complementary works.

EXTRAORDINARY EXAM CALL: GUIDELINES & DECLINING TO SIT

The extraordinary exam consists of a theoretical question, several short questions, and an exercise.

COMPULSORY MATERIALS

Topics delivered by the teacher and explained in the classroom, and exercises set by the teacher and used in the classroom.

BIBLIOGRAPHY

Basic bibliography

Levenspiel, O., Ingeniería de las Reacciones Químicas, Reverté, Barcelona, 2002.  
Fogler, S.H., Essential of Chemical Reaction Engineering, 2nd Ed., Prentice Hall Int., Englewood Cliffs, New Jersey, 2011.  
Cuevas-García, R., Introducción al Diseño de Reactores Homogéneos, Reactores Intermitentes, PFR y CSTR, Editorial Académica Española, Madrid, 2013.  
Conesa,J.A., Diseño de Reactores Heterogéneos, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2010  
Hill, Ch. G., An Introduction to Chemical Reaction Engineering, John Wiley, Nueva York, 1977.

In-depth bibliography

Butt, J.B., Reaction Kinetics and Reactor Design, 2nd Edition, Marcel Dekker Inc., Nueva York,-Basel, 2000.  
Coker, A.K., Kayode, C.A., Modeling of Chemical Kinetics and Reactor Design, Elsevier Inc., 2001.  
Froment, G.F., Bischoff, K.B., Chemical Reactor Analysis and Design, 2nd Ed, John Wiley, Nueva York, 1990.  
Jakobsen, H.A., Chemical Reactor Modeling, Springer Berlin Heilderberg, Berlin, 2008.  
Rawlings, J.B., Ekerdt, J., Chemical Reactor Analysis and Design Fundamentals, Nob Hill Publishing, Madison. Wisconsin, 2002.

Journals

AIChE Journal  
Chemical Engineering Journal  
Chemical Engineering Science  
Industrial Engineering Chemistry Research  
Chemical Engineering Education

Useful websites

REMARKS

**IRAKASKUNTZA-GIDA**

2017/18

**Ikastegia**

310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

**Zikl.**

Zehaztugabea

**Plana**

GINQUI30 - Ingeniaritza Kimikoko Gradua

**Ikastaroa**

3. maila

**IRAKASGAIA**

26759 - Esperimentazioa Ingeniaritza Kimikoan II

**ECTS kredituak:**

9

**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Aurrebaldintzak: Ikasleek irakasgai honetan matrikulatzeko Esperimentazioa Ingeniaritza Kimikoan I irakasgaia gaindituta izan behar dute eta hurrengo irakasgaietan gutxienez behin matrikulatuta izan behar dute.

- Materia transferentzia
- Bereizteko prozesuak
- Erreaktoreen diseinua
- Prozesu kimikoen instrumentazioa eta kontrola

Helburuak: Ingeniaritza kimikoko hirugarren mailako irakasgaiekin lotutako garapen praktikoak laborategian.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Gaitasunak:

- Ikasitako prozesu-unitate desberdinetako ekipoen funtzionamendua eta gertatzen diren fenomenoak ulertzea eta datu-hartzera eta ondoren parametro desberdinak zehazteko datuen manipulaziora ohitzea edo aldagai batzuen eragina prozesuaren gainean analizatzea.
- Prozesu-instalazioen diseinuak egiteko emaitza esperimentalak erabiltzea.

Emaitzak:

- Materia transferentziari, bereizteko eragiketei, erreaktore kimikoei eta prozesuen kontrolari buruzko esperimentazioko prozedura aplikatuak diseinatzea eta kudeatzea.
- Txostenak modu profesionalean idaztea.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

A) Blokea: Materia transferentzia

1. Praktika: Difusio-koefizienteen kalkulua. Winkelman-en saiakuntza
2. Praktika: Materia transferentziako banakako koefizientearen kalkulua: ur-aire sistemarako materia transferentzia horma buztiko eta tantakako zutabeetan.
3. Praktika: Materia transferentziako koefiziente globalaren kalkulua: loi trukea nahaste tankean

B) Blokea: Erreaktoreen Diseinua

4. Praktika: Katalizatzaile azidoaren gaineko gas-solidoa erreakzio katalitikoetako operazio-aldagaien ikerketa
5. Praktika: Erreaktore jarrai isoterminoak (nahaste-perfektuzkoa, nahaste perfektuzko erreaktore-bateria eta pistoi fluxuzkoa) diseinatzea ur fasean egindako bigarren mailako erreakzioetarako.
6. Praktika: Zirkulazio ez-ideala erreaktore homogeneoetan. Egoitza denboren banaketaren neurketa. Sakabanatze-ereduaren eta serieko tankeen ereduaren aplikazioa.

C) Blokea: Bereizteko eragiketak

7. Praktika: Amoniaikoaren desortzioa ur disoluzioan
8. Praktika: Nahaste bitarren distilazioa
9. Praktika: Likido-likido erauzketa
10. Praktika: loi-trukea ohantze finkoan

D) Blokea: Prozesu Kimikoen Kontrola

11. Praktika: Kontrol-begizta bakarreko prozesuko identifikazioa eta modelatze dinamikoa. PID kontroladoreen sintonia metodo desberdinen analisisa. Ereduen aplikazioa.
12. Praktika: Kaskadako kontrol-analisisa. Kontroladoreen sintonia. Plantako sintonia.
13. Praktika: Bi kontrol-begiztetako sistemaren aldagai aniztuneko kontrola. Interakzioaren analisisa. Bi kontroladoreen sintonia.

**METODOLOGIA**

Ikasleak 3 edo 4 pertsonako taldeetan banatzen dira praktikak egiteko bai eta praktikaren txostenetarako ere. Azterketa berriz, banakakoa izango da.

Ikasleek bi blokeri dagozkien praktikak egingo dituzte lauhilabete bakoitzean: Materia transferentziari eta Erreaktoreen diseinuari dagozkienak lehen lauhilabetan eta Bereizketa prozesuei eta Prozesu kimikoen kontrol eta instrumentazioari dagozkienak bigarrean.

Lehenik eta behin, egingo diren praktiken inguruko oinarri teorikoa azaltzeko klase magistralak emango dira lauhilabete bakoitzean. Ondoren, praktika bakoitzean garatu beharreko prozedura konkretua azalduko da mintegietan. Erabili beharreko ekipo esperimentalak ikusteko laborategirako bisita ere egingo da mintegi hauetan. Behin ikasleek praktikak egin dituztenean, beste mintegi batzuk izango dituzte txostena egiterakoan ager dakizkioketen zalantzak argitzeko. Mintegi hauen ostean, ikasleek pare bat asteko epea izango dute azken txostenak entregatzeko.

IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	12	24		54					
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	12	33		90					

**Legenda:** M: Magistrala S: Mintegia GA: Gelako p. GL: Laborategiko p. GO: Ordenagailuko p.  
GCL: P. klinikoak TA: Tailerra TI: Tailer Ind. GCA: Landa p.

EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio jarraituaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia % 40
- Praktikak (ariketak, kasuak edo buruketak) % 20
- Talde lanak (arazoen ebazpenak, proiektuen diseinuak) % 40

OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Azterketa: notaren % 40a  
Lanak eta idatzizko txostenak (praktiketako gidoiak): notaren % 40a  
Laborategiko segimendua (bertaratzea, ekipoen erabilera, laborategiko koadernoak, etab.): notaren % 20a.

Ebaluazio jarraitua:

Azken azterketa finala ekiditeko, azterketa bloke bakoitza gainditu (5/10 gutxienez) beharko da. Azken azterketan, ikasleak azterketa partzialetan gainditu ez dituen blokeen gaineko galderak erantzun beharko ditu. Ikasleak azken azterketako bloke batean azterketa partzialean lortutakoa baino nota altuagoa lortzen badu, bloke horretako azken azterketako nota hartuko da kontuan. Baina baxuagoa balitz, bien batzbestekoa izango da kontsideratuko dena. Azken azterketaren ostean, irakasgaia gainditu ahal izateko, irakasgaiko atal edo bloke bakoitzean gutxienez 3.5/10 lortu beharko da eta azterketako batz-betekoa gutxienez 4.5/10 izan beharko da.

Gainera, ikasle bakoitzak praktika guztiak egin beharko ditu eta praktiketako txosten guztiak izan beharko ditu entregatuta beraien autore edo koautore gisa. Praktika txostenen eta laborategiko jardueraren batz-besteko notak ere gaindituta izan beharko dira.

Azken ebaluazioa:

Ikasleak 18 asteko epea izango du kurtsoa hasten denetik ebaluazioa jarraituari uko egiteko. Horretarako, idatzi bat azaldu beharko dio irakasle arduradunari bere ukoa azaltzen. Uko egin duen ikasleak ez du izango azterketa partzialen bidez ebaluatua izateko eskubiderik. Irakasgaia modu honetan gainditu ahal izateko, honakoa eskatuko da: Azken azterketan gutxienez 3.5/10 atera beharko du azterketako atal bakoitzean eta azterketako batz bestekoa gutxienez 4.5/10 izan beharko da. Gainera, praktika guztiak egin izana, praktiketako txosten guztiak entregatzea autore edo koautore gisa eta batzuk zein besteak gainditzea eskatzen da.

EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Ez-ohiko azterketa egin behar izanez gero, atal edo bloke guztietako galderak erantzun beharko dira ez ohiko deialdiari dagokion azterketan, bakoitzean gutxienez 3.5/10eko nota lortuz eta azterketako batzbestekoa gutxienez 4.5/10 izanda.

Txostenen batz besteko nota zein laborategiko jardunarena mantendu egingo dira, ikasleak gaindituak bazituen behintzat. Ez balitz horrela, suspenditutako praktika txostenak berriz aurkeztu beharko dira, bai eta praktika egin ere, hala gertatuz gero. Irakasgaiko nota kalkulatzeko modua ohiko deialdiko berdina izango da.

NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

Praktika bakoitzeko gidoiak

Laborategiko koadernoak

**BIBLIOGRAFIA**

**Oinarrizko bibliografia**

Lide, D.R. Ed. CRC Handbook of Chemistry and Physics, 89th Edition, CRC press, London, 2008  
Perry, R.H., Manual del Ingeniero Químico, (4 vol), 7ª Ed, McGraw Hill, México, 2002.  
Treybal, R.E., Mass Transfer Operations, 3ª Ed., McGraw Hill, Nueva York, 1980.  
Levenspiel, O., Ingeniería de las Reacciones Químicas, Reverté, Barcelona, 1990.  
Stephanopoulos, G., Chemical Process Control: An Introduction to Theory and Practice, Prentice Hall Int., Englewood Cliffs, N.J., 1984.

**Gehiago sakontzeko bibliografia**

Seader, J.D., Henley, E.J., Separation Process Principles, John Wiley & Sons, Nueva York, 1998.  
Jacobsen, H.A., Chemical Reactor Modeling, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, 2008  
Sborg, D.E., Edgar, T.F., Mellichamp, D.A. "Process Dynamics and Control", John Wiley and Sons, Nueva York (1989).  
(2º Ed 2004)

**Aldizkariak**

Chemical Engineering Education,  
Ingeniería Química

**Interneteko helbide interesgarriak**

<http://www.vrupl.evl.uic.edu/vrichel/> (Virtual Reality in Chemical Engineering Laboratory)  
<http://www.che.iitb.ac.in/courses/uglab/manuals/labmanual.pdf> (Chemical Engineering Laboratory Manual)  
<http://www.che.boun.edu.tr/che302/Chapter%201.pdf> (Chemical engineering laboratory I)

**OHARRAK**

**IRAKASKUNTZA-GIDA**

2017/18

**Ikastegia**

310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

**Zikl.**

Zehaztugabea

**Plana**

GINQUI30 - Ingeniaritza Kimikoko Gradua

**Ikastaroa**

3. maila

**IRAKASGAIA**

26760 - Materialen Ingeniaritza

**ECTS kredituak:** 6

**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Materialen Ingeniaritza, Ingeniaritza Kimikoaren 2. moduluari (komuna arlo industrial) dagokion derrigorrezko irakasgaia da eta 3. mailako bigarren lau hilabeteen eskaintzen da. Irakasgai honetan, egoera solidoa eta materialen zientziaren kimikako hainbat oinarriko kontzeptu aztertzen dira, hala nola, difusioa, faseen arteko oreka edo materialen propietate mekaniko eta termikoak. Ondoren, material mota desberdinen ezaugarriak ikasleei azaltzen zaizkie, baita euren egitura eta propietateen arteko erlazioak ere. Material arrunten aplikazio garrantzitsuak eta erabilpenak aipatzen dira eta horietan eragina izan dezaketen erabilpen baldintzak: tenperatura, atmosfera, ...

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Ikasleak zenbait ezaguera teoriko-praktiko eskuratu beharko du, horien bidez material desberdinen hautaketari, erabilerari, prestakuntzari eta aplikazioei buruz iritzi kritikoak izateko gai izan beharko da. Hau da, ikasleak osagaiak, sistemak eta prozesuak diseinatzen kapaza izan beharko du, gaur egun dauden hainbat materialen artean aukeratuz.

Irakasgai honen bitartez, ikasleak ondorengo gaitasun hauen garapena bilatzen da:

- Ingeniaritza eta materialen erresistentzia kontutan harturik, prozesu baten gailu eta instalazioen diseinua eta zehaztapenak gauzatzea.
- Arlo industrialaren materia komunen problemak ebaztea, kalitate-irizpideak, ingurumenarekiko sentikortasuna eta jasangarritasuna.
- Aurreratuko ikaskuntzan aplikatutako informazio eta komunikazio teknologiak erabiltzea eta informazio-iturriak oinarriko eran maneiatzea, datu-base espezifikoak barne.
- Komunikatzea eta jakinaraztea, idatziz edo ahoz, ezaguerak, lortutako emaitzak, gaitasunak eta trebetasunak.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

1. Sarrera: Material-mota: sailkapenak. Egitura-propietate eta prozesatzearen arteko erlazioa. Diseinua eta materialen aukeraketa
2. Difusioa. Difusio-mekanismoak. Egoera geldikorra eta ez-geldikorraren. Difusioaren aplikazioak materialen prozesatzean. Sinterizatzea.
3. Fase-oreka. Sistema bitarrak eta hirutarrak. Mikroegiturak. Garrantzi teknologikoko diagramak.
4. Propietate termikoak. Bero-ahalmena. Dilatazio termikoa. Eroankortasun termikoa. Esfortzu termikoak.
- 5 Material metalikoak. Sailkapena. Metal eta aleazioen prozesatzea. Tratamendu termikoak. Burdinazko aleazioak: Altzairuak eta burdinurtua. Burdin gabeko aleazioak. Aleazio arinak
6. Material zeramikoak. Egitura. Propietateak. Zeramikoen prozesatzea. Buztina. Beira. Errefraktarioak. Zementuak. Urratzaileak. Zeolitak. Zeramika aurreratuak.
7. Material polimerikoak. Sailkapena. Egitura eta konfigurazioa. Polimerizazio-motak. Kristalinitatea. Portaera termiko eta mekanikoa Polimero-motak: plastikoak (termoplastikoak eta termoeگونkorrak), elastomeroak, zuntzak, filmak,...
8. Material konposatuak. Sailkapena. Zuntz eta matrizearen funtzioak. Partikulez eta zuntzez egonkortutako materialak. Anisotropia. Xaflez osatutakoak.
9. Material elektriko, optiko eta magnetikoak. Eroale elektroniko eta ionikoak. Efektu termoelektrikoak. Erdieroaleak. Dielektrikoak. Material ferro eta piezoelektrikoak. Materialen propietate optikoak. Luminiszentzia, fosforeszentzia eta laserrak. Zuntz optikoa. Material magnetiko gogorak eta bigunak. Ferritak. Grabazioa eta memoria magnetikoak. Supereroaleak.
10. Materialak karakterizatzeko teknikak. X izpien difrakzioa. Analisi termikoak. Mikroskopia elektronikoa. Espektroskopia-teknikak: IG, UM-ikuskorra, RMN, RPE, XPS.

**METODOLOGIA**

Ordu magistraletan ohiko erabilera duten materialen propietate eta aplikazioak azaltzeko erabiliko dira. Halaber, materialen prozesatze eta mikroegituretan eragina izan dezaketen gertakari fisiko-kimiko desberdinak ulertzeko beharrezkoak diren kontzeptu teorikoak azaltzeko.

Gela-praktiketan, zenbait material arrunten aplikazioei buruzko problema errazak ebatziko dira.

Bestetik, ikasleek, beraien kabuz, materialen propietate elektriko, optiko eta magnetikoekin erlazionatutako zenbait gai landuko dute. Lan hauek mintegi-orduetan aurkeztu eta eztabaidatu egingo dira.

IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	40	15	5						
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	30	45	15						

**Legenda:**
M: Maistrala
S: Mintecia
GA: Gelako p.
GL: Laborategiko p.
GO: Ordenagailuko p.
GCL: P. klinikoa
TA: Tailerra
TI: Tailer Ind.
GCA: Landa p.

EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio jarraituaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia % 40
- Test motatako proba % 10
- Praktiak (arriketak, kasuak edo buruketak) % 40
- Talde lanak (arazoen ebazpenak, proiektuen diseinuak) % 5
- Lanen, irakurketen... aurkezpena % 5

OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

1. Ebaluazio mistoa
- Ebaluaziorako baliabideak ondokoak izango dira:
- Azken azterketa idatzia: (test + garatzea + buruketak): 65%
  - Gelan egindako buruketa eta kasu praktikoak: 25%
  - Lana eta bere defentsa: 10%

Atal bakoitzeko gutxieneko nota 4.0 izango da.

Ebaluazio mistoari uko egiteko irakasleari jakinarazi behar zaio kurtsoaren 9. astea amaitu baino lehen.

2. Azken ebaluazioa
- Notaren %100-a proba bakar batean lortuko da, proba garatzeko galderak eta problemak dituen azterketa idatzia izango da.
- Sistema honetan uko egiteko azterketan ez aurkeztea nahikoa izango da.

EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Notaren %100-a proba bakar batean lortuko da, proba garatzeko galderak eta problemak dituen azterketa idatzia izango da.

Sistema honetan uko egiteko azterketan ez aurkeztea nahikoa izango da.

NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

BIBLIOGRAFIA

Oinarrizko bibliografia

W.D. Callister, D.G. Rethwisch, &#8220;Materials Science and Engineering: An Introduction&#8221;; 9th ed; John Wiley & Sons, E.E.U.U. (2013). W.D. Callister, Jr. &#8220;Introducci3n a la Ciencia e Ingenier3a de Materiales&#8221;; Ed. Limusa. Ciudad de Mexico (2013). W.D. Callister, &#8220;Materialen zientzia eta ingeniari-tza. Hastapenak&#8221;; 7th edition; U.P.V./E.H.U. (2011).

Gehiago sakontzeko bibliografia

J.C. Anderson, K.D. Leaver, R.D. Rawlings and J.M. Alexander, "Materials Science for Engineers", 5 Ed, CRC Press Inc., U.K. (2003).

M. F. Ashby y D. R. H. Jones, &#8220;Engineering Materials: An introduction to Properties, applications and Design&#8221;;. 3th edition Elsevier, Oxford (2012).

D.R. Askeland, P.P. Fulay, W.J. Wright, "The Science and Engineering of Materials", 6. Ed. SI, Cengage-Engineering (2012). D.R. Askeland, P.P. Phul3, &#8220;Ciencia e Ingenier3a de Materiales&#8221;; Thomson (2004)

J.F. Shackelford, &#8220;Introduction to Materials Science for Engineers&#8221;;. 7<sup>a</sup> ed., Pearson Prentice Hall, NJ (2009). J.F. Shackelford, &#8220;Introducci3n a la Ciencia de Materiales para Ingenieros&#8221;;, 6<sup>a</sup>Ed.; Pearson Prentice Hall, Mexico (2005)

W.F. Smith, J. Hashemi, "Foundations of Materials Science and Engineering", 5. Ed. McGraw-Hill, México (2009). W.F. Smith, J. Hashemi, "Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales", 4. Ed. McGraw-Hill, México (2006)  
P.L. Mangonon, &#8220;Ciencia de Materiales: Selección y Diseño&#8221;; Pearson Educación., Mexico (2001)  
J.M. Montes, F.G. Cuevas, J. Cintas, &#8220;Ciencia e Ingeniería de los Materiales&#8221;. Paraninfo, Madrid (2014)

**Aldizkariak**

Nature Materials, Chemistry of Materials, Journal of Materials Chemistry

**Interneteko helbide interesgarriak**

**OHARRAK**

IRAKASKUNTZA-GIDA

2017/18

Ikastegia

310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl.

Zehaztugabea

Plana

GINQUI30 - Ingeniearitza Kimikoko Gradua

Ikastaroa

3. maila

IRAKASGAIA

26757 - Prozesuen eta Produktuen Ingeniaritza

ECTS kredituak:

9

IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA

Industriako prozesu kimikoen diseinurako oinarrizko estrategiak erabiltzen ikasten da. Estrategia hauek, ekipoen diseinu zehatza baino aurretik erabiltzen dira, ekipoen diseinu zehatza graduako azken bi ikasturteetako irakasgai berezietan ikasten delarik. Ikasketa hau prozesu kimiko industrial erreal baten diseinua egiten dute ikasleek, ordenagailu bidezko simulatzailea tresna gisa erabiliaz eta analisi ekonomiko eginez diseinuaren bideragarritasuna aztertzeko. Ekoizpen handiko oinarrizko produktu kimikoen fabrikazio-prozesuak ere aztertzen dira, diseinuaren estrategiak aintzat hartuta.

Irakasgaia aurreko graduako irakasgai gehienekin erlazioa du, batez ere lehendabiziko hiru ikasturtekoekin, irakasgaiaren erabiltzen diren oinarrizko kontzeptu guztiak ikasten direlako. Adibidez:

- Materia eta energia balantzeak planteatu eta ebatzi
- Erreakzio kimiko baten estekiometria, konbertsioa eta hautakortasuna kalkulatu
- Termodinamikaren lehen eta bigarren printzipioak erabili
- Likido-gas orekaren printzipioak erabili
- Banaketa eragiketen oinarrizko printzipioak erabili
- Fluidoaren garraiorako oinarrizko kontzeptuak erabili: ponpak, konpresoreak,&#8230;
- Bero transferentziaren oinarrizko legeak erabili
- Bero trukagailuen oinarrizko kontzeptuak erabili.
- Ordenagailu bidezko zenbakizko kalkulua erabili.

GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK

Irakasgaiaren helburuak jaso dituenaren adierazgarri hurrengo ikasketa-emaitzak dira:

1. Konposatu kimiko industrial baten aurre diseinua egin.
2. Ordenagailu bidezko prozesu kimikoen simulazioarako simulazio-diagrama prestatu eta ebatzi, prozesu kimikoaren aurre diseinuan
3. Prozesu kimikoaren aurre-diseinurako informazio tekniko eta zientifikoa bilatu, eta aztertu, ingelesa bezalako atzerriko hizkuntzan daudenak barne.
4. Prozesu kimikoaren aurre-diseinuaren etapa bakoitzean fluxu diagrama egokia egin.
5. Prozesu kimikoaren aurre-diseinuan hautakortasuna eta konbertsioa kontzeptuak erabili erreaktorearen balantzean.
6. Prozesu kimikoaren aurre-diseinuan heuristika egokiak erabili estrategia egokienak aukeratzeko.
7. Prozesu kimikoaren aurre-diseinuko oinarrizko eragiketa bakoitzerako ekipoa aukeratu eta bere diseinurako funtsezko parametroak kalkulatu.
8. Prozesu kimikoaren aurre-diseinuko bero energia bateratzeko pinch metodo sistematikoa aplikatu.
9. Prozesu kimikoaren aurre diseinaturiko fabrikazio kostua eta operazio kostuak kalkulatu.
10. Prozesu kimikoaren aurre-diseinaturiko prozesuaren bideragarritasun ekonomikoa kalkulatu
11. Prozesu kimikoaren aurre-diseinuan seguratasuneko eta ingurugiroaren babeserako irizpideak erabili.
12. Prozesu kimikoaren aurre-diseinuan emaitzak ahoz eta idatziz (txosten teknikoan) adierazi.
13. Prozesu kimikoaren aurre-diseinua talde lanean burutu.
14. Prozesu kimikoaren aurre-diseinua aurrera eramateko jarduerak antolatu eta planifikatu.
15. Industria kimikoko produktu kimiko garrantzitsuenak fabrikatzeko prozesuak analizatu, diseinuaren eta operazioaren estrategiak aintzat hartuta.

Helburu honen garapenean ikasleak Ingeniaritza Kimikoko Graduan (dokumentua) jasotzen diren honako gaitasunak lantzen ditu: M03CM01, M03CM02, M03CM05, M03CM06, M03CM10 y M03CM15, M03CM11, M03CM12, M03CM13 y M03CM14

EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK

GAIEN ZERRENDIA:

- 1.- Prozesuen eta produktuen diseinua. Diseinuaren izaera. Prozesuen eta produktuen diseinurako etapak. Ingurumenaren babesa. Segurtasun-baldintzak.
- 2.- Prozesuen sintesia. Aldez aurretiko datu-basearen sorketa. Prozesuen diseinuari hurbilketak. Prozesuen aldez aurretiko sintesia. Funtsezko kasuaren diseinurako garapena.
- 3.- Prozesuen sintesirako simulazioa. Sarrera. Prozesu simulatzailearen egitura. Emaiza-algoritmoak. Simulazioa aurrera eramateko beharrezkoa den informazioa. Birzirkulazio-korronteak.

- 4.- Prozesuen sintesirako heurística. Lehengaiak eta erreakzioak. Produktuen banaketa. Bereizketa. Erreaktoreetan bero ematea edo kentzea. Labeak eta bero-trukatzaileak. Presio aldaketak. Solidoetan partikula tamaina. Partikulen bereizketa.
- 5.- Erreaktoreen diseinua eta erreaktore-sareak. Erreaktorearen azterketa. Erreaktore idealen ereduak. Kontzentrazioa, temperatura, presioa eta faseak. Erreaktore errealek. Konfigurazio konplexuen diseinua. Erreaktore-sareen diseinua eskualde eskuragarria erabiliz.
- 6.- Bereizte-trenen sintesia. Bereizte sistemaren egitura orokorra. Bereizte metodoen hautaketarako irizpideak. Ekipoaren hautaketa. Distilazio zutabeen sekuentziak. Nahaste ez idealen bereizketa-operazioen sekuentziak. Gas nahasteen bereizketa sistemak. Solido-fluido nahasteen bereizketa sistemak
- 7.- Prozesu instalazioetan energia-integrazioa. Errefrigerazio eta kalefakzio behar minimoak eta energia behar minimoak asetzeko bero-trukatzaileen diseinua. Lana eta beroaren integrazioa. Distilazio zutabeen integrazioa.
- 8.- Batch prozesuen diseinua. Prozesu ez jarraituen unitateen diseinua. Erreaktore-banatzaile prozesuen diseinua. Produktu bakarra prozesatzeko sekuentzien diseinua. Produktu anitz prozesatzeko sekuentzien diseinua.
- 9.- Kostuen estimazioa. Ibilgetua, zirkulazioko kapitala eta totala. Estimazio motak eta hauen zehaztasuna. Fabrikazio-kostuak: Lehengaiak, zerbitzuak, hondakinen tratamendua, eskulana. Kapital-amortizazioa.
- 10.- Errentagarritasunaren analisia. Errentagarritasun irizpideak. Arriskuen ebaluazioa. Proiektuen alderapena. Ordezko ekipoen ebaluazioa. Prozesuen aldaketarako analisia.
- 11.- Produktuaren diseinua. Berritze-mapak. Produktuak garatzeko prozesua. Kontzeptu-etapa. Bideragarritasun-etapa. Garapen etapa. Fabrikazio etapa. Produktuaren sartzea.
- 12.- Industria kimikoa: Ezaugarriak. Industria kimikoaren ikuspegi historikoa. Ezaugarriak. Analisi estrukturala. Eboluzioa eta joerak.
- 13.- Energia, lehengaiak eta produktuak. Energia industria kimikoan. Laguntza-zerbitzuen osagaiak. Energia-kontsumoa eta eraginkortasun energetikoa. Lehengaiak eta produktuak. Industria kimikoa eta ingurumena.
- 14.- Industria-gasak (oxigenoa, nitrogenoa eta gas nobleak). Airearen gasen bereizketa. Hotzaren ekoizpena. Distilazioa. Industria-instalazioak. Gas nobleen lortzea. Produktuak.
- 15.- Solvay prozesua. Solvay prozesuaren kimika. Jaeneckeren diagramak. Solvay instalazioa. Kloro-sosa lortzeko prozesu elektrolitikoak. Diafragma zelulak, merkuriozko zelulak eta mintzezko zelulak. Produktuak eta aplikazioak.
- 16.- Azido sulfurikoa. Lehengaiak. Errekuntzako, katalisiko eta absortzioko etapak. Produktua eta aplikazioak.
- 17.- Eraikuntzarako materialak, metalurgikoak eta ongarriak.
- 18.- Petrolioaren finketa. Zatikapena. Bihurketa prozesu katalitikoak eta ez katalitikoak. FCC. Hydrocracking. Coking atzeratua. Produktuak eta aplikazioak.
- 19.- Industria petrokimikoa. Lehengaiak. Oinarrizko prozesu petrokimikoak. Olefinen eta sintesi gasen lortzea: sintesi prozesuak, sintesi gasa, etilenoa, propilenoa. Aromatikoak. Polimero garrantzitsuak.

## METODOLOGIA

- Irakasgaian erabili ohi diren ikaste-jarduerak ondoko hauek dira.
- Prozesu industrial baten aurre diseinua;
  - Gai bakoitzaren inguruko materialaren irakurketa eta sintesia;
  - Galdetegiak;
  - Ariketen ebazpena (simulazioa,bero-integrazioa, kostuen estimazioa, bideragarritasunaren kalkulua, materialen eta energiaren kontsumoa, etc.)
  - Irakaslearen azalpenak ikusi;
  - Galdetegiak erantzun;
  - Azterketak egin;
  - Bilaketa bibliografikoa;
  - Lanen emaitzen aurkezpena (idatzizkoa edo ahozkoa);

## IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	50	12	18		10				
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	75	24	26		10				

**Legenda:** M: Maistrala S: Mintegia GA: Gelako p. GL: Laborategiko p. GO: Ordenagailuko p.  
GCL: P. klinikoa TA: Tailerra TI: Tailer Ind. GCA: Landa p.

## EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio jarraituaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

## KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia % 60

- Talde lanak (arazoen ebazpenak, proiektuen diseinuak) % 40

**OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

Ebaluazio sistema jarraitua da, aurretik adierazi den bezala, egiten ikasten delako. Gauzak horrela, ikasturtean zehar ebaluagarriak diren zereginak aginduko dira, ikasketa-emaitzak berenganatzen laguntzeko.

Aurreko ataleko portzentaiak batezbesteko baloreak dira. Jarraian ikasturte honetan aplikatuko diren tarteak zehazten dira.

**AZTERKETAK (55 - 80%)**

Bakarka.

Bi azterketa partzial gainditu behar dira, gutxienerako kalifikazioa 5 izanik. Lehen azterketa partziala prozesu kimikoak diseinatzeko estrategiei buruzkoa izango da, eta bigarren azterketa oinarritzko produktu kimikoei eta haien fabrikazio prozesuei buruzkoa izango da. Azterketa partzialetako bat edo biak ez badira gainditzen berriz saiatu daiteke, dagokion zatiarekin azken azterketan.

LANAK, BAKARKA EDOTA TALDEKA. (20 - 45%)

**OHARRAK:**

Etengabeko ebaluazioan parte hartu nahi ez bada, ikasleak etengabeko ebaluazioari uko egiten diola jasotzen duen idatzi bat aurkeztu beharko dio irakasgaiaren ardura duen irakasleari eskuan eta, horretarako, 18 asteko epea izango du, ikastegiko eskola egutegian zehaztutakoarekin ikasturtea hasten denetik kontatzen hasita ( 8.3 artikulua, Graduako Titulazio Ofizialetako Ikasleen Ebaluaziorako Arautegia).

Etengabeko ebaluazioari uko eginez gero, azken ebaluazioa (100%) ikasketa emaitzak ebaluatzeko adina froga kopuruaz osatuko da.

Etengabeko ebaluazioaren kasuan, deialdiari uko egin nahi dioten ikasleek kasuan kasuko irakasgaiaren irakaskuntza aldia bukatu baino, gutxienez, hilabete lehenago egin beharko dute eskaria. Eskari hori idatziz aurkeztu beharko zaio irakasgaiaren ardura duen irakasleari eskuan. Azken ebaluazioaren kasuan, azterketa egun ofizialean (ekaina) egin beharreko proba ez aurkezte hutsak ekarriko du automatikoki kasuan kasuko deialdiari uko egitea (12. Artikulua, Graduako Titulazio Ofizialetako Ikasleen Ebaluaziorako Arautegia).

**EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

AZTERKETAK (55 -80%)

LANAK, BAKARKA EDOTA TALDEKA. (20-45%)

**NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK**

PRO/II Prozesu-simulagailua.  
eGELA plataforman ikaste-material erabilgarria.

**BIBLIOGRAFIA**

**Oinarritzko bibliografia**

"Product & Process design principles: Synthesis, analysis and evaluation", 3<sup>a</sup> ed.  
Seider, W.D., Seader, J.D., Lewin, D.R., Widagdo, S., John Wiley & Sons, N.Y, (2010).  
"Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes", 3<sup>a</sup> ed.  
Turton, R., Bailie, R.C., Whiting, W.B., Shaeiwitz, J.A., Prentice Hall PTR (2009).  
Vian, A.;"Curso de Introducción a la Química Industrial", 2<sup>a</sup> edición. Reverté. Barcelona (1999).  
Stocchi, E.; "Industrial Chemistry". Volumen 1. Inorgánica. Ellis Horwood, London, (1990).  
"Product Design and Development", 4<sup>a</sup> ed.  
Ulrich, K.T., Eppinger, S.D., McGraw-Hill International Edition(2008).  
"Survey of Industrial Chemistry". 3<sup>a</sup> ed.  
Chenier P. J., Kluwer Academic. New York (2002).  
"An introduction to Industrial Chemistry"  
Heaton, C.A.(ed), Blackie Academic & Professional (London) 2<sup>o</sup> ed. (1991)  
"Cryogenic Systems". 2<sup>a</sup> Ed.  
Barron, R. F., Oxford University Press. New York (1985).  
"Sulfuric acid manufacture Analysis Control and Optimisation".  
Davenport, W.G and King, M.J., Elsevier. Amsterdam (2006).

**Gehiago sakontzeko bibliografia**

"Chemical Product Design".  
Cussler, E.L., Moggridge, G.D., Cambridge University Press, (2001).  
"Chemical Engineering Design", 5ª ed.  
Sinnott, R.K., Towler, G., Butterworth & Heinemann, Burlington, MA (2009).  
"Plant Design and Economics for Chemical Engineers"  
Peters, M.S., Timmerhaus, K.D., West, R.D., 5ª ed., McGraw-Hill, Nueva York (2002).  
"Systematic Methods of Chemical Process Design"  
Biegler, L.T., Grossman, I.E., Westerberg, A.W., Prentice Hall, N.J. (1997).  
"Encyclopedia of Chemical Processing and Desing",  
McKetta, John J. (Ed.), Marcel Dekker, INC. New York (1977- ).  
"Inorganic Chemistry - An Industrial and Environmental Perspective",  
Swaddle T.; Elsevier, (1997)  
"Industrial Organic Chemistry". 3ª ed.,  
Weissermel K. & Arpe J., VCH Publishers, Inc. New York (1997).  
"Handbook of Industrial Chemistry",  
Farhat A., Bassam M.A. and Speight, J.G.; Chauvel A., Lefebvre G., Editions Technip, Paris (1989)

**Aldizkariak**

**Interneteko helbide interesgarriak**

[http://www.cheresources.com/process\\_design.shtml](http://www.cheresources.com/process_design.shtml)  
<http://www.process-design-center.com/>  
<http://www.ingquimica.com/>  
<http://www.aiche.org/>  
<http://www.icheme.org/>  
<http://www.sener.es/SENER/index.aspx>  
<http://www.trsa.es/spanish/index.asp>

**OHARRAK**

**IRAKASKUNTZA-GIDA**

2017/18

**Ikastegia**

310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

**Zikl.**

Zehaztugabea

**Plana**

GINQUI30 - Ingeniearitza Kimikoko Gradua

**Ikastaroa**

3. maila

**IRAKASGAIA**

26761 - Prozesu Kimikoetako Tresneria eta Kontrola

**ECTS kredituak:**

6

**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Ingeniaritza kimikoko adibideak erabiliz kontrolaren oinarritzko ezagutzak ikastea da irakasgaiaren helburua, kontrol begiztak diseinatzeko eta haren parametroak kalkulatzeko. Lehenengo kontrol begiztako elementuen dinamika ikasten da. Ondoren, atzeraelikaduradun kontrol begizta itxiaren egonkortasuna aztertzen da, eta begiztak nahi den erantzuna izan dezan kontrolagailuak diseinatzen dira, irizpide desberdinak jarraituz. Industria kimikoetako aldagai tipikoak neurtzeko tresneria ezagutzea ere irakasgaiaren beste helburu bat da.

Bigarren eta hirugarren kurtsoko irakasgaietan ekipoak, unitateak eta prozesuak kalkulatu eta diseinatu dira, egoera egonkorrean. Irakasgai honetan denbora aldagaia sartzen da kalkuluetan, ekipoen, eragiketen eta prozesuen jardutean ematen diren aldaketa dinamikoak aztertuz. Horrela ekipoen, eragiketen eta prozesuen kontrola ezinbestekoa dela ikusiko da, eta nola egin daitekeen aztertzen da.

Irakasgaia II Moduluan (Industria-adarrari komuna) sailkatzen da eta ez dauka Ingeniaritza Kimikoaren ezaguera espezifikoen beharrik, nahiz eta erabiltzen diren adibideak Ingeniaritza Kimikoari dagozkionak izan beti, lehen mailako Ingeniaritza Kimikoaren eta Bioteknologiaren Oinarriak irakasgaien ikusitako masa- eta energia-balantzeetan oinarrituak. Hirugarren kurtsoko bigarren lauhilabeteko Esperimentazioa Ingeniaritza Kimikoan II; irakasgaia garatzeko oinarritzko ezagutza eskaintzen du irakasgaiak.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Gaitasunak:

- Industria mailako ekipoen tresneria eta kontrolaren oinarritzko printzipioak menperatzea
- Prozesu aldagaiak neurtzeko tresneria aukeratzea eta konparatzea
- Ikaskuntzan IKT-ak erabiltzea.
- Ezagutza eta emaitzak transmititzeko txosten teknikoak idaztea.
- Kontrol konfigurazioak analizatzea eta diseinatzea.

Helburuak:

- Prozesuen dinamikaren oinarriak ulertzea
- Prozesuen kontroleko terminologia menperatzea
- Atzeraelikaduradun kontrolaren oinarriak ulertzea
- Kontrol begiztak diseinatzea
- Kontrol begizten parametroak doitzea

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

**I. SARRERA**

- 1.- Irakasgaiaren helburuak. Prozesu kimiko bateko aldagaien sailkapena. Kontrol sistema baten diseinurako elementuak. Kontrol begizta baten elementuak.
- 2.- Eredu matematikoak. Oinarritzko legeak. Ereduen adibideak: CSTR seriean; CSTR ez isotermoda; berotutako ontziak.

**II. SISTEMA LINEALEN DINAMIKA BEGIZTA IREKIAN**

- 3.- Elementu motak. Ekuazio diferentzialak. Laplace-ren transformatua: ekuazio diferentzial linealen ebazpena Laplace-ren eremuan. Transferentzia funtzioaren kontzeptua.
- 4.- Lehen ordenako sistemen erantzuna. Perturbazioen aurreko erantzuna. Lehen ordenako sistemen adibideak.
- 5.- Sistemen linealizazioa eta sistemen arteko elkarrekintza. Linealizazio teknikak. Seriean jarritako lehen ordenako sistemak: elkarrekintzarekin eta elkarrekintzarik gabe.
- 6.- Bigarren ordenako sistemak. Perturbazioen aurreko erantzuna. Atzerapena edo denbora hila. Atzerapendun sistemetan perturbazioen aurreko erantzuna. Ohiko prozesu elementu orokorrak.

**III. TRESNERIA**

- 7.- Seinaleen neurketa eta garraioa. Prozesu aldagaiak. Neurketaren ezaugarriak. Neurgailuen sailkapena. Neurtutako aldagaiaren garraioa. P&I diagramak.
- 8.- Tenperatura neurgailuak. Sentsore motak eta hauen hautatzea. Presio eta nibel neurgailuak.
- 9.- Emari neurgailuak. Emari neurgailu motak eta hauen hautatzea. Konposizio neurgailuak. Laginketa eta egokitzapen sistemak.
- 10.- Kontroleko azken eragiketa. Eragileak. Kontroleko azken elementuak. Kontrol balbulak.

**IV. BEGIZTA ITXIAREN KONTROLA**

- 11.- Atzeraelikaduradun kontrolaren kontzeptua. Kontrolagailuen sailkapena. Oinarritzko kontrol ekintzak: proportzionala,

integrala eta deribatua. Ekintza konbinatuak.

12.- Sistema itxien transferentzia funtzioak. Begizta itxiaren erantzuna. Kontrol ekintza desberdinen eragina. Egonkortasuna: kontzeptua eta irizpideak.

13.- Routh-Hurwitz-en egonkortasun irizpidea. Erroen kokapenaren kontzeptua. Erroen kokapenaren eraikuntza.

14.- Maiztasunaren eremuko erantzuna. Bode-ren eta Nyquist-en egonkortasun irizpideak. Irabazkin- eta fase-marjinak.

15.- Atzeraelikaduradun kontrolagailuen diseinua. Portaera aztertzekeko irizpideak, ezaugarri bakunean oinarritutakoak eta denboran zeharreko erantzunean oinarritutakoak. Kontrolagailu motaren hautaketa. Kontrolagailuaren parametro hoberenak estimatzeko teknikak.

16.- Beste kontrol konfigurazioak. Kaskadan egindako kontrola. Ratioaren kontrola. Begizta zuzeneko kontrola (feedforward). Aldagai anitzen kontrola.

METODOLOGIA

Eskola magistraletan gai bakoitzaren oinarritzko teoria azaltzen da, aspektu garrantzitsuenak azpimarratuz. Informazio hori bibliografia espezifikoarekin (beherago ematen agertzen dena, eta gai bakoitza amaitzean emango dena) osatu daiteke. Ariketa eskoletan gai bakoitzarekin lotutako ariketa tipoak ebazten dira.

Ordenagailu eskoletan Loop-Pro (Control Station) softwarea erakusten da, irakasgaia ikasteko garrantzitsua dena. Era berean, kontrolerako espezifikak diren Scilab edo Matlab-eko komando eta aplikazioak azaltzen dira, eskola magistraletan ikusitako kontzeptuak indartzeko.

Mintegi eskoletan prozesu kimikoetako tresneria azaltzen da.

Ikasgaiaren zati garrantzitsuenekin lotutako zereginak entregatu beharko dira. Zeregin hauek idatziak dira, eta eduki kontzeptualaz gain, formatua eta idatzitako aurkezpena ebaluatuko dira, plataforma birtualean emango diren arau batzuen arabera.

IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	28	4	22		6				
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	42	10	28		10				

**Legenda:** M: Magistrala S: Mintegia GA: Gelako p. GL: Laborategiko p. GO: Ordenagailuko p.  
GCL: P. klinikoak TA: Tailerra TI: Tailer Ind. GCA: Landa p.

EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio jarraituaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia % 75
- Praktika (ariketak, kasuak edo buruketak) % 25

OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Aurreko atalean aipatutako ehunekoak batez bestekoak dira. Ondoren ematen dira haien aplikazio-tarteak.

**EBALUAZIO JARRAITUA**

Idatzizko frogak. Balorazioa %60 eta %90 tartean egongo da

Idatzizko hainbat froga egingo dira, irakasgaiaren lantzen diren kontzeptuak bereganatu diren ebaluatzeke, eta ariketak, kasu praktikoak eta buruketak ebazteko ahalmena ebaluatzeke. Froga bat gaitzitzeko gutxienez 5/10 lortu behar da.

Aurreko frogak guztiak gaitzitzen ez direnean azken frogak bat egongo da. Frogaren baten kalifikazioa 3/10 baino txikiagoa bada, ez da batez bestekorik egingo.

Bakarkako lanak. Balorazioa %10 eta %40 tartean egongo da

Hurrengo zereginak egon daitezke:

- Ariketen/kasu praktikoaren/buruketen ebazpena
- Ordenagailu praktikak
- Idatzizko txostenak

Ebaluazio jarraitutik ebaluazio finalera pasa nahi duen ikasleak, irakasgaiaren irakasleari eskatu beharko dio aldaketa, idatzi baten bitartez. Hau, kurtsoaren bederatzigarren astea baino lehen izan behar da (edo lehen idatzizko frogaren emaitzak argitaratu eta aste bete baino lehen, hau bederatzigarren astearen ondoren gertatzen bada).

**EBALUAZIO FINALA**

Azterketa %100%. Froga teoriko batez eta ariketen/kasu praktikoaren/buruketen ebazpenaz osatuta egongo da

EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Azterketa %100. Froga teoriko batez eta ariketen/kasu praktikoaren/buruketen ebazpenaz osatuta egongo da.

## NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

- Irakasgaiaren Moodle orrian esekiko den materiala.
- LOOP-PRO Softwarea.

## BIBLIOGRAFIA

### Oinarrizko bibliografia

- 1.- Stephanopoulos, G. "Chemical Process Control", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. (1984).
- 2.- Seborg, D.E., Edgar, T.F., Mellichamp, D.A. "Process Dynamics and Control", 2ª ed. John Wiley and Sons, New York (2004).
- 3.- Bequette, B.W., "Process control: modeling, design and simulation", Prentice Hall, N.J. (2003).
- 4.- Riggs, J.B., Karim, M.N., "Chemical and Bio-Process Control", 3ª ed., Pearson education Inc., Boston, MA (2006).
- 5.- Creus, A. "Instrumentación Industrial", 8ª ed., Marcombo S.A., Barcelona (2010).
- 6.- Ollero de Castro, P., Fernández, E. "Control e instrumentación de procesos químicos", Editorial Síntesis, Madrid (1997).

### Gehiago sakontzeko bibliografia

- Smith, C.A., Corripio, A.B. "Principles and Practice of Automatic Process Control", 3ª ed. John Wiley and Sons, New York (2006). Traducción de la 1ª ed. "Control Automático de Procesos: Teoría y Práctica", Limusa, Mexico (1991).
- Ogunnaike, B., Ray, W.H., "Process Dynamics, Modeling and Control", Oxford University Press, New York (1994).
- Marlin, T.E., "Process Control: Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance", 2ª ed., McGraw-Hill, New York (2000).

### Aldizkariak

### Interneteko helbide interesgarriak

<http://www.isa.org/>  
<http://www.controlstation.com/>  
<http://www.library.cmu.edu/ctms/>  
<http://www.controlglobal.com/>  
<http://www.controlguru.com/pages/table.html>  
<http://www.cambridge.org/us/features/chau/matlab/matlabindex.html>  
<http://www.controleng.com/archives/2000/ctl0601.00/000601.htm>  
<http://network54.com/Hide/Forum/30020>

## OHARRAK

IRAKASKUNTZA-GIDA

2017/18

Ikastegia

310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl.

Zehaztugabea

Plana

GINQUI30 - Ingenieritza Kimikoko Gradua

Ikastaroa

3. maila

IRAKASGAIA

26758 - Ingeniaritza Elektrikoaren eta Elektronikoaren Oinarriak

ECTS kredituak:

6

IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA

Aurretikako ezagutzak: Fisika orokorra (bereziki Elektrizitatea) eta Matematika (batez ere zenbaki konplexuak eta ekuazio diferentzial sinpleen ebazpena). Izan ere, Elektrizitatea irakasgai honen oinarria da, zenbaki konplexuak (fasoreak) beharrezkoak dira korrante alternoko kalkuluak eta planteamenduak egiteko eta ekuazio diferentzial linealak zirkuitu elektriko linealen erregimen iragankorrak kalkulatzeko ezinbestekoak dira. Irakasgaia gai ezberdinetan banatzen da. Irakasgaiaren antolaketa eskola magistral, eskola praktikoa eta mintegietan oinarritzen da. Eskola praktikoei dagokienez, gelako praktikez gain, laborategi zein ordenagailu praktikak ditu irakasgai honek.

Hauek dira irakasgaiaren zehar kronologikoki lantzen diren gai ezberdinak:

- Korrante jarraituko eta alternoko oinarritzko zirkuituak hauen oinarritzko elementuen deskribapenarekin (iturriak, erresistentziak, kondentsadoreak, harilak, etab). Paralelo eta serie elkarketak eta hauen konbinazioa. Potentzia elektrikoa korrante alferno eta jarraituan. Fasoreak. Potentzia-faktorea, bere azalpena eta erabilgarritasuna. Adibide praktikoa: instalazio bateko potentzia-faktorearen hobekuntza. Zirkuituen teorema: Thevenin, Norton eta gehieneko potentzia-transferentziaren teorema. Teoremen erabilera zirkuitu konplexuen sinplifikaziorako. Zirkuitu ez-idealak. Praktika eta ariketak ordenagailu eta laborategian (osagai elektrikoaren konbinazioa, erresonantziak, iragankorrak, eta neurketa aparatuen erabilera).
- Korrante alferno trifasikoko zirkuituak. Izar eta triangelu eta izar-triangelu eta triangelu-izar konexioak. Hauen garrantzia industrian. Fase korrantea eta fase eta linea tentsioak konexio mota bakoitzean. Fase potentzia eta totala. Sistema orekatuak eta beraien tentsio formulak, korranteak eta potentziak (fasekoa eta totala) desorekan. Desoreken jatorria sistema trifasikoetan. Sistema trifasikoaren ariketak. Laborategi praktikak.
- Sorgailu-motor eta motor-sorgailuen oinarriak. Korrante jarraitu eta alternoko sorgailu eta motorrak. Sorgailu-motor eta motor-sorgailu sistemen zirkuitu eta potentzia mekaniko eta elektrikoaren problemei lotutako formula idealak. Kasu ez idealak. Sorgailu eta motorren ariketak.
- Elektronikaren oinarriak: gailuak eta osagai elektronikoak: diodoak, transistoreak, potentzia anplifikadoreak eta anplifikadore operazionala. Sentsoreak. Bihurgailu analogiko/digitalak eta digital/analogikoak.
- PN juntura diodoa, Schockley-ren ekuazioa, hurbilketa linealak eta aplikazioak. Uhin erdiko artezgailua eta uhin osoko artezgailua. Zirkuitu mugatzaileak.
- Transistore bipolarra. Ezaugarri kurbak, lan guneak eta karga zuzena. Aplikazioak. Anplifikadoreak gune aktiboan. Etendura eta asetun guneak.
- Anplifikadoreak. Kutxa erako ereduak. Irabazia, maiztasun eremuko erantzuna eta banda zabalera. Anplifikadore operazionala. Anplifikadore inbertsorea eta ez-inbertsorea. Batutzailea, deribatzailea eta integratzailea. Anplifikadore operazionalen aplikazioak eta laborategi praktikak.

GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK

Ingeniari kimikoentzat baliagarri diren ingeniaritza elektriko eta elektronikoaren inguruko ezaguerak eta hauek osotzen dituzten kontzeptuak, metodoak eta gailuak aurkeztuko dira. Ingeniaritza elektrikoaren alorrean ondoko oinarritzko kontzeptuak landuko dira: transformadoreen oinarritzko funtsak eta banaketa elektrikoaren sistemekin duten erlazioa, korrante alternoko zein jarraituko motoreak, energia elektriko alferno jarraitua bilakatzeko sistemak eta alderantzizkoak. Elektronikaren oinarriak honela bananduko dira: gailuak, osagai elektronikoak, diodoak, transistoreak eta abar, zirkuitu elektronikoak, neurketa eta tresneria azpimarratuz; eta gailuen arteko komunikazio-sistemak.

EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK

- 1- Ingeniaritza elektrikoaren oinarriak.
  - 1.1- Zirkuitu elektrikoak, zirkuituen teorema, Wheatstone zubia. Korrante jarraituko zirkuituak. Korrante alternoko zirkuituak. Zirkuitu trifasikoak. Neurketako tresneria.
  - 1.2- Transformadoreak eta banaketa elektrikoa.
  - 1.3- Motoreak eta korrante jarraituko sorgailuak.
  - 1.4- Motoreak eta korrante alternoko sorgailuak.
- 2- Elektronikaren oinarriak
  - 2.1- Gailu eta osagai elektronikoak. Diodoak. Transistorea. Anplifikadore operazionala. Beste gailuak.
  - 2.2- Seinalearen egokitzapenerako zirkuitu elektronikoak. Iragazkiak. Instrumentazio-anplifikadorea. Sentsoreetako beste zirkuituak. Analogiko-digital eta digital-analogiko bihurtzaileak.

Ordenagailu-praktikak: Zirkuituen eta motoreen simulazioak; Zirkuitu elektronikoaren simulazioak.

Laborategi-praktikak: Neurgailuak, RC zirkuituak, Wheatstone zubia; RLC zirkuituak, iragazkiak eta erresonantzia; Zirkuitu arteztaileak eta mugatzaileak; Anplifikadore operazionalak dituzten zirkuituak.

METODOLOGIA

Bi klase teorikoko ariketen klase bat ematen da orokorrean, horretaz gain laborategi eta ordenagailu praktikak daude.

Eskola magistralak: gai ezberdinen eduki teorikoak jorratuko dira ordenagailu bidezko aurkezpen eta arbeleko azalpenetan oinarrituz. Gai teoriko ezberdinak adibide errazekin lagunduko dira.

Gelako praktikak: adibide praktikoak garatu eta ariketak zuzendu eta eztabaidatuko dira, ikasleen parte hartze zuzena bultzatuz. Ikasleek gutxienez problemak planteatuta eraman beharko dituzte gelara. Irakasleak ebazpenak osatu edota problemen ebazpenean egin diren akatsak zuzenduko ditu.

Ordenagailu praktikak: PSPICE programa erabiliz, oinarritzko zirkuituak simulatuko dira kontzeptu teorikoak finkatu, eta zirkuitu errealean mugapenak ulertzeko.

Laborategi praktikak: laborategian zenbait oinarritzko zirkuitu muntatu, aztertu eta egiaztatuko dira.

Bestalde, ikasleen parte hartzea eta irakasle-ikasleen arteko komunikazioa bultzatu eta errazteko, eGela plataforma ere erabiliko da.

IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	30	5	10	10	5				
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	45	7,5	15	15	7,5				

Legenda: M: Magistrala S: Mintegia GA: Gelako p. GL: Laborategiko p. GO: Ordenagailuko p.  
GCL: P. klinikoak TA: Tailerra TI: Tailer Ind. GCA: Landa p.

EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio jarraituaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia % 60
- Praktikak (ariketak, kasuak edo buruketak) % 40

OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

EBALUAZIO JARRAITUAREN SISTEMA:  
Irakasgaiaren ebaluazioan ondokoak hartuko dira kontuan: azterketa teoriko/praktikoa (%60), klasean proposaturiko ariketen ebazpena eta laborategiko praktiken txostenak (%40).  
Derrigorrezkoa da laborategiko klase praktiko guztietan parte hartzea, eta baita ere praktikak ondo burutzea eta dagozkien txostenak aurkeztea. Hauek guztiak beharrezkoak dira irakasgai honetan ebaluazio positiboa lortzeko. Praktikak taldeka egingo dira eta talde bakoitzak praktika bakoitzeko txosten bakarra entregatu beharko du. Honela, talde lana sustatuko da.  
Bestalde, aipaturiko ebaluazio positiboa lortzeko, azterketa teoriko/praktikoan gutxienez lau puntu, hamarrekiko, lortu behar dira.

Ebaluazio jarraitua egin nahi ez duen ikasleak uko egin ahal izango dio ebaluazio jarraituari irakasleari idatziz uko egiteko eskaria aurkeztuz, honetarako, lauhilekoaren hasieratik 9 asteko epea izango duelarik. Kasu honetan, ikaslea azken ebaluazio sistema bidez ebaluatuko da.

AZKEN EBALUAZIOAREN SISTEMA:  
Azken ebaluazio sistemarako honakoak hartuko dira kontuan: idatzizko azterketa teoriko/praktikoa (amaierako notaren %60a) eta laborategiko praktiken azterketa (amaierako notaren %40a). Laborategiko praktiken azterketa egin ahal izateko idatzizko azterketan gutxienez lau puntu, hamarrekiko, lortu behar dira. Laborategiko azterketa praktiko hau era egokian burutzea ezinbestekoa da irakasgaia gainditzeko. Zirkuitu ezberdinak muntatu eta simulatzea eta txostenak idaztea azterketa praktiko honen parte izango da.

Azterketa egun ofizialean egin beharreko idatzizko azterketara aurkezten ez den ikasleak deialdiari uko egiten diola ulertuko da eta Ez Aurkeztua bezala kalifikatuko da, ebaluazio sistema edozein delarik ere.

**EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

Ezohiko deialdiaren ebaluazio sistema honakoa da: notaren %60-a ezohiko deialdian burutuko den azterketa teoriko/praktikoak finkatuko du, eta gainerako %40-a ikasturtean zehar burututako praktikan lortutako nota izango da. Azken nota honi dagokionez, ikasturtean zehar praktikatara bertaratu izana eta dagozkion txostenak aurkeztu izana ezinbestekoa da. Gainera, irakasgaiaren ebaluazio positiboa lortzeko, azterketa teoriko/praktikoan gutxienez lau puntu, hamarrekiko, lortu behar dira.

Ikasleak, nahi izanez gero, aukera du ez-ohiko deialdirako praktikatako txosten berriak aurkezteko, txosten berri hauen arabera ebaluatua izateko.

Ohiko deialdian ebaluazioa jarraitua egin ez duten ikasleek idatzizko azterketa teoriko/praktikoa (amaierako notaren %60a) eta laborategiko praktiken azterketa (amaierako notaren %40a) egin beharko dituzte. Laborategiko praktiken azterketa egin ahal izateko idatzizko azterketan gutxienez lau puntu, hamarrekiko, lortu behar dira. Laborategiko azterketa praktikoa hau era egokian burutzea ezinbestekoa da irakasgaia gainditzeko. Zirkuitu ezberdinak muntatu eta simulatzea eta txostenak idaztea azterketa praktikoa honen parte izango da.

Azterketa egun ofizialean egin beharreko idatzizko azterketara aurkezten ez den ikasleak deialdiari uko egiten diola ulertuko da eta Ez Aurkeztua bezala kalifikatuko da.

**NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK**

Oinarrizko bibliografian agertzen diren lehenengo bi liburuak.

**BIBLIOGRAFIA**

**Oinarrizko bibliografia**

- \* Electrical & Electronic Engineering Principles, Noel Morris. Prentice-Hall, 1994.
- \* Electric Motors and Drives. Fundamental, Types and Applications. Austin Hugues, 2009.
- \* Electric Circuits. Mahmood Nahvi and Joseph Edminister. Schaum's Outline Series, Edición 4. McGraw-Hill, 2003.
- \* Electrotecnia. José García Trasancos. Editorial Thomson-Paraninfo, Madrid, 2004.
- \* Electronic Circuit Analysis and Design, W.H. Hayt r. and G. W. Neudeck, segunda edición, John Wiley & Sons, Inc. , 1995
- \* The Electronics Companion, AC Fisher- Gripps, I o P, 2005.
- \* Fisika, Zientzialari eta Ingeniarientzat, PM Fishbane et al., editado por UPV / EHU, 2008.
- \* Electronic Devices and Circuits, M. Hassul and D. Zimmerman, Prentice-Hall, 1997.

**Gehiago sakontzeko bibliografia**

- \* Electric Machines and Electromechanics, S.A. Nasar, Schaum's Outline Series, McGraw-Hill, 1997.
- \* Electric Power Systems, S. A. Nasar, Scahum &#180;s, McGrawu-Hill, 1990.
- \* Máquinas Eléctricas, S.J. Chapman, 4ªEd., McGraw-Hill, 2005.
- \* Che- Mun Ong , Dynamic Simulation and Electrical Machinery using Matlab/ Simulink, Prentice-Hall

**Aldizkariak**

**Interneteko helbide interesgarriak**

**OHARRAK**

No hay observaciones

IRAKASKUNTZA-GIDA

2017/18

Ikastegia

310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl.

Zehaztugabea

Plana

GINQUI30 - Ingeniaritza Kimikoko Gradua

Ikastaroa

3. maila

IRAKASGAIA

26762 - Bereizketa Prozesuak

ECTS kredituak:

6

IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA

Milurtekoetan zehar garatuta, nahasteen bereizketa osagai puruetan ezinbestekoa da industria kimikoko eta bioteknologikoko prozesuetan. Planta hauen ekipamendu nagusiak lehengaien, tarteko produktuen eta azken produktuen purifikazioa helburua du. Prozesu hauek materia transferentziagatik kontrolatuta daude eta kasu askotan prozesuaren errentagarritasuna materia transferentziaren menpekoa da. Irakasgai honek Ingeniaritza Kimikoko Gradu 3. mailako 1. lauhileko (Materia Transferentzia) irakasgaiaren ezagutza behar ditu eta Ingeniaritza Kimikoko Gradu 3. mailako (Esperimentazioa Ingeniaritza Kimikoan II) irakasgaiaren garapen esperimentala burutzeko ezaguera egokiak ekartzen ditu.

GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK

- Gaitasun Bereziak
- Materia eta energia balantzeak erabiliz, instalazioak, ekipamenduak edo prozesuak aztertzea non materiak morfologia-, konposizioa-, egoera-, energia- edo erreaktibotasuna-aldaketak jasatzen dituen.
  - Ingeniaritza Kimikoaren, Ingeniaritza Biokimikoaren eta Bioteknologiaren oinarriak ingeniartzetako oinarritzko eta komuneko funtsekin osatzea.
  - Termodinamika aplikatuaren eta materia transferentziaren funtsetan oinarrita, bereizteko eragiketak aztertzea, modelatzea eta kalkulatzea.
  - Modelo teorikoen eta simulazioan lortutako emaitzak laborategi-unitateetan eta piloto-plantetan lortutako emaitza errealekin erkatzea.
- Zeharkako Gaitasunak
- Ikaskuntzari aplikatutako informazio- eta komunikazio-teknologiak, informazio-iturriak eta Ingeniaritza Kimikoaren datu-base espezifikoak, baita ahozko aurkezpenetarako laguntzako erreminta ofimatikoak ere trebetasunarekin erabiltzea.
  - Eskuratutako ezaguerak, emaitzak, abildadeak eta trebetasunak, diziplinarteko eta eleaniztun ingurunean idatzizko eta ahozko eratan, eraginkortasunez jakinaraztea.
  - Jarduerak lan-taldeetan, aniztasuneko eta kultura-aniztasuneko ezaguerarekin, arrazonamendu kritikoarekin eta espiritu eraikitzailearekin antolatzea eta planifikatzea. Zeregin-esleipenarekiko lantaldeetako lidergoaren garapena, taldearen aniztasunaren onarpenarekin egiturak ezartzea.
  - Zeregin-esleipenarekiko lantaldeetako lidergoaren garapena, taldearen aniztasunaren onarpenarekin egiturak ezartzea.
  - Kalitate irizpideekin, ingurumenagatik sentikortasunarekin, jasagarritasunarekin, irizpide etikoekin eta bakearen sustapenarekin planteatutako Ingeniaritza Kimikoari eta Bioteknologiari dagozkien irakasgaiei buruzko arazoak ebatzea.

Bereizteko eragiketako ezaugarri orokorrak. Bereizteko eragiketarik garrantzitsuenen garapena: xurgatzea eta desortzioa, destilazio bizarra, erauzketa, lehorketa, kristalizazioa, adsortzioa, ioi-trukea, kromatografia, mintzen bidezko bereizketak.

EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK

1. Bereizteko prozesuetarako sarrera. Industria Kimikoko bereizteko prozesuak. Bereizteko mekanismoak: fase adizioaren edo fase sortzearen bidezko bereizketa; Hesien bidezko bereizketa; Eragile solidoen bidezko bereizketa; Gradientearen edo kanpoko eremuaren bidezko bereizketa. Lan egiteko erak. Bereizketa-faktorea eta produktuen purutasuna. Bereizketarako energia. Bereizketa prozesuen arteko aukeraketa.
2. Nahaste diluituen xurgatzea eta desortzioa. Nahaste dilutituen likido-gas oreka. Erabilitako ekipamendua: Etapetako operazioa: Plateretako zutabeko operazioa. Plateraren eraginkortasuna. Etapa teoriko-kopuruaren kalkulu grafikoa eta aljebraikoa. Betegarritzko zutabeetako operazioa. Betegarri altueraren kalkulua. HETP-a.
3. Nahaste bitarren destilazioa. Lurrun-likido Oreka. Destilazio-motak. Ekipamendu osagarria. Unitatearen diseinu-kontsiderazioak. Flash destilazioa. Metodo grafiko hurbildua (McCabe-Thiele-a): errektifikazio-guneko etapa-kopurua, agortze-guneko etapa-kopurua. Elikadura-plateraren kokapena. Errefluxu-erlazio optimoa. Murphree-ren eraginkortasunaren erabilera. Metodo grafiko zorrotza (Ponchon Savarit). Betegarritzko zutabeetako operazioa. Egoera ez geldikorreko destilazioa.
4. Sistema hirutarren likido-likido erauzketa. Likido-likido oreka. Diseinuko kontsiderazio orokorrak. Etapa bateko erauzketa. Etapa anizkuneko sistemetako etapa-kopuruaren kalkulua. Disolbatzaileen kantitate egokia. Sistema nahastezinetako sinplifikazioak.
5. Solido-likido erauzketa. Solido-likido oreka. Diseinuko kontsiderazio orokorrak. Etapa bateko erauzketa. Etapa anizkuneko sistemetako etapa-kopuruaren kalkulua. Disolbatzailearen kantitate optimoa. Lixibiazioko difusio-eredua.
6. Solido-lehorketa. Lehorketa-oreka. Industria-lehorgailuak. Aire-ura interakzioa: Tenperatura hezea eta asetatsun-tenperatura. Solidoen lehorketa-zinetika. Lehorgailu ereduak. Lehorgailu ezjarraituetako lehorketa denboraren kalkulua. Lehortegi jarraituetako dimentsionaketa. Lehortegiaren eraginkortasunaren hobekuntza.

7. Kristalizazioa. Kristalizazio-prozesuetako oreka. Kristalen geometria eta tamaina-banaketa. Kristalizazio-zinetika: Nucleazioa eta kristal-hazkuntza. Kristalizaziorako industria-ekipamenduak. Materia eta energia balantzeak kristalizagailuetan. Kristal-populazioen balantzea.
8. Adsortzioa, ioi-trukea eta kromatografia. Xurgatzaileak eta ioi-trukatzaileak. Adsortzioaren eta ioi-trukearen oreka. Transferentzia prozesuak solido adsorbatzaileetan. Adsortzio eta ioi-trukearen prozesu ezjarraituen, erdijarraiztuen eta ohandze finkoko prozesuen diseinua. Adsortzio eta trukeen zikloak. Bereizketa kromatografikoak.
9. Mintzen bidezko bereizketen sarrera. Mintzetarako materialak. Moduluak eta mintzen industria-unitateak. Mintzetako garraio prozesuak. Dialisia eta elektrodialisia. Alderantzizko osmosia, mikroiragazpena eta ultrairagazpena. Gas-permeazioa. Perbaporizazioa.

### METODOLOGIA

Klase magistraletan gai bakoitzari buruzko informazio teoriko garrantzitsua emango, gaien funtsezko alderdiak nabarmenduz. Informazio hau gela birtualetan eta gai bakoitzeko amaieran ematen den bibliografia bereziarekin osatu behar da.

Gelako praktiketan ikasleek, aurreko irakaslearen tutoretzarekin, gai bakoitzari buruzko ariketak arbelean ebatziko dituzte. Ordenagailu klaseetan bereizketa unitatea diseinatzeko problema globala ebatziko da. Hasieran problema ebatzeko beharrezko informazioa kalkulu-orri batean bilduko da, geroago Ingeniaritza Kimikoan eta Bioteknologian erabiltzen den EXCEL kalkulu programaren bidez ebatzeko. Problema hau hiruzpabost ikasletako lan-taldeek garatuko dute, ikasle bakoitza problemaren fase bakoitzeko liderra eta arduraduna izanik. (gutxieneko bertaratzea %80)

Orri nagusiaren aurkezpena (planteamendua, diagrama eta ebazpenaren laburpena) eta materia eta energia balantzeak Ukipenaren altueraren ala luzeraren kalkulua

Azaleraren eta prozesuaren optimizazioaren kalkulua, kontaktoreko bolumena minimizatuz.

Mintegi klaseetan gai-zerrendarekin erlazionatutako problemak hiruzpabost ikasletako lan-taldeek ebatziko dituzte. Irakasleak problemak zuzenduko ditu, beraien segimendurako, berrelikadurarako eta hobekuntzarako. Klase hauetara bertaratzea derrigorrezkoa da. (gutxieneko bertaratzea %80)

Bilaketa bibliografikoan autonomian eta ahozko aurkezpenean heziketa osatzeko helburuarekin, talde bakoitzak mintzei buruzko bereizketa eragiketari buruzko gaia idatziz eta ahoz aurkeztu behar du, honakoa ezarriz:

- Definizioa, garapen historikoa eta egungo ekipamendua
- Diseinuaren metodologia
- Egungo eta etorkizunerako erabilerak

Taldekilde bakoitza etapa bakoitzeko arduraduna izango da.

### IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	35	5	15		5				
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	52	8	22		8				

**Legenda:**

M: Maistrala

S: Mintecia

GA: Gelako p.

GL: Laborategiko p.

GO: Ordenagailuko p.

GCL: P. klinikoak

TA: Tailerra

TI: Tailer Ind.

GCA: Landa p.

### EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio jarraituaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

### KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia % 70
- Praktiak (ariketak, kasuak edo buruketak) % 9
- Banakako lanak % 5
- Talde lanak (arazoen ebazpenak, proiektuen diseinuak) % 9
- Lanen, irakurketen... aurkezpena % 7

### OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

EBALUAZIO JARRAITUA EDO AZTERKETA %70 (%40 LEHENENGO PARTZIALA, %30 BIGARREN PARTZIALA)

ETENGABEKO EBALUAZIOA EDO AZTERKETA %70 (%40 LEHENENGO PARTZIALA, %30 BIGARREN PARTZIALA)

ETENGABEKO EBALUAZIORAKO AZKEN AZTERKETA ETA BI AZTERKETA PARTZIAL EGINGO DIRA (1-5 GAIK (2018ko apirilaren 13an) ETA 6-9 GAIK (2018ko maiatzaren 16an). MATERIA KANPORATZEKO AZTERKETA PARTZIAL HAUETAN TEORIA ZEIN ARIKETAK GAINDITU BEHAR DIRA.

ARIKETEN EBAZPENA ETA AHOZKO AURKEZPENA ARBELEAN %5

MINTZEI BURUZKO IDATZIZKO LANAK ETA TXOSTENAK AHOZKO AURKEZPENAREKIN %7 (Taldekoko nota %4,

taldekide bakoitzeko nota %3)  
MINTEGIAK (BERTARATZEA, PLANTEATUTAKO PROBLEMEN EBAZPENA): 9 %  
ORDENAGAILUKO PRAKTIKAK (BERTARATZEA, KASU PRAKTIKO BATEN EBAZPENA ETA IDATZIZKO TXOSTENA): %9 (Taldeko nota %5, taldekide bakoitzeko nota %4)

AZKEN AZTERKETAREN GUTXIENeko KALIFIKAZIOA TEORIA ZEIN ARIKETAK BATEZ BESTEKOA EZARTZEKO: 4.0

AZKEN EBALUAZIOA  
EBALUAZIO PROBAK EDO AZTERKETA: %100. AZTERKETA EGUNEAN EGINGO DIREN ONDOKO PROBAK IZANGO DITU  
- IDATZIZKO AZTERKETA TEORIKO-PRAKTIKOA %70  
- MINTZEN GAIARI BURUZKO PLANTEAMENDU TEORIKOEN EBAZPENA (%10)  
- EXCEL PROGRAMAREN BIDEZ PROBLEMA TIPOAREN EBAZPENA (%10)  
- GARATUTAKO PROGRAMAREN AHOZKO AURKEZPENA, EGINDAKO KALKULU-DIAGRAMA AZALDUZ (%10)

AZKEN IDATZIZKO AZTERKETA TEORIKO-PRAKTIKOAN GUTXIENeko KALIFIKAZIOA TEORIAN ZEIN ARIKETETETAN BATEZ BESTEKOA EGITEKO: 4.0

AZKEN EBALUAZIO SISTEMAREN ESKAERA  
Ikasleek azken ebaluazio bidez ebaluatuak izateko, etengabeko ebaluazioan parte hartu zein ez hartu, etengabeko ebaluazioari uko egiten diola jasotzen duen idatzi bat irakasgaiaren ardura duen irakasleari eta, horretarako, bederatzi asteko epea (2. lauhileko 1. astetik 9. asteraino, azken eguna 2018ko martxoaren 28a) izango du, ikastegiko eskola egutegian zehaztutakoarekin. Ez da eskaerarik beste metodoren bidez onartuko, ezta epez kanpo ere.  
DEIALDIARI UKO EGITEA  
Etengabeko ebaluazioaren kasuan, deialdiari uko egin nahi dioten ikasleek kasuan kasuko irakasgaiaren irakaskuntza aldia bukatu baino, gutxienez, hilabete lehenago (azken eguna 2018ko apirilaren 16a) egin beharko dute eskaria. Eskari hori idatziz, aurkeztu beharko zaio irakasgaiaren ardura duen irakasleari. Ez da uko egiterik beste metodoren bidez onartuko, ezta epez kanpo ere.

**EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

EBALUAZIO PROBAK EDO AZTERKETA: %100. AZTERKETA EGUNEAN EGINGO DIREN ONDOKO PROBAK IZANGO DITU  
- IDATZIZKO AZTERKETA TEORIKO-PRAKTIKOA %70  
- MINTZEN GAIARI BURUZKO PLANTEAMENDU TEORIKOEN EBAZPENA (%10)  
- EXCEL PROGRAMAREN BIDEZ PROBLEMA TIPOAREN EBAZPENA (%10)  
- GARATUTAKO PROGRAMAREN AHOZKO AURKEZPENA, EGINDAKO KALKULU-DIAGRAMA AZALDUZ (%10)

HAUTAZKOKI  
AZKEN HIRU PROBAK KURTZOAN ZEHAR EGINDAKO ZEREGINEN KALIFIKAZIOAREKIN KONPENSA DAITEZKE (30%)

AZKEN IDATZIZKO AZTERKETA TEORIKO-PRAKTIKOAN GUTXIENeko KALIFIKAZIOA TEORIAN ZEIN ARIKETETETAN BATEZ BESTEKOA EGITEKO: 4.0

**NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK**

EGELA

**BIBLIOGRAFIA**

**Oinarrizko bibliografia**

Testu liburua:  
Henley, E.J., Seader, J.D., Roper, K., "Separation Process Principles". 3. ed. Ed. John Wiley, Nueva York (2011).  
Sakontzeko liburuak:  
Coulson, J.M. Richardson, J.F. "Ingeniería Química". Ed. Reverté, Barcelona (1979-84).  
Henley, e.J., Seader, J.D. "Operaciones de separación por etapas de equilibrio en Ingeniería Química". Ed. Reverté, Barcelona (1988).  
King, C.J. "Procesos de separación", Ed. Reverté, Barcelona (1980).  
Treybal, R.E. "Operaciones con transferencia de masa" H.A.S.A., Buenos Aires (1970).

Liburu bereziak:  
Blumberg, R., "Liquid-Liquid Extraction", Ed. Academic Press, London (1988).  
Haselden, G.G., et al. "Distillation & Absorption". Ed. Hemisphere Publishing, Nueva York (1991).  
Wallas S.M. "Phase equilibria in Chemical Engineering". Butterworth Publishers, Stoneham (1985).

**Gehiago sakontzeko bibliografia**

Kirk-Othermer Encyclopedia of Chemical Technology, 38 Ed. John Wiley (1978-84).  
Perry, R.H. et al. "Manual del Ingeniero Químico" 68 Ed. Ed. McGraw Hill, Mexico (1993).  
Rouseau, R.W. "Handbook of Separation Process Technology". Ed. John Wiley, Nueva York (1987).  
Reid, R.C. et al. "The properties of gases and liquids". Ed. McGraw Hill, Nueva York (1987).

**Aldizkariak**

Separation and Purification Methods, ISSN-0360-2540, Taylor & Francis inc argitaletxea.  
Separation and purification reviews, ISSN-1542-2119, Taylor & Francis inc argitaletxea.  
Separation Science and Technology, ISSN-0149-6395, Taylor & Francis inc argitaletxea.

**Interneteko helbide interesgarriak**

<http://iq.ua.es/links.html>  
Ponchon eta Savarit-en metodoko erreminta elkarreragilea <http://iq.ua.es/Ponchon/index.html>  
McCabe-en metodoko erreminta elkarreragilea, <http://iq.ua.es/McCabe-V2/index.htm>  
Errektifikazio ezjarraitua betegarrizko zutabeetan, <http://w3.ua.es/ite/proyectos/proyectoRDCR/index.html>  
Physics Laboratory of NIST-en informazioa <http://physics.nist.gov/cuu/Units/>  
IUPAC [http://www.iupac.org/dhtml\\_home.html](http://www.iupac.org/dhtml_home.html)  
<http://lorien.ncl.ac.uk/ming/distil/distildes.htm>  
Destilazioa, <http://www.brinstrument.com/fractional-distillation/links.html>  
Likido-likido erauzketa, <http://www.liquid-extraction.com/default.htm>  
Solido-likido erauzketarako ekipamendua, [http://test-equipment.globalspec.com/Industrial-Directory/solid\\_liquid\\_extraction](http://test-equipment.globalspec.com/Industrial-Directory/solid_liquid_extraction)

**OHARRAK**

A level of B2 or higher is recommended to attend courses taught in English.

TEACHING GUIDE 2017/18

Centre	310 - Faculty of Science and Technology	Cycle	Indiferente
Plan	GINQUI30 - Bachelor`s Degree in Chemical Engineering	Year	Third year

SUBJECT	
26762 - Processes of Separation	ECTS Credits: 6

DESCRIPTION & CONTEXTUALISATION OF THE SUBJECT

Separation Processes is a second-term six ECTS course that meets four hours a week, designed for Chemical Engineering and Biotechnology third-year students. Separation processes are currently fundamental components of chemical and biotechnological industries. Given that the majority of these industrial plants deal with the purification of raw materials, intermediates and final products, it is separation processes which establish in most cases the profitability of the whole process.

This course requires the knowledge acquired in Mass Transfer course, studied in the first term of the third year of Chemical Engineering and Biotechnology degrees and provides the knowledge required for Experimental Methods in Chemical Engineering II, also studied during the third year of the Chemical Engineering degree. A level of B2 or higher is recommended to attend courses taught in English.

COMPETENCIES/LEARNING RESULTS FOR THE SUBJECT

Specific skills:

- Analyzing installations, equipments or processes where matter suffers composition changes, by means of mass and energy balances.
- Integrating basic and common concepts of engineering in Chemical Engineering, Biochemical Engineering and Biotechnology concepts.
- Analyzing, modelling and calculating separation operation based on applied thermodynamic and matter transfer fundamentals.
- Comparing theoretical models and simulation results with real units&#8217; results.

Cross curricular skills:

- Managing information technologies.
- Communicating and transferring knowledge, results and ideas in a professional and multidisciplinary environment.
- Organizing and planning activities in working groups.
- Developing leadership in working groups, by means of assigning work taking into account the group diversity.
- Solving chemical Engineering and Biotechnology problems, considering quality and environmental safety.

In this course we will learn the general characteristics of separation processes and the development of the most important ones: absorption and stripping, binary distillation, extraction, drying, crystallization, adsorption, ion exchange, chromatography, membrane separations.

THEORETICAL/PRACTICAL CONTENT

1. Introduction to separation processes. Separation processes in the chemical industry. Separation mechanisms: separations by phase addition or creation, separations by barriers, separations by solid agents, separations by external field or gradient. Operation alternatives. Product recovery and purity factor. Energy for separation. Selection of separation processes.
2. Absorption and stripping of dilute mixtures. Liquid-gas equilibrium of dilute mixtures. Equipment. Operation in stages: Operation in trayed towers. Stage Efficiency. Graphical and algebraic methods for determining the theoretical number of stages. Operation in packed columns. Height of the filler. HETP.
3. Distillation of Binary Mixtures. Vapour-liquid equilibrium. Distillation types. Auxiliary equipment. Equipment and Design Considerations. Flash distillation. Approximate graphical methods (McCabe-Thiele): Number of rectifying stages. Number of stripping stages. Feed-stage location. Optimum reflux ratio. Use of Murphree vapour efficiency. Rigorous graphical method (Ponchon Savarit). Operation in packed columns. Distillation under non-steady state.
4. Liquid&#8211;liquid extraction with ternary systems. Liquid-liquid equilibrium. Design considerations. Single stage extraction. Number of steps in multi-stage systems. Solvent optimum amount. Simplification in non-miscible systems.
5. Liquid-solid extraction. Liquid-solid equilibrium. Design considerations. Single stage extraction. Number of steps in multi-stage systems. Solvent optimum amount. Leaching diffusional model.
6. Solids drying. Drying equilibrium. Industrial dryers. Air-water interactions: wet temperature and saturation temperature. Solid drying kinetics. Models for dryers. Drying time in discontinuous dryers. Continuous dryer dimensions. Improvement of the dryer efficiency.

7. Crystallization. Crystallization equilibrium. Crystal geometry and distribution. Crystallization kinetics: nucleation and crystal growing. Industrial equipments for crystallization. Mass and energy balances in crystallizers. Crystal-population balance.

8. Adsorption, Ion Exchange and Chromatography. Adsorbents and ion exchangers. Adsorption and ion exchange equilibrium. Transfer processes in solid adsorbents. Discontinuous, semi-continuous and fixed bed adsorption and ion exchange processes design. Adsorption and ion exchange cycles. Chromatographic separations.

9. Introduction to membrane separations. Membrane materials. Modules and industrial units. Mass transfer in membranes. Dialysis and electrodialysis. Reverse osmosis. Microfiltration and ultrafiltration. Gas permeation. Pervaporation.

## METHODS

Lectures (M): The theoretical background of each subject will be provided, pointing out the most relevant aspects. This information must be complemented with the specific bibliography that will be supplied at the end of each lesson. The final lesson is dedicated to complement the formation of the students in bibliographic research, autonomy and oral presentation skills. In this way, students will carry out a theoretical work about membrane separations, as an example of an advanced separation process. This work involves defining the following aspects, being each of the members of the group responsible for one of them:

- Definition, historical development and contemporary equipment.
- Design methodology.
- Current and future applications.

Practical classes (GA): Various exercises related to each topic are done. During the course, each student will have to present the results for an exercise.

Seminars (S): Students will have to solve in class several problems related to the topics learnt during the course, in order to improve the acquired knowledge. These problems will be developed in working groups of three students. Since these lessons are conducted as practical workshops, attendance is required (at least 80 %, with a legitimated reason), in order to take the corresponding grades into account for the final mark.

Computer sessions (GO): A general problem of a separation process will be solved, using the software Excel (or similar). The needed information for solving the general design problem and its subsequent development in a spreadsheet will be developed. Since these lessons are conducted as practical workshops, attendance is required (at least 80 %, with a legitimated reason), in order to take the corresponding grades into account for the final mark. This case-study will be developed in working groups of three students, being each of them responsible for each of the stages that make up the whole process:

- Presentation of the main sheet (proposal, diagram and summary of the solution) and mass and energy balances.
- Calculation of the contact height or length.
- Calculation of the section and optimization of the process by minimizing the contactor volume.

## TYPES OF TEACHING

Type of teaching	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Classroom hours	35	5	15		5				
Hours of study outside the classroom	52	8	22		8				

### Legend:

M: Lecture      S: Seminario      GA: Pract.Class.Work      GL: Pract.Lab work      GO: Pract.computer wo  
 GCL: Clinical Practice      TA: Workshop      TI: Ind. workshop      GCA: Field workshop

## ASSESSMENT SYSTEMS

- Continuous assessment system
- Final assessment system

## TOOLS USED & GRADING PERCENTAGES

- Extended written exam    70%
- Practical work (exercises, case studies & problems set)    9%
- Individual work    5%
- Team work (problem solving, project design)    9%
- Exposition of work, readings, etc.    7%

## ORDINARY EXAM CALL: GUIDELINES & DECLINING TO SIT

Continuous assessment:

Midterms (2) and final exam: 70 % (40 % first mid-term, 30 % second mid-term). The exams are composed of theoretical and practical parts (exercises).

Individual presentation of an exercise (blackboard) (results and communication skills): 5 %.

Problems resolution in groups (at class) (attendance, resolution and report): 9 %.

Computer aided design problem in groups (attendance, resolution and report): 9 % (5 % team mark, 4 % individual mark).

Theoretical work and oral presentation about membrane separations in groups: 7 % (4 % team mark, 3 % individual mark).

A minimum score of 4 in the final exam is required for counting the rest of tasks required for the final grade. A final exam and two midterms (lessons 1-5 (13th of April) and lessons 6-8 (16th of May)) will be carried out. Passing the midterms will involve not having to do the final exam but both the theoretical and problems parts must be passed.

Final assessment:

The final assessment consists of the following tasks to be fulfilled in the examination day, which will account for the 100 % of the grade:

- Theoretical and problems exam (70 %)
- Theoretical questions about membrane separations (10 %)
- Solving a practical case using the Excel software (10 %)
- An oral presentation of the developed Excel program, explaining the performed calculations (10 %).

A minimum score of 4 in the theoretical and problems exams is required for counting the rest of tasks required for the final grade.

Requesting the final assessment system:

Students that would like to be assessed by means of the final assessment system, regardless their participation in the continuous assessment, will have to present a written notification to the teacher in charge before week 18 (last day: 28th of March). Overdue notifications or non-written ones will not be accepted.

Renunciation:

In the case of the continuous assessment, students will have the opportunity of renouncing to the call, if they present a written notification to the teacher in charge before the 16th of April.

#### EXTRAORDINARY EXAM CALL: GUIDELINES & DECLINING TO SIT

The following tasks to be fulfilled in the examination day, which will account for the 100 % of the grade:

- Theoretical and problems exam (70 %)
- Theoretical questions about membrane separations (10 %)
- Solving a practical case using the Excel software (10 %)
- An oral presentation of the developed Excel program, explaining the performed calculations (10 %).

Alternatively, the last three tasks can be balanced out by the marks obtained in the tasks performed during the course.

A minimum score of 4 in the theoretical and problems exams is required for counting the rest of tasks required for the final grade.

#### COMPULSORY MATERIALS

EGELA

#### BIBLIOGRAPHY

##### Basic bibliography

Coulson, J.M. Richardson, J.F. "Ingeniería Química". Ed. Reverté, Barcelona (1979-84).

Henley, e.J., Seader, J.D. "Operaciones de separación por etapas de equilibrio en Ingeniería Química". Ed. Reverté, Barcelona (1988).

King, C.J. "Procesos de separación", Ed. Reverté, Barcelona (1980).

Seader, J.D., Henley, E.J. "Separation Process Principles". Ed. John Wiley, Nueva York (1998).

Treybal, R.E. "Operaciones con transferencia de masa" H.A.S.A., Buenos Aires (1970).

Blumberg, R., "Liquid-Liquid Extraction", Ed. Academic Press, London (1988).

Haselden, G.G., y cols. "Distillation & Absorption". Ed. Hemisfere Publishing, Nueva York (1991).

Wallas S.M. "Phase equilibria in Chemical Engineering". Butterworth Publishers, Stoneham (1985).

**In-depth bibliography**

Kirk-Othermer Encyclopedia ofChemical Technology, 38 Ed. John Wiley (1978-84).  
Perry, R.H. y cols. "Manual del Ingeniero Químico" 68 Ed. Ed. McGraw Hill, Mexico(1993).  
Rouseau, R.W. "Handbook of Separation Process Technology". Ed. John Wiley, Nueva York (1987).  
Reid, R.C. y cools. "The properties of gases and liquids". Ed. McGraw Hill, Nueva York (1987).

**Journals**

Separation and Purification Methods, ISSN-0360-2540, editado por Taylor & Francis inc.  
Separation and purification reviews, ISSN-1542-2119. editado por Taylor & Francis inc.  
Separation Science and Technology, ISSN-0149-6395, editada por Taylor & Francis inc.

**Useful websites**

Enlaces de interés <http://iq.ua.es/links.html> Herramienta interactiva del Método de Ponchon y Savarit  
<http://iq.ua.es/McCabe-V2/index.htm>  
Herramienta interactiva del método de McCabe, <http://iq.ua.es/Ponchon/index.html>  
Rectificación discontinua en columnas de relleno <http://w3.ua.es/ite/proyectos/proyectoRDCR/index.html>  
Información del Physics Laboratory of NIST <http://physics.nist.gov/cuu/Units/>  
IUPAC [http://www.iupac.org/dhtml\\_home.html](http://www.iupac.org/dhtml_home.html)  
<http://lorien.ncl.ac.uk/ming/distil/distildes.htm>  
Destilacion <http://www.brinstrument.com/fractional-distillation/links.html>  
Extracción líquido-líquido <http://www.liquid-extraction.com/default.htm>  
Equipo para extracción sólido-líquido [http://test-equipment.globalspec.com/Industrial-Directory/solid\\_liquid\\_extraction](http://test-equipment.globalspec.com/Industrial-Directory/solid_liquid_extraction)

**REMARKS**

A level of B2 or higher is recommended to attend courses taught in English.

IRAKASKUNTZA-GIDA

2017/18

Ikastegia

310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl.

Zehaztugabea

Plana

GINQUI30 - Ingenieritza Kimikoko Gradua

Ikastaroa

3. maila

IRAKASGAIA

26756 - Materialen Erresistentzia

ECTS kredituak:

6

IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA

Materialen erresistentziak honako definizioa du:

Materialek aurkesten duten ahalmen mekanikoa tentsioak eta deformazioak ezartzen direnean

- a) Kanpo zamek eragiten dituzten ondorioak sistema baten gainean.  
b) Induzitutako indarrak ikasi eta aztertu.  
c) Agertutako deformazioak eta kanpoko zamen eta barneko indar indusituaren arteko harremanak  
d) Azterketa honetan oinarrituta, zein material zein tamaina eta egituraren osagaiak zein kokapena izan behar duten erabakitzen da.

GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK

Ikasleak ulertu eta trebetasuna hartu hurrengo kontzeptu eta egoeratan

- 1 Materialek jaso ditzaketen esfortzu mota desberdinak eta, esfortzu hauen ondorioz, materialetan gertatuko diren deformazioak.  
2. Hagak, ardatzak, presiopeko horma meheak eta egituretan parte hartzen duten beste hainbat elementu sinpleak lantzeko bideak.  
3. Azken elementu hauen erresistentziaren kalkulua bai eta, beharrezko erresistentzia baterako elementu hauen dimentsioen kalkulua ere .

EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK

1. INDAR SISTEMAK. ESTATIKA.  
2. SARRERA. HASIERAKO KONTZEPTUAK.  
3. HAGA KONPOSATUAK.  
4. HABEAK. INDAR EBAKITZAILEA ETA FLEXIO MOMENTUA.  
5. ESFORTZU NORMALAK FLEXIOETAN.  
6. ESFORTZU EBAKITZAILEA HABEETAN.  
7. DEFORMAZIOA HABEETAN. HABE HIPERESTATIKOAK.  
8. TORTSIOA.  
9. ESFORTZU KONPOSATUAK.  
10. METAKETAK BARNE-PRESIOPEAN DAUDEN HORMA MEHEETAN.

METODOLOGIA

Eskola magistralak  
Ariketa eskolak  
Autoebaluaketarako ontrolak  
Azterketak

IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	25	15	20						
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	37	23	30						

Legenda:

M: Maistrala  
GCL: P. klinikoak

S: Mintecia  
TA: Tailerra

GA: Gelako p.  
TI: Tailer Ind.

GL: Laborategiko p. GO: Ordenagailuko p.  
GCA: Landa p.

EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio jarraituaren sistema  
- Azken ebaluazioaren sistema

KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia % 90  
- Praktika (arriketak, kasuak edo buruketak) % 5  
- Lanen, irakurketen... aurkezpena % 5

### OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

%10a klasean zuzendutako ariketak (norberak egindakoak)  
Aukera hau borondatezkoa da. Aukera hau ez hartzeko, ikasurtearen bederatzigarren astean baino lehen jakinarazi behar zaio irakasleari ohar idatzi baten bidez

%90a behin betiko azterketa

### EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Azterketa idatzia (ariketak, azaltzeko egoerak) 100 %

### NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

Ez dago berariazko material beharrik.

### BIBLIOGRAFIA

#### Oinarrizko bibliografia

Gere, J. M. Timoshenko. Resistencia de Materiales, 6ª edición, Ed. Paraninfo, España, 2005.  
Hearn, E. J. Mechanics of Materials, Ed. Butterworth-Heineman, Oxford, 1995.

#### Gehiago sakontzeko bibliografia

Seed, G. M. ¿Strength of Materials. An Undergraduate Text¿, Saxe-Coburg Publications, Edinburgh, 2001.  
Case, J.; Chilver, A. and Ross, C. T. F. ¿Strength of Materials and Structures¿, 4ª edición, Ed. Butterworth-Heineman, Oxford, 1999.  
Tweeddale, J. G. ¿Mechanical Properties of Metals¿, Ed. George Allen & Unwin Ltd., 1964.  
Testing of Metals¿, Ed. David & Charles PLC, Newton Abbot, 1972.  
Mann, J. Y. ¿Fatigue of Materials: An Introductory Text¿, Ed. Cambridge University Press, Cambridge, 1967.

#### Aldizkariak

Engineering Structures  
Engineering Failure Analysis  
Engineering Fractures Mechanics  
International Journal of Mechanical Engineering Education

#### Interneteko helbide interesgarriak

ASM, asociación internacional con base en USA, sobre todo tipo de materiales. <http://asmcommunity.asminternational.org>  
ASME <http://es.asme.org>  
CSIC, revistas de materiales.  
<http://materconstrucc.revistas.csic.es>

### OHARRAK

IRAKASKUNTZA-GIDA

2017/18

Ikastegia

310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl.

Zehaztugabea

Plana

GINQUI30 - Ingeniaritza Kimikoko Gradua

Ikastaroa

3. maila

IRAKASGAIA

26735 - Materia Transferentzia

ECTS kredituak:

6

IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA

Materia transferentziak instalazio kimiko eta bioteknologikoetan gertatzen diren erreakzio eta bereizketa prozesuen portaera mugatzen du. Higidura kantitatea eta energiaren transmisioarekin batera, materia transferentziak prozesu kimikoetan gerta daitezken hiru garraio fenomenoek deskribapena osatzen du, zeinek industria kimiko eta bioteknologikoan erabiltzen diren ekipoen diseinurako oinarritzekoak diren.

GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK

- CM01. Materiak itxura, konposizioa, egoera, energia edo erreaktibotasun aldaketak jasaten dituenean, instalazioak, ekipamenduak edo prozesuak aztertzea materia eta energia balantzeak erabiliz.
- CM03. Termodinamika aplikatuaren eta materia transferentziaren funtsetan oinarrituta, bereizketa eragiketarako aztertzea, modelatzea eta kalkulatzea.
- CM09. Modelo teorikoen eta simulazioaren bidez lortutako emaitzak laborategi unitateetan eta piloto plantetan lortutako emaitza errealekin alderatzea.
- CM11. Ikaskuntzari aplikatutako informazio eta komunikazio teknologiak, informazio iturriak, Ingeniaritza Kimikoaren datu base espezifikoak eta ahozko aurkezpenak errazteko erreminta ofimatikoak trebetasunarekin erabiltzea.
- CM12. Eskuratutako ezaguerak, emaitzak, abildadeak eta trebetasunak, diziplinarteko eta eleaniztun ingurunean idatzizko eta ahozko eratan, eraginkortasunez jakinaraztea.
- CM13. Lan-taldeetan, aniztasuna eta kultur aniztasuna onartuz, arrazonamendu kritikoarekin eta jarrera eraikitzailearekin jarduerak antolatzea eta planifikatzea, lantaldeetako lidergoan abiatuz.
- CM14 Zeregin esleipena, taldearen aniztasunaren errespetua eta egiturak ezartzearen bidez lantaldeetako lidergoa garatzea.
- CM15. Ingeniaritza Kimikoaren arazoak ebazteko kalitate, ingurumenaren aldeko sentikortasun, jasangarritasun, etika eta bakearen sustapen irizpideak erabiltzea.

EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK

- 1.- Sarrera: Materia transferentziarako bideak. Kontzentrazioa: Definizioak eta unitateak. Faseen arteko materia transferentzia: Oreka eta transferentzia. Materia transferentziarako baldintzak. Faseen arteko ukipen jarraia eta aldizkakoa.
- 2.- Bereizketa prozesuen termodinamika: Energia, entropia eta exergia balantzeak Bereizketa Prozesuetan. Fase oreka. Gas eta likido eredu idealak. Propietate termodinamikoen eredu ez idealak: Egoera ekuazioak, aktibitate koefizienteak. Eredu egokia aukeratzea. Nahaste bitarrak. Osagai anitzeko nahasteak: Burbuila eta ihintz puntuak. Flash destilazioa.
- 3.- Difusio molekularra jariakinetan: Difusio molekularra egoera egonkorrean. Difusio koefizienteak. Difusio molekularra emari laminarrean eta emari zurrumbilotsuan. Difusio molekularra gasetan eta likidoetan. Aplikazioak.
- 4.- Materia transferentziarako koefizienteak: Materia transferentziarako koefizienteak emari laminarrean eta zurrumbilotsuan. Interfasean zeharreko materia transferentziarako ereduak.
- 5.- Etapa bakarreko prozesuak: Oreka irizpideak eta baldintzak. Gibbsen fase erregela eta askatasun graduak. Bapore-likido sistema bitarrak (absortzioa, destilazioa). Likido-likido sistema hirutarrak (erauzketa). Solido-likido sistemak (lixibiazioa, kristaltzea, adsortzioa). Gas-solido sistemak (adsortzioa). Sistema multifasikoetarako sarrera.
6. Etapa anitzeko prozesuak: Kaskada konfigurazioak: korrante paraleloak, gurutzatuak eta kontrakorranteak. Solido-likido kaskadak, likido-likido erauzketarako kaskadak, osagai anitzeko bapore-likido kaskadak, mintzak. Sistema hibridoak. Kalkulu metodo orokorrak: kalkulu hurbilduzko metodo orokorra, metodo zehatza eta erraztua.
7. Materia transferentziarako ekipamendua: Materia transferentziarako erabilitako ekipamenduaren ezaugarri orokorrak. Eraginkortasuna eta etaparen ahalmena. Tanga irabiatua-bereizgailua. Plater zutabeak eta betegarriak. Beste ekipamendu batzuk.

METODOLOGIA

Eskola orduetan teoria aurkeztu eta gero adibide praktikoak lantzen dira, zailtasuna handituz. Kalkuluen konplexutasuna kontuan hartuta ariketak kalkulu orrietan ebatzen dira, ordenagailuaren erabilera gomendatuta dagoelarik.

IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	35	5	15		5				
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	52	8	22		8				

Legenda:

M: Maistrala

S: Mintegia

GA: Gelako p.

GL: Laborategiko p.

GO: Ordenagailuko p.

GCL: P. klinikoak

TA: Tailerra

TI: Tailer Ind.

GCA: Landa p.

## EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio jarraituaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

## KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia % 70
- Praktiak (ariketak, kasuak edo buruketak) % 30

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Aurreko ataleko portzentaiak batez besteko balioak dira. Jarraian ikasturte honetan aplikatuko diren tarteak zehazten dira.

### ETENGABEKO EBALUAZIOA

Proba idatzia: %60-80

Irakasgaiaren kontzeptuen asimilatzea eta euren aplikazioa ariketa, problema edota kasu praktikoen ebazpenean ebaluatzeko hiru proba idatzia egingo dira. Lehenean gai zerrendako lehenengo lau gaiak ebaluatuko dira, bigarrenean gainontzeko gaiak eta hirugarren proba irakasgai osoaren ebaluazioa da, eta hautazkoa izango da aurreko bietan 6/10 baino kalifikazio hobea lortzen denean. 3/10 baino gutxiagoko kalifikazioak ez dira kontuan hartuko.

Banakako edo taldekako lanak: %20-40

Hurrengo jarduerak kontsideratuko dira:

- Ariketak/Problemak/Kasu praktikoen ebazpena
- Ordenagailu praktikak
- Txosten idatziak
- Ahozko aurkezpenak

Azken ebaluazioa aukeratu nahi duen ikasleak bederatzigarren astean baino lehenago eskatu beharko du, edo lehenengo azterketa partzialaren kalifikazioak argitaratu osteko hurrengo astean, beranduago izango balitz.

### AZKEN EBALUAZIOA

- Azterketa: Teoria + ariketak. Teoria test moduko proba, ariketak ordenagailuaren bidez ebatziko dira (LO Calc edo MS Excel) %100

## EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

- AZTERKETA: Teoria + ariketak. Teoria test moduko proba, ariketak ordenagailuaren bidez ebatziko dira (LO Calc edo MS Excel) %100

## NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

egelako gune birtuala

## BIBLIOGRAFIA

### Oinarrizko bibliografia

Testu Liburua:

Seader, J.D., Henley, E.J. "Separation Process Principles". Ed. John Wiley, Nueva York (2006).

Beste liburu batzuk:

Costa, E., y cols. "Ingeniería Química. 5. Transferencia de materia". Ed. Alhambra,. Madrid (1986).

Coulson, J.M. Richardson, J.F. "Ingeniería Química". Ed. Reverté, Barcelona (1979-84).

Treybal, R.E. "Operaciones con transferencia de masa" H.A.S.A., Buenos Aires (1980).

### Gehiago sakontzeko bibliografia

Kirk-Othermer Encyclopedia of Chemical Technology, 38 Ed. John Wiley (1978-84).

Perry, R.H. y cols. "Manual del Ingeniero Químico" 68 Ed. Ed. McGraw Hill, Mexico(1993).

Reid, R.C. y cols. "The properties of gases and liquids". Ed. McGraw Hill, Nueva York (1987).

### Aldizkariak

International Journal of Heat and Mass Transfer, ISSN- 0947-7411. Elsevier.

### Interneteko helbide interesgarriak

Materia Transferentzia:

[eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-EHEP001650.html](http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-EHEP001650.html)

[www.onesmartclick.com/engineering/mass-transfer.html](http://www.onesmartclick.com/engineering/mass-transfer.html)

Glosarioak:

[higheredbcs.wiley.com/legacy/college/henley/047064611X/glossary/sciences\\_glossary.pdf](http://higheredbcs.wiley.com/legacy/college/henley/047064611X/glossary/sciences_glossary.pdf)  
[www.chemspy.com](http://www.chemspy.com)

Propietate termodinamikoak:

[webbook.nist.gov/chemistry/](http://webbook.nist.gov/chemistry/)  
[www.ddbst.com](http://www.ddbst.com)

## OHARRAK

TEACHING GUIDE

2017/18

Centre

310 - Faculty of Science and Technology

Cycle

Indiferente

Plan

GINQUI30 - Bachelor`s Degree in Chemical Engineering

Year

Third year

SUBJECT

26735 - Mass Transfer

ECTS Credits: 6

DESCRIPTION & CONTEXTUALISATION OF THE SUBJECT

Mass transfer completes the description of the three transfer phenomena that may take place in a chemical process alongside momentum and energy transfer. The three of them complete one of the most important basic concepts of Chemical Engineering.

A level of B2 or higer is recommended to attend courses taught in English.

COMPETENCIES/LEARNING RESULTS FOR THE SUBJECT

CM01 - Analyze, using mass and energy balances, installations, equipment, and processes in which the matter undergoes changes in morphology, composition, state, energy, and reactivity.

CM03 - Analyze, model, and calculate operations of separation on the basis of applied thermodynamics and mass transfer.

CM09 - Compare theoretical models and simulated results with real results obtained in laboratory units and pilot plants.

CM11 - Skillfully manage the information and communication technologies applied to learning, the sources of information and the specific data bases of Chemical Engineering, as well as office software to support oral presentations.

CM12 - Communicate and transmit, efficiently in writing and basically in oral format, the knowledge, results, abilities, and skills adquired, in a pluridisciplinary and multilingual environment.

CM13 - Organize and plan activities, in work groups, with recognition of diversity and multiculturalism, critical thinking and constructive spirit, originating in group leadership.

CM14 - Development of leadership in work groups, with delegation of tasks, establishing structures with recognition of the diversity of the group.

CM15 - Solve problems of matters corresponding to Chemical Engineering, laid out with quality criteria, sensitivity towards the environment, sostainability, ethical criteria, and encouragement of peace.

THEORETICAL/PRACTICAL CONTENT

1.-Introduction. Introduction. Mechanisms of Mass Transfer. Concentration: Definitions and Units. Mass Transfer between Phases: Equilibrium and Transfer Rate; Requirements for Mass Transfer; Continuous Contact and Intermittent Contact between Phases.

2.-Thermodynamics of the Separation Processes. Introduction. Energy, Entropy, and Exergy Balances in Separation Processes. Equilibrium of phases. Ideal models for gas and liquid. Nonideal thermodynamic property models: State Equations, Activity-Coefficient Correlation Equations. Selection of the Appropriate Model. Binary Mixtures. Multi-Component Mixtures: Bubble Point, Dew Point. Flash Distillation.

3.-Molecular Diffusion in Fluids. Introduction. Molecular Diffusion in Steady-State. Coefficients of Diffusion. Molecular Diffusion in Laminar Flow. Molecular Diffusion in Turbulent Flow. Molecular Diffusion in Gases. Molecular Diffusion in Liquids. Applications of Molecular Diffusion.

4.-Coefficients of Mass Transfer. Introduction. Coefficients of Mass Transfer in Laminar Flow. Coefficients of Mass Transfer in Turbulent Flow. Models for Mass Transfer in the Interphase.

5.-Single-Stage Processes. Introduction. Equilibrium Criteria. Equilibrium Conditions. Rule for the Phases of Gibbs and Degrees of Freedom. Vapor-Liquid Binary Systems (Absorption, Distillation). Liquid-liquid Ternary Systems (Extraction with Solvents). Solid-Liquid Systems (Liquefaction, Crystallization, and Adsorption). Gas-solid systems (Adsorption). Introduction to Multi-Phase systems.

6.-Multi-Stage Processes. Introduction. Cascade of Stages in Contact: Configuration in Parallel Currents, Crossed Currents, and Countercurrents. Cascade of Specific Stages in Contact: Solid-Liquid Cascades, Liquid-Liquid Extraction Cascades; Multi-Component Vapor-Liquid Cascades, Membrane Cascades. Hybrid Systems. General Calculation Methods: General Method of Approximate Calculation; Rigorous Calculation and General Simplified Methods.

7.-Equipment for Mass Transfer Processes. Introduction. General Characteristics of the Equipment used in Mass Transfer. Stage Efficiency. Mixer-Settler Tank. Plate Columns. Packed Columns. Other Equipment used in Mass Transfer Operations.

METHODS

Theoretical information is presented during class hours and practical exercises are solved afterwards in increasing complexity. The use of computers is recommended due to the complexity of the calculations that have to be carried out. Thus, these exercises are solved by means of calculation sheets.

**TYPES OF TEACHING**

Type of teaching	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Classroom hours	35	5	15		5				
Hours of study outside the classroom	52	8	22		8				

**Legend:** M: Lecture S: Seminario GA: Pract.Class.Work GL: Pract.Lab work GO: Pract.computer wo  
GCL: Clinical Practice TA: Workshop TI: Ind. workshop GCA: Field workshop

**ASSESSMENT SYSTEMS**

- Continuous assessment system
- Final assessment system

**TOOLS USED & GRADING PERCENTAGES**

- Extended written exam 70%
- Practical work (exercises, case studies & problems set) 30%

**ORDINARY EXAM CALL: GUIDELINES & DECLINING TO SIT**

Percentages shown in the previous section are average values. The applied intervals are shown below:

Exams: 60-80% of the total.

There will be three midterm exams that will consider the assimilation of the concepts related to the subject as well as the ability to apply them in order to solve problems or practical cases. The first midterm exam will be related to the first four topics of the subject. The second one will cover the next three topics and the last one is related to the overall evaluation of the subject. The student will not be required to attend the final exam if he or she has obtained at least a 6.0/10 on each of the former midterm exams. Marks lower than 3.0/10 on these midterm exams will make the final exam mandatory.

- Continuous assessment tests or exams: 20-40% of the total.

The following activities will be considered:

- Completion of practical work:
- Problem solving and case studies.
  - Computer skills (exams, reports, attendance, etc.).

- Individual or group tasks:
- Realization of assignments and reports.

- Presentation of assignments, readings, etc.
- Oral presentation (assignments, reports, problems and case studies, etc.).

If a student wishes not to be evaluated by continuous assessment, he or she must present a document of resignation to the professor in charge of the course within the first 9 weeks of the academic year. If the first midterm exam results are published later than that date, the students will have time until the week following their publication to present the resignation document. In this case, the final written exam will count towards 100% of the final mark.

Final evaluation

The evaluation will be based exclusively on the final exam. This final exam will consist of a theoretical part and another one of exercises.

**EXTRAORDINARY EXAM CALL: GUIDELINES & DECLINING TO SIT**

During the extraordinary call for exams, the evaluation will be based exclusively on the final exam. This final exam will consist of a theoretical part and another one of exercises.

**COMPULSORY MATERIALS**

egela

## BIBLIOGRAPHY

### Basic bibliography

Costa, E., and cols. "Ingeniería Química. 5. Transferencia de materia". Ed. Alhambra,. Madrid (1986).  
Coulson, J.M. Richardson, J.F. "Ingeniería Química". Ed. Reverté, Barcelona (10979-84).  
Seader, J.D., Henley, E.J. "Separation Process Principles". Ed. John Wiley, Nueva York (2006).  
Treybal, R.E. "Operaciones con transferencia de masa" H.A.S.A., Buenos Aires (1980).

### In-depth bibliography

Kirk-Othermer Encyclopedia of Chemical Technology, 38 Ed. John Wiley (1978-84).  
Perry, R.H. and cols. "Manual del Ingeniero Químico" 68 Ed. Ed. McGraw Hill, Mexico(1993).  
Reid, R.C. and cols. "The properties of gases and liquids". Ed. McGraw Hill, Nueva York (1987).

### Journals

International Journal of Heat and Mass Transfer, ISSN- 0947-7411. editado por Elsevier.

Heat mass transfer, ISSN- 0947-7411, editado por Springer.

### Useful websites

Mass Transfer:

[eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-EHEP001650.html](http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-EHEP001650.html)  
[www.onesmartclick.com/engineering/mass-transfer.html](http://www.onesmartclick.com/engineering/mass-transfer.html)

Glossaries:

[higheredbcs.wiley.com/legacy/college/henley/047064611X/glossary/sciences\\_glossary.pdf](http://higheredbcs.wiley.com/legacy/college/henley/047064611X/glossary/sciences_glossary.pdf)  
[www.chemspy.com](http://www.chemspy.com)

Thermodynamic properties:

[webbook.nist.gov/chemistry/](http://webbook.nist.gov/chemistry/)  
[www.ddbst.com](http://www.ddbst.com)

## REMARKS