



**INGENIARITZA KIMIKOKO GRADUA**

**3. MAILAKO IKASLEAREN GIDA**

**2026-27 IKASTURTEA**

## Edukien taula

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Ingeniaritza Kimikoko Graduari buruzko informazioa.....</b> | <b>3</b>  |
| Aurkezpena .....                                                  | 3         |
| Titulazioaren Gaitasunak.....                                     | 3         |
| Graduko Ikasketen Egitura.....                                    | 3         |
| Hirugarren Mailako Irakasgaiak Graduaren Testuinguruan .....      | 4         |
| Egin Beharreko Jarduera Motak.....                                | 6         |
| Gradu Amaierako Lana (GRAL).....                                  | 6         |
| Mugikortasuna.....                                                | 7         |
| Kanpoko praktika akademikoak.....                                 | 7         |
| Tutoretza akademikoak.....                                        | 7         |
| Tutoretza Plana (TP) .....                                        | 7         |
| Koordinazioa.....                                                 | 8         |
| Bestelako informazio interesgarria.....                           | 8         |
| <b>2.- Taldearentzako informazio espezifiko.....</b>              | <b>9</b>  |
| Ikasleen banaketa irakaskuntza taldeetan .....                    | 9         |
| Taldeari dagozkion jardueren egutegia .....                       | 9         |
| Irakasleak .....                                                  | 9         |
| <b>ERANSKINA I .....</b>                                          | <b>10</b> |

Gida hau Ingeniaritza Kimikoko Graduko Ikasketa Batzordeak (IKGIB) egin du

# 1.- Ingeniaritza Kimikoko Graduari buruzko informazioa

## Aurkezpena

Ongi etorri Euskal Herriko Unibertsitateko Zientzia eta Teknologia Fakultateko Ingeniaritza Kimikoko Graduako 3. Ikasturtera. Aurreko ikasturtean oinarritzko ezagueran lortutako prestakuntzarekin, ikasturte honetan Ingeniaritza Kimikoko oinarritzko gai teknologiko espezifikoagoak sartzen dira, non osaieran, 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 diseinatzeko jakingo duten profesionalak prestatu behar ditu, besteak beste, osaieran, egoeran edo eduki energetikoan aldaketak jasaten dituen materialen oinarrituta dauden eta Industria Kimikoa eta erlazionatutako beste sektore batzuk (adibidez, Botikagintzako, 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.

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

### 1. Modulua. Oinarritzko prestakuntza (75 kreditu)

Nagusiki Ingeniaritza Kimikoko oinarritzko irakasgaiak 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 irakasgaiak 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, elektroteknika eta elektronika, automatika eta kontrola, fluidoaren energia eta mekanika, ingurumena, diseinu mekanikoa eta ingeniaritzako proiektuak) ulertu eta aplikatzeko gaitasuna ematea ere.

### 3. Modulua. Teknologia espezifikoa: ingeniaritza kimikoa (63 kreditu)

Ikasleak ingeniaritza 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. Ingeniaritza Kimikoaren arloan ikasleari hainbat esparrutako oinarri zientifiko eta teknologikoak (ingeniaritza kimikoaren oinarriak, materiaren transferentzia, bereizketa argiketak, zinetika eta errektore kimikoak, bioteknologia eta prozesuen eta produktuaren ingeniaritza) ulertu eta aplikatzeko gaitasuna eman nahi zaio.

### 4. Modulua. Sakontzea (18 kreditu)

Hautazko 8 irakasgai osatzen dute eta hauen helburua da Ingeniaritza Kimikoko gaien ezagupen eta aplikazioan sakontzea eta ikasleek aurrez hartutako ezagutza eta gaitasunak ikuspegi ekonomiko eta sozialetik interes estratergiako duten gaurkotatutako 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 lotutako 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 Ingeniaritza Kimikoa nagusi duten sektore industrialetako adierazgarrienak daude. Aratuegia irakurtzea gomendatzen da:

<https://www.ehu.es/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/insercion-laboral>

[http://www.ehu.es/documents/19559/1492311/practicass\\_ext\\_IQ\\_eu.pdf](http://www.ehu.es/documents/19559/1492311/practicass_ext_IQ_eu.pdf)

### 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: oinarritzko prestakuntza, industria adarra eta Ingeniaritza Kimikoaren espezifikoa. Lehenengo lauhilekoko "Materia Transferentzia" eta "Erreaktoreen diseinua" irakasgaiak, eta bigarren lauhilekoko "Bereizketa Prozesuak" ingelesez ere eskaintzen dira (Mass Transfer, Reactor Design eta Separation Processes, hurrenez hurren).

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

| Modulua                   | Gaia        | Irakasgaia                                               | Lauhilekoa | Kredituak |
|---------------------------|-------------|----------------------------------------------------------|------------|-----------|
| Teknologia espezifikoa IK | Nahitaezkoa | Esperimentazioa Ingeniaritza Kimikoan II                 | 1-2        | 9         |
| Teknologia espezifikoa IK | Nahitaezkoa | Prozesuen eta Produktuen Ingeniaritza                    | 1-2        | 9         |
| Teknologia espezifikoa IK | Nahitaezkoa | Materia Transferentzia                                   | 1          | 6         |
| Teknologia espezifikoa IK | Nahitaezkoa | Erreaktoreen Diseinua                                    | 1          | 6         |
| Industria Adarra          | Nahitaezkoa | Ingeniaritza Elektrikoaren eta Elektronikoaren Oinarriak | 1          | 6         |
| Industria Adarra          | Nahitaezkoa | Materialen Erresistentzia                                | 1          | 6         |
| Teknologia espezifikoa IK | 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.R.G.-ko hirugarren mailako irakasgaien edukiaren laburpena.

| Irakasgaia                                               | Irakasgaien edukiaren laburpena                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Esperimentazioa Ingeniaritza Kimikoan II                 | Irakasgai hau egiteko betebeharrak: ikaslea-irakasgai honetan matrikulatu ahal izateko, hurrengo irakasgai guztietan gutxienez behin matrikulatuta egon behar izan da: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Materia Transferentzia</li> <li>o Bereizketa Prozesuak</li> <li>o Prozesu Kimikoetako Tresneria eta Kontrola</li> </ul> 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 |
| 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. Etopa bakarreko prozesuak. Etopa aniztuneko prozesuak. Ekipoak.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Errektoreen Diseinua                                     | Errektore ideal homogeneoen analisia eta diseinua. Prozesu baldintzen optimizazioa. Emari erreala eta bere kontsiderazioa diseinuan. Errektore 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 korrante zein korrante 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. Esfortzuak eta deformazioak habeeetan. 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, distilazio bitarra, erauzketa, lehorketa, kristalizazioa, adsortzioa, ioi-trukea, kromatografia, mintzen bidezko bereizketak.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Prozesu Kimikoetako Tresneria eta Kontrola               | Neurketarako gailuak kimika industrian. Begizta irekiko sistema linealen dinamika. Birelika durarekiko 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

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

<https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/grado-ingenieria-quimica>

## Egin Beharreko Jarduera Motak

Ingeniaritza Kimikoko Graduaren intranetea, ikasturtean zehar egin beharreko jardueren egutegi eguneratua ere aurkituko duzu bertan. 4a eta 4b Tauletan ihardueraren araberrako 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        |                        |
| <b>Guztira</b>                                           | <b>144</b>  | <b>74</b>            | <b>15</b>               | <b>48</b> | <b>40</b>              |

### 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 Produktuaren 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        |                        |
| <b>Guztira</b>                             | <b>136</b>  | <b>51</b>            | <b>16</b>               | <b>46</b> | <b>30</b>              |

## Gradu Amaierako Lana (GRAL)

Gradu Amaierako Lana (GRAL) ikasle bakoitzak zuzendari baten edo gehiagoren gidaritzapean banaka egin behar duen proiektu, memoria edo azterlana da. Lan horretan txertatu eta garatu beharko dira, hain zuzen, Graduako ikaskuntza-prozesuan zehar jasotako prestakuntza-edukiak, gaitasunak eta trebetasunak.

Zientzia eta Teknologia Fakultateko Gradu Amaierako Lana Egin eta Defendatzeari Buruzko Arautegian ikasleek GRALa egiten hasteko ezagutu behar dituzten fase eta bete beharreko baldintzen inguruko xehetasunak azaltzen dira. Hurrengoak dira 2026/27 ikasturteko data garrantzitsuak:

**Aurreinskripzioa (2026ko uztailak 8-10, biak barne):** online betetzeko formularioaren bidezko aurreinskripzioa: [https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/tfg\\_aurreinskripzioa](https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/tfg_aurreinskripzioa)

**Inskripzioa edo izen-ematea:** GRALen izena emateko, 72 kreditu eduki daitezke gehienez egin gabe (4. mailako 60 kredituak eta aurreko ikasturteetatik gehienez gera daitezkeen 12). Bi aukera daude:

- **2026ko irailak 1-4** (biak barne): irakasleek ikasleekin **adostutako lanen** izenak ematen dituzte eta, aldi berean, adostu gabeko lanen gaiak eskaintzen dituzte, gero ikasleek hautatu ditzaten.
- **2026ko irailak 16-18** (biak barne): **adostutako lanik ez** duten ikasleek GAUREn bidez egiten dute gaien aukeraketa. Zerrendatik gehienez bost gai hautatu daitezke.

**Esleipena (2026ko irailak 21-25** (biak barne): GRALen gaien behin betiko esleipena egindakoan ikasleei posta elektronikoki bidez mezua helarazten zaie.

**Matrikulazioa, memoria entregatzea eta defentsa:** matrikulak bi defentsa deialditarako eskubidea ematen du ikasturteko. Matrikulatzeko, ikasleak Graduako kreditu guztiak gaindituta izan behar ditu,

GRALarenak izan ezik. 2026/27 ikasturtean, honako hauek izango dira matrikularako eta defentsarako datak:

| Deialdia | Matrikula eta Memoria entregatzea | Defentsa              |
|----------|-----------------------------------|-----------------------|
| Otsaila  | 2027ko otsailaren 10-12           | 2027ko martxoaren 2-4 |
| Ekaina   | 2027ko ekainaren 16-18            | 2027ko uztailaren 6-8 |
| Abuztua  | 2027ko uztailaren 20-22           | 2027ko irailaren 7-9  |

**GRALari buruzko informazio gehiago:**

<https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/trabajos-fin-grado>

**Ingeniaritza Kimikoko Graduko araudi espezifikoak:**

[https://www.ehu.eus/documents/19559/37321287/IQ\\_TFG\\_eu.pdf/76682137-0547-6dc8-70cf-571ff353ddff?t=1676619808441](https://www.ehu.eus/documents/19559/37321287/IQ_TFG_eu.pdf/76682137-0547-6dc8-70cf-571ff353ddff?t=1676619808441)

## Mugikortasuna

Fakultateak parte hartzen duen mugikortasun programen bidez, ikasleek aukera izango dute lauhileko edo ikasturte oso bat beste unibertsitate batean ikasteko. Bete beharreko baldintzak eta kontuan izan beharreko gainerako informazioa hurrengo estekan ikus daitezke: <https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/programas-intercambio-alumnado>

## Kanpoko praktika akademikoak

Kanpoko erakundeetan praktikak egitea aukerak zabaltzen dizkie ikasleei lan-munduan sartzeko, eta ezagutza eta gaitasun praktikoak bereganatzeaz ez ezik, lan-eskarmantua ere eskuratzen dute. Kanpoko praktika kurrikularrez gain (derrigorrezkoak), Ingeniaritza Kimikoko Graduan ere posible da kurrikulumaz kanpoko praktikak (borondatezkoak) egitea. Kanpoko praktika akademikoak egiteko, 120 ECTS gaindituta egon behar dira aurretik. Informazio gehiago hurrengo estekan:

<https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/insercion-laboral>

## Tutoretza akademikoak

Tutoretza akademikoa prozesu bat da, zeinetan irakasle batek ikasleei aholkularitza eta orientazio akademikoa eskaintzen baitizkie. Aholkularitza honi esker ikasleak laguntza jasoko du ikasten dituen irakasgaietan. Lauhileko bakoitzaren hasieran irakasle bakoitzak bere tutoretza-ordutegien berri emango du.

## Tutoretza Plana (TP)

Tutoretza Planaren (TP) bidez ikasleei irakasle tutore bat edukitzeko aukera eskaintzen zaie eta, horrela, unibertsitateko bizitzaren alderdi guztietan integratzea errazagoa izango dute. Horrez gain, irakasle tutore bakoitzak ibilbide akademiko osoan zehar orientatuko ditu bere ikasleak.

Irakasle tutoreen xedeak hurrengo hauek dira:

- prestakuntza integraleko prozesuan ikasleei laguntzea, ikuspegi akademiko, pertsonal eta profesionalen
- ikasleei Fakultatearen jarduera akademikoan integratzen laguntzea
- ikasleei unibertsitatean eskuragarri dituzten zerbitzu eta jardueren berri ematea
- ikasketa aldian ager daitezkeen zailtasunak identifikatzea eta ikasteko gaitasun eta estrategien garapena erraztea
- erabakiak hartzen laguntzea, bereziki curriculum ibilbidea aukeratu behar duenean
- ikasleen garapen akademiko eta profesionalerako interesgarria izan daitekeen informazioa ematea

Lehenengo mailaren hasieran, irakasle tutore bana esleituko zaie Ingeniaritza Kimikoko Graduko ikasleei. Esleipen hori indarrean egongo da Gradua lortu arte.

## Koordinazioa

Gradu Ikasketen Batzordeak (GIB) Graduako koordinazioaz arduratzen dira, hau da, Graduaren curriculumaren garapenaz, jarraipenaz, errebisioaz eta hobekuntzaz arduratzen dira. Hurrengoak dira Ingeniaritza Kimikoko Graduako koordinatzaileak:

| Mota                                                     | Koordinatzailea                                                      | Kontaktua                                                                                              |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Gradua</b>                                            | <b>Javier Ereña Loizaga</b><br>Ingeniaritza Kimikoa Saila            | <a href="mailto:javier.arena@ehu.eus">javier.arena@ehu.eus</a><br>946012580<br>B1.P1.9                 |
| <b>1. maila</b>                                          | <b>Miriam Arabiourrutia Gallastegi</b><br>Ingeniaritza Kimikoa Saila | <a href="mailto:miriam.arabiourrutia@ehu.eus">miriam.arabiourrutia@ehu.eus</a><br>946018149<br>B1.P2.8 |
| <b>2. maila</b><br><b>TP</b>                             | <b>Asier Aranzabal Maiztegi</b><br>Ingeniaritza Kimikoa Saila        | <a href="mailto:asier.aranzabal@ehu.eus">asier.aranzabal@ehu.eus</a><br>946015554<br>B1.P1.15          |
| <b>3. maila</b><br><b>Kanpoko praktikak</b>              | <b>Alazne Gutiérrez Lorenzo</b><br>Ingeniaritza Kimikoa Saila        | <a href="mailto:alazne.gutierrez@ehu.eus">alazne.gutierrez@ehu.eus</a><br>946012528<br>B1.P2.2         |
| <b>4. maila</b><br><b>Gradu Amaierako</b><br><b>Lana</b> | <b>Beñat Pereda Ayo</b><br>Ingeniaritza Kimikoa Saila                | <a href="mailto:benat.pereda@ehu.eus">benat.pereda@ehu.eus</a><br>946012263<br>B1.P1.15                |

Ingeniaritza Kimikoko Graduako GIBei buruzko informazio gaurkotua hurrengo estekan kontsultatu daiteke: <https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/comisiones-grado#GradulkasketenBatzor7>

Gainera, Graduako irakasgai bakoitzerako koordinatzaile bat izendatuko da, zeina irakasgai hura ematen duen irakasle-taldea koordinatzeaz arduratuko baita. Ingeniaritza Kimikoko Graduako irakasgaietako koordinatzaileak hurrengo estekan kontsultatu daitezke:

<https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/coordinacion-asignaturas-ig>

## Bestelako informazio interesgarria

Graduko zenbait irakasgaitan, irakasleek ikasgela birtuala erabiltzen dute irakaskuntza presentzialaren osagarri gisa. Ikasgela horiek eGelan daude <https://egela.ehu.eus> EGelan sartzeko LDAP erabiltzaile-izena behar da, ikasle bakoitzari esleitzen zaiona ikasle berriko matrikula egitean. LDAP erabiltzailea ere GAUREn sartzeko erabiltzen da, zeina administrazio tramiteak eta ikasleen bitzitza akademikoari lotutako datuak kontsultatzeko erabiltzen den erreminta informatikoa baita.

Ingeniaritza Kimikoko Graduaren matrikulatutako ikasle bakoitzak posta elektronikoko korporatibo propioa dauka; kasu honetan ere, ikasle berriko matrikula egitean helbidea eta pasahitza esleitzen zaio ikasle bakoitzari. Helbide korporatibo horretara iritsiko dira irakasleen, eGelako, dekanotza-taldeko eta unibertsitateko beste estamentuetako mezuak. Helbide honetara iristen diren mezuak posta elektronikoko pertsonalera birbideratu daitezke. Informazio gehiago hurrengo estekan:

[https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/bbc\\_alumnado](https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/bbc_alumnado)

Partekatutako fitxategi ostatu-zerbitzua ere dago <https://www.ehu.eus/es/group/ikt-tic/bildu>

Posta korporatiboaren erabilerari edo UPV/EHUko zerbitzu informatikoei lotutako edozein zalantza edo arazo izanez gero, gomendagarria da EAZrekin (Erabiltzailearentzako Arreta Zerbitzua) kontaktatzea <https://lagun.ehu.eus> web orriaren bidez, LDAP erabiltzailea erabiliz. EAZri buruzko informazio gehiago <https://www.ehu.eus/eu/web/ikt-tic/eaz-cau> estekan.

Zientzia eta Teknologia Fakultateko Ikaslearentzako Arreta Zerbitzuak (ZTFIAZ) aholku ematen die ikasleei, eta enpresetako praktiketan zein akademi-elkartruke programetan parte hartzeko beharrezko izapideez ere arduratzen da. Fakultateko Idazkaritzan kokatuta dago. ZTFIAZri buruzko informazio gehiago <https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/atencion-estudiantes> estekan.

**Ingenieria Kimikoko Graduari buruzko informazio gehiago:**

<https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/grado-ingenieria-quimica>

**Fakultateko web orria:**

<https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/>

---

## **2.- Taldearentzako informazio espezifikoa**

---

### **Ikasleen banaketa irakaskuntza -taldeetan**

---

Irakasgai batean talde bat baino gehiago dagoen kasuetan, ikasleei bere taldea zein den jakinaraziko zaie lehenengo asteetan zehar.

### **Taldeari dagozkion jardueren egutegia**

---

Zentroko eskola-egutegia webgune honetan kontsultatu daiteke:

<https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/calendario>

Ordutegi ofizialak, jarduera bakoitza emango den ikasgelen inguruko informazioarekin batera, eta azterketen egutegi ofiziala fakultateko web-orrian argitaratu eta eguneratuko dira:

<https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/egutegia-ordutegiak> Horrez gain, aurreko estekan ere Graduak ikasgaietarako izendatutako 5. eta 6. deialdiko tribunalak kontsultatu daitezke.

### **Irakasleak**

---

Gradu honetako ikasgaiak ematen dituzten irakasleen inguruko informazioa (harremanetarako datuak, tutoretza-orduak) graduak webgune instituzionalean kontsultatu daiteke:

<https://www.ehu.eus/eu/web/graduak/ingeniaritza-kimikoko-gradua/irakasleak>

Lotura horretan, irakasle baten informazioa ikusi ahal izateko, nahikoa da irakaslearen izenaren gainean klik egitea.

**ERANSKINA I**  
**(IRAKASGAI BAKOITZAREN IKASKETA GIDA)**

Irakasgaiak ordena alfabetikoaren arabera ordenatuta daude.

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztu gabea

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 menpekota 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 esperimentalak burutzeko ezaguerak egokiak ekartzen ditu.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Gaitasun Bereziak

- Materia eta energia balantzeak erabiliz, instalazioak, ekipamenduak edo prozesuak aztertzea non materiak konposizio aldaketak jasaten dituen.
  - Ingeniaritza Kimikoaren, Ingeniaritza Biokimikoaren eta Bioteknologiaren oinarriak ingeniaritzetako oinarritzko eta komuneko funtsekin osatzea.
  - Termodinamika aplikatuaren eta materia transferentziaren funtsetan oinarrituta, bereizteko eragiketak aztertzea, modelatzea eta kalkulatzeko.
  - Modelo teorikoen eta simulazioan lortutako emaitzak unitate errealean lortutako emaitza errealekin erkatzea.
- Zeharkako Gaitasunak
- Informazio teknologikak trebetasunarekin erabiltzea.
  - Eskuratutako ezaguerak, emaitzak, abildadeak eta trebetasunak idatzizko eta ahozko eratan, eraginkortasunez jakinaraztea.
  - Jarduerak lan-taldeetan antolatzea eta planifikatzea.
  - Zeregin-esleipenarekiko lantaldeetako lidergoaren garapena, taldearen aniztasunaren onarpenarekin egiturak ezartzea.
  - Kalitate irizpideekin, ingurumenagatik sentikortasunarekin planteatutako Ingeniaritza Kimikoari eta Bioteknologiari dagozkien irakasgaiak buruzko arazoak ebaztea.

Bereizketa eragiketen ezaugarri nagusiak. Bereizketa eragiketarik garrantzitsuenen ezaugarria garapena: xurgapena eta desortzioa, destilazio bizarra, erauzketa, lehorketa, kristalizazioa, adsortzio, ioi-trukea, kromatografia bereizketa mintzekin.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

1. Bereizketa prozesuetarako sarrera. Industria Kimikoko bereizketa prozesuak. Bereizketa mekanismoak: fase adizioaren edo fase sortzearen bidezko bereizketa; Hesien bidezko bereizketa; Eragile solidoaren 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 diluituen 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. Lurrin-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. Betegarritzko zutabeetako operazioa. Egoera ez-geldikorrekoko 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. Disolbatzaileen kantitate egokia. Lixibiazioko difusio-eredua.
6. Solido-lehorketa. Lehorketa-oreka. Industria-lehorgailuak. Aire-ura interakzioa: Tenperatura hezea eta asetasun tenperatura. Solidoen lehorketa-zinetika. Lehorgailu eredua. Lehorgailu ezjarraituetako lehorketa denboraren kalkulua. Lehorte jarraituetako dimentsionaketa. Lehortearen eraginkortasunaren hobekuntza.
7. Kristalizazioa. Kristalizazio-prozesuetako oreka. Kristalen geometria eta tamaina-banaketa. Kristalizazio-zinetika: Nukleazioa eta kristal-hazkuntza. Kristalizaziorako industria-ekipamenduak. Materia eta energia balantzeak kristalizadoreetan. 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 (M) 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 (GA) ikasleek, aurreko irakaslearen tutoretzarekin, gai bakoitzari buruzko ariketak arbelean ebatziko dituzte.

Ordenagailu klaseetan (GO) bereizketa prozesuei buruzko problemak ebatziko dira, kalkulu-orri batean Excel kalkulu-programa gisa erabiliz EXCEL, programa hau Ingeniaritza Kimikoa zein Bioteknologia taldeetarako erabiltzen baita. Klase hauetara bertaratzeko derrigorrezkoa da (gutxieneko bertaratzeko %80).

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

Taldeko-lanean konposatu baten purifikazio-prozesu baten diseinua, hainbat bereizketa prozesu erabiliz. Talde bakoitzak prozesuaren diseinua Excel kalkulu-orri batean aurkeztu beharko du, idatzizko lan batean diseinu horren kontzeptuak garatuko ditu, baita ahozko aurkezpenean ere.

## IRAKASKUNTZA MOTAK

| Eskola mota                                   | M  | S | GA | GL | GO | GCL | TA | TI | GCA |
|-----------------------------------------------|----|---|----|----|----|-----|----|----|-----|
| Ikasgelako eskola-orduak                      | 35 | 5 | 15 |    | 5  |     |    |    |     |
| Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a | 52 | 8 | 22 |    | 8  |     |    |    |     |

**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 % 65
- Praktika (ariketak, kasuak edo buruketak) % 10
- Banakako lanak % 5
- Talde lanak (arazoen ebazpenak, proiektuen diseinuak) % 20

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

### ETENGABEKO EBALUAZIOA

Azken azterketa eta bi azterketa partzial egingo dira (1-5 gaiak (25. astean) eta 6-9 gaiak (30. astean). Materia kanporatzeko azterketa partzial hauetan teoria zein ariketak gainditu behar dira (5).

- Etengabeko ebaluazioan azterketa %65 (%40 lehenengo partziala, %25 bigarren partziala)
- Ariketen ebazpena (emateak/arbela): %5
- Mintegiak (bertaratzeko, planteatutako problemen ebazpena): %10
- Taldeko lanak (bertaratzeko, purifikazio-prozesu baten diseinua Excelen, txosten idatzia eta ahozko aurkezpenean) %20

Ohiko deialdiko azken azterketan, kanporatu ez diren partziala edo partzialak bakarrik egingo dira. Bestela, kalifikazioa hobetzeko asmoz, kanporatutako partzialak egin daitezke, baina kontuan izanik kasu honetan aurreko kalifikazioa ez dela mantenduko, altuagoa izan arren.

Azterketaren gutxieneko kalifikazioa teoria zein ariketak batez bestekoa ezartzeko: 4.0

### AZKEN EBALUAZIOA

Azken ebaluazioan bi partzial kanporatzaileak egin daitezke, ebaluazio jarraituaren baldintza berdinetan.

Ebaluazio probak edo azterketa: %100. Azterketa egunean egingo diren ondoko probak izango ditu

- Idatzizko azterketa teoriko-praktikoa (kanporatu gabeko partzial edo partzialak): %65
- Bereizketa prozesu baten diseinua kalkulu-orriaren bidez (Excel): %12.5
- Egindako bereizketa prozesuaren garapen teorikoa: %12.5

- Egindako diseinuaren ahozko defentsa: %10%

Idatzizko azterketa teoriko-praktikoan gutxieneko kalifikazioa teorian zein ariketetetan batez bestekoa egiteko: 4.0

#### AZKEN EBALUAZIO SISTEMAREN ESKAERA

Ikasleek azken ebaluazio bidez ebaluatutak izateko, etengabeko ebaluazioaren parte hartu zein ez hartu, etengabeko ebaluazioari uko egiten diola jasotzen duen irakasgaiaren egelan deskarga daitekeen idatzia beteta, egelaren bidez aurkeztu beharko dio, irakasgaiaren ardura duen irakasleari eta, horretarako, bederatzi asteko epea (2. lauhileko 1. astetik 9. astera) izango du, ikastegiko eskola egutegian zehaztutakoarekin. Ez da eskaerarik beste metodoren bidez onartuko, ezta epeaz kanpo ere. (2019ko maiatzaren 16an onartutako testua, 8.3 art.).

#### DEIALDIARI UKO EGITEA

Hala azken ebaluazioaren kasuan nola etengabeko ebaluazioaren kasuan, ¿Bereizketa Prozesuak¿ irakasgaiaren azken probaren pisua bada irakasgai kalifikazioaren % 40 baino handiagoa denez, nahikoa izango da proba horretara ez aurkezte azken kalifikazioa <<aurkezteke>> izan dadin. (2019ko maiatzaren 16an onartutako testua, 12.2 art. eta 2019/20 ikasturtean indarrekoa).

(<https://www.ehu.eus/eu/web/estudiosdegrado-graduakoikasketak/akademia-araudiak>)

#### EZOHICO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Ebaluazio probak edo azterketa: %100. Azterketa egunean egingo diren ondoko probak izango ditu

- Idatzizko azterketa teoriko-praktikoa %65
- Bereizketa prozesu baten diseinua kalkulu-orriaren bidez (Excel): %12.5
- Egindako bereizketa prozesuaren garapen teorikoa: %12.5
- Egindako diseinuaren ahozko defentsa: %10%

Hautazkoki

Azken hiru probak kurtsoan zehar egindako zereginen kalifikazioarekin konpensa daitezke (%35)

Idatzizko azterketa teoriko-praktikoan gutxieneko kalifikazioa teorian zein ariketetetan batez bestekoa egiteko: 4.0

#### NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

EGELA

#### BIBLIOGRAFÍA

##### 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. Hemisfere 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 betegarritzko 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.global-spec.com/Industrial-Directory/solid\\_liquid\\_extraction](http://test-equipment.global-spec.com/Industrial-Directory/solid_liquid_extraction)

## OHARRAK

Irakasgaiko ebaluazio probetan ikasleek debekatuta izango dute liburuak, oharrak edo apunteak erabiltzea, bai eta tresna edo gailu telefoniko, elektroniko, informatiko edo bestelakoak erabiltzea ere. Jokabide makur eta iruzurrezkoren bat gertatzen bada, UPV/EHUko ebaluazio probetan eta lan akademikoetan jokabide makur eta iruzurrezkoak eragotzeari eta etika akademikoari buruzko protokoloan zehazten dena aplikatuko da.

**COURSE GUIDE**

2026/27

**Faculty** 310 - Faculty of Science and Technology**Cycle** .**Degree** GINQUI30 - Bachelor's Degree in Chemical Engineering**Year** Third year**COURSE**

26736 - Chemical Reactor Design

**Credits, ECTS:** 6**COURSE DESCRIPTION**

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 the learning process of the subject 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**

Specific skills:

- Analyse, using material and energy balances, facilities, equipment or processes in which the material undergoes changes in composition.
- Integrate the basics of Chemical Engineering and Biotechnology with the basic and common fundamentals of engineering.
- Analyse, model, and calculate chemical and biochemical reactors, based on the principles of thermodynamics and applied kinetics.
- Describe and integrate the transformation processes of raw materials with criteria of innovation, product quality, and sustainability.
- Compare theoretical models and simulation results with real results obtained in real units.

Cross-curricular skills:

- Skilfully manage the information and communication technologies applied to learning, information sources and specific databases of Chemical Engineering and Biotechnology, as well as tools to support oral presentations.
- Communicate and transmit, effectively in writing and basically orally, the knowledge, results, skills, and abilities acquired in a multidisciplinary and multilingual environment.
- Organize and plan activities in working groups, with recognition of diversity and multiculturalism, critical reasoning, and constructive spirit, beginning in the leadership of groups.
- Development of the leadership of working groups, with assignment of tasks, establishing structures with recognition of the diversity of the group.
- Solve problems of the subjects corresponding to Chemical Engineering and Biotechnology, raised with criteria of quality, sensitivity for the environment, sustainability, and ethical criteria.

**Theoretical and Practical Contents**

1. 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.
2. 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.
3. PLUG FLOW CONTINUOUS REACTOR. Concept of space time. Ideal plug flow. Design for different temperature regimes. Recirculation.
4. CONTINUOUSLY STIRRED TANK REACTOR. Concept of perfect mix. Design for different temperature regimes. Comparison with the ideal plug flow reactor. Combination of reactors: analytical and graphic optimization. Comparison with isolated reactors.

5. OPTIMAL DESIGN FOR SIMPLE REACTIONS. Selecting the reactor design for simple reactions. Comparison of ideal reactors. Optimizing the process conditions.
6. 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.
7. 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.
8. CONTINUOUS AUTOTHERMAL REACTORS. Stable operating conditions in reactors perfect mix. Stability and steady states. Effect of process variables. Autothermal operation in tubular reactors.
9. NOT IDEAL FLOW REACTORS. Residence time distribution (RTD). Design for first-order reactions and other kinetics. Dispersion model. Tanks in series model.
10. 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.
11. GAS-LIQUID AND GAS-LIQUID-SOLID REACTORS. General concepts. Macroscopic models. Reactor types and criteria for reactor selection. Main applications.
12. BIOREACTORS WITH MICROORGANISMS. Kinetics. Structured and unstructured models. Discontinuous and continuous reactor.
13. BIOLOGICAL REACTORS WITH ENZYMES. Kinetics. Immobilization of enzymes. Reactors with immobilized enzymes. Response strategies.

## TEACHING METHODS

Lectures (M): Lectures are focused on providing the theoretical background for each topic, in order to apply them in the resolution of the problems.

Classroom practices (GA): Exercises of each topic are performed in an interactive way, promoting synergy with lectures.

Seminars (S): Bioreactors are going to be designed for the production of a final compound. The required theoretical and practical concepts will be developed. Students will work in groups, being attendance compulsory.

Laboratory practices (GL): The different aspects of the course will be dealt with in the laboratory through the practical resolution of the concepts seen in the theoretical and practical classes. Students will work in groups and doing these practices is compulsory to get through the subject. Once the laboratory practices are done, the students will have to make a written report with the main results of the work.

## TYPES OF TEACHING

| Types of teaching                             | M  | S  | GA | GL | GO | GCL | TA | TI | GCA |
|-----------------------------------------------|----|----|----|----|----|-----|----|----|-----|
| Hours of face-to-face teaching                | 25 | 9  | 20 | 6  |    |     |    |    |     |
| Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a | 38 | 10 | 32 | 10 |    |     |    |    |     |

**Legend:** M: Lecture-based

S: Seminar

GA: Applied classroom-based groups

GL: Applied laboratory-based groups

GO: Applied computer-based groups

GCL: Applied clinical-based groups

TA: Workshop

TI: Industrial workshop

GCA: Applied fieldwork groups

## Evaluation methods

- Continuous evaluation
- End-of-course evaluation

## Evaluation tools and percentages of final mark

- Written test, open questions 70%
- Exercises, cases or problem sets 10%
- Teamwork assignments (problem solving, Project design) 20%

## ORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

Continuous assessment

- Written exam (70%): There will be two midterm exams (35% each)

The exams consist of theoretical (questions to be developed and brief specific ones) and practical (exercises) aspects.

You have to pass both partial exams (minimum grade 5) to pass the subject. In case one exam is passed, the corresponding topics included in the exam will be *eliminated*. In these particular cases, the student will be re-evaluated with the exam not passed the day of the final exam. The student has the chance to rise her/his mark in the final exam by performing one of the partials or the entire subject exam.

- Teamwork (20%)

The design of biological reactors for the production of a product has to be presented, in groups. The work will be carried out in seminar hours (finalised in non-face-to-face hours) so attendance at all seminar sessions is compulsory. The design will be evaluated continuously by means of various deliverables throughout the course.

- Laboratory report (10%)

A written report on laboratory practices has to be submitted in groups. Doing the laboratory practices is compulsory to get through the subject. This report should show and discuss the design and flow characterization obtained in the laboratory practices.

#### Final assessment

Students that would like to be assessed by means of the final assessment system will have to present a written notification to the corresponding teacher before week 9.

The final assessment consists of the following tests:

- Written exam (70%)
- Laboratory practice test (10%)
- Design of a bio-reactor (20%)

To pass the subject it will be necessary to pass the written exam (grade of 5).

#### Resignation

Both in the case of continuous and final assessment, it will be sufficient not to take that final exam so that the final grade of the subject is << not presented >>.

### EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

The extraordinary call consists of the following tests:

- Written exam (70%)
- Laboratory practice test (10%)
- Design of a bio-reactor (20%)

To pass the subject it will be necessary to pass the written exam (grade of 5).

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

To pass the subject it will be necessary to pass the written exam (grade of 5).

### MANDATORY 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.

#### Detailed 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

#### Web sites of interest

### OBSERVATIONS

The exams and assessment activities for this course will be conducted in accordance with the principles of academic integrity, honesty, and ethical conduct established in EHU regulations. Upon enrolling at EHU, students signed the

Declaration of Commitment to Ethical Behavior and Academic Integrity pledging not to engage in plagiarism, academic fraud, or use unauthorized materials or devices, including artificial intelligence tools when not expressly permitted, in exams and academic assignments. Failure to comply with these obligations may result in the academic and disciplinary consequences provided for in current university regulations

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztu gabea

Plana GINQUI30 - Ingeniaritza 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, kaslea erreakzio sistema jakinerako erreaktore mota egokia aukeratzeko eta erreaktorearen dimentsioak eta laneko baldintzarik hoberenak ezartzeko gai izango da.

Nahiz eta oinarritzko kontzeptuak eta metodologia jario idealean oinarritutako ereduak 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 ikaskuntza 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, Fisikan eta Kimikan ikasitako kontzeptuak aplikatuko dira baita beste irakasgai batzuetan landutakoak ere, hala nola, Termodinamika eta Zinetikan, Fluidoaren Mekanikan, Bero Transferentzian eta Materia Transferentzian.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Gaitasun espezifikak:

- Materiak konposizioa, egoera, energia edo erreaktibotasun aldaketak jasaten dituenen, instalazioak, ekipamenduak edo prozesuak aztertzea materia eta energia balantzeak erabiliz
- Ingeniaritza Kimikoa eta Bioteknologiaren oinarriak ingeniaritzaren oinarri komunekin integratzea.
- Erreakzio kimiko edo biokimikoen analisi, modelatu eta kalkulua termodinamika aplikatuaren eta zinetika kimikoaren funtsetan oinarrituta.
- Lehengaien bilakaera prozesuak deskribatu eta berrikuntza, produktuen kalitatea eta jasangarritasunarekin integratzea.
- Modelo teorikoen eta simulazioaren bidez lortutako emaitzak laborategi unitateetan eta pilotu plantetan lortutako emaitza errealekin alderatzea.

Zeharkako gaitasunak:

- Ikaskuntzari aplikatutako informazio eta komunikazio teknologiak, informazio iturriak, Ingeniaritza Kimikoaren datu base espezifikak eta ahozko aurkezpenak errazteko erreminta ofimatikoak trebetasunarekin erabiltzea.
- Eskuratutako ezaguerak, emaitzak, abildadeak eta trebetasunak, diziplinarteko eta eleaniztun ingurunean idatzizko eta ahozko eratan, eraginkortasunez jakinaraztea.
- Lan-taldeetan, aniztasuna eta kultur aniztasuna onartuz, arrazoinamendu kritikoarekin eta jarrera eraikitzailearekin jarduerak antolatzea eta planifikatzea, lantaldeetako lidergoan abiatuz.
- Zeregin esleipena, taldearen aniztasunaren errespetua eta egiturak ezartzearen bidez lantaldeetako lidergoa garatzea.
- Ingeniaritza Kimikoaren arazoak ebazteko kalitate, ingurumenaren aldeko sentikortasun, jasangarritasun, etika eta bakearen sustapen irizpideak erabiltzea.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

1. SARRERA. Erreakzio kimikoaren ingeniaritza. Erreakzio kimikoaren ingeniaritzaren egitura. Erreakzio kimikoaren ingeniaritzaren egoera eta erronkak.
2. TXANDAKAKO ERREAKTOREA. Erreaktore ez-jarraitua. Erreaktore ez-jarraitua zinetikaren determinaziorako. Materia balantzea. Diseinu ekuazioak erreakzio bakun itzulezinetarako (bolumena konstante). Diseinu ekuazioak erreakzio bakun itzulezinetarako (bolumena aldatzen den erreaktoreak). Diseinu ekuazioak erreakzio konplexuetarako (bolumena konstante). txandakako erreaktorea erregimen termiko desberdinetan. Txandakako erreaktorearen operazioa zikloa. Erreaktore erdijarraitua.
3. PISTOI JARIOKO ERREAKTORE JARRAITU IDEALA. Denbora espaziala (eta abiadura espaziala). Pistoi jarioaren hipotesia. Materia balantzea. Erreaktore isotermaoren diseinua. Erreaktore adiabatikoaren diseinua. Erreaktore ez isoterma ez adiabatikoa. Pistoi jarioaren desbideratzeak. Birzirkulaziodun pistoi jarioko erreaktorea.
4. NAHASTE PERFEKTUKO ERREAKTORE JARRAITUA. Nahaste perfektuaren hipotesia. Erreaktore isoterma. Erreaktore adiabatikoa. Erreaktore ez isoterma ez adiabatikoa. Pistoi jarioko erreaktorearen eta nahaste perfektukoaren arteko konparazioa. Seriean jarritako nahaste perfektuko erreaktore batera. Erreaktore elkarketaren diseinu analitikoa lehen ordenako erreakzioetarako. Seriean loturiko nahaste perfektuko bateriaren eta pistoi jariokoaren arteko alderaketa. Erreaktore elkarketaren diseinurako metodo grafikoak.
5. ERREAKTOREAREN HAUTAKETA ETA DISEINU EGOKIENA ERREAKZIO BAKUNETARAKO. Erreaktorea aukeratzeko irizpideak. Erreaktoreen alderaketa. Erreakzionatzaileetarako bat soberan (bigarren ordenako erreakzioak). Erreaktoreen elkarketa.

6. ERREAKZIO KONPLEXUETARAKO ERREAKTOREEN HAUTAKETA ETA DISEINUA. Selektibitatea eta ekoizpena. Serieko erreazioak. Azterketa kuantitatiboa. Paraleloko erreazioak: azterketa kualitatiboa. Paraleloko erreazioak: azterketa kuantitatiboa. Zinetika ez dakigun erreazioaren selektibitate diferentzialaren bidezko diseinua.
7. TENPERATURA OPTIMOEN ERREGIMENAK. Tenperaturak konbertsioan duen eragina. Tenperatura optimoa (tenperatura uniformedun erreaktorea). Tenperaturaren profil optimoa (pistoi jarioko erreaktorea). Tenperatura optimoaren profilen hurbilketa. Tenperaturaren optimizazioa erreazio konplexuetan.
8. ERREAKTORE JARRAITU AUTOTERMIKOAK. Operazio autotermikoa nahaste perfektuko erreaktoreetan. Operazio autotermikoa pistoi jarioko erreaktoreetan.
9. ERREAKTOREETAKO JARIO ERREALA. Egoitza denboren banaketa funtzioak. Egoitza denboren banaketa (E kurba) eta adinen banaketa (I kurba) kalkulatzeko prozedura. Jario eredu desberdinetarako banaketa funtzioak. Prozesuetarako ekipotako jario okerren determinazioa eta zuzenketa. Erreaktore errealearen diseinua egoitza denboren banaketa funtzioan oinarrituta. Dispersioaren modeloa. Serieko tankeen modeloa. Dispersioaren eta serieko tankeen modeloen antzekotasuna.
10. GAS-SOLIDO UKIPENERAKO ERREAKTOREAK. Erreaktoreen deskribapena eta hautaketa. Ohantze finkodun erreaktorearen diseinua. Ohantze fluidizatadun erreaktorearen diseinua.
11. G-L, L-L ETA G-L-S UKIPENERAKO ERREAKTOREAK. G-L, L-L eta G-L-S erreazioak. G-L erreazioen eredu makrozinetikoak. G-L erreaktoreak.
12. MIKROORGANISMODUN ERREAKTORE BIOLOGIKOAK. Bio-erreaktoreen konfigurazioak. Mikroorganismodun erreazioen zinetika. Mikroorganismodun erreaktoreak. Erreaktoreetako materia transferentzia.
13. ENTZIMADUN ERREAKTOREAK. Erreakzio bakunen zinetika. Disolbatutako entzimadun erreaktoreak. Eutsitako entzimadun erreaktoreak.

## METODOLOGIA

Magistrala (M): Irakasgaiaren oinarri teorikoak zehaztuko dira, oinarri hauek problemen ebazpenean aplikatu ahal izateko. Gelako praktikak (GA): Gai bakoitzari dagozkion ariketak ebatziko dira, irakasgai honekin lotuta dauden gaitasun espezifikoa landu asmoz, baita zeharkako gaitasunak ere.

Mintegiak (S): Produktu baten ekoizpenerako erreaktore biologikoen diseinua egingo da. Horretarako behar diren kontzeptu teoriko eta praktikak landuko dira. Ikasleek taldeka lan egingo dute eta bertaratzea derrigorrezkoa izango da.

Laborategi praktikak (GL): Irakasgaiaren arlo ezberdinak landuko dira laborategian, gelako praktika eta mintegietan ikusitako kontzeptuen ebazpen praktikoaren bidez. Ikasleek taldeka lan egingo dute eta praktikak egitea ezinbestekoa da irakasgaia gainditu ahal izateko. Laborategi praktikak egin eta gero ikasleek idatziko txostena egin beharko dute, lanaren emaitza esanguratsuenak bilduz.

## IRAKASKUNTZA MOTAK

| Eskola mota                                   | M  | S  | GA | GL | GO | GCL | TA | TI | GCA |
|-----------------------------------------------|----|----|----|----|----|-----|----|----|-----|
| Ikasgelako eskola-orduak                      | 25 | 9  | 20 | 6  |    |     |    |    |     |
| Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a | 38 | 10 | 32 | 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 % 70
- Praktikak (ariketak, kasuak edo buruketak) % 10
- Talde lanak (arazoen ebazpenak, proiektuen diseinuak) % 20

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Ebaluazio jarraitua

- Garatu beharreko proba idatzia (%70): Bi azterketa partzial egongo dira (%35 bakoitzak)

Azterketak alde teoriko (garatu beharreko galderak eta galdera labur zehatzak) eta praktikoz (ariketak) osatuta daude. Bi azterketa partzialak gainditu (5-eko gutxieneko nota) behar dira irakasgaia gainditzeko. Ikasleak partzial bat baino ez badu gainditzen, berari dagokion materia kendu ahal izango du eta azken azterketara aurkeztu daiteke gainditu ez duen zatia egiteko. Bi partzialak gainditu dituzten ikasleek marka (nota) hobetu nahi badute, azken azterketara aurkeztu daitezke eta hobetu nahi dituzten zatien galderak erantzun.

- Talde lana (% 20)

Produktu baten ekoizpenerako erreaktore biologikoen diseinua aurkeztu beharko da, taldeka eginda. Diseinua mintegi orduetan egingo da (eta eskola orduetaz kanpo bukatuko da) eta beraz ordu guztietara bertaratzea derrigorrezkoa izango da. Diseinua era jarraituan ebaluatuko da, ikasturtean zehar egingo diren hainbat entregagairen bidez.

- Laborategi txostena (%10)

Laborategi praktikei buruzko txosten idatzia aurkeztu beharko da, taldeka eginda. Laborategi praktikak egitea

derrigorrezkoa da irakasgaia gainditu ahal izateko. Txosten honek laborategi praktiketan lortutako emaitza esperimentalekin egindako erreaktoreen diseinu eta jario errealaren karakterizazio emaitzak erakutsi eta eztabaidatu beharko ditu.

#### Azken ebaluazioa

Ebaluazio jarraituaren ordeaz azken azterketa egin nahi duen ikasleak, irakasleari adierazi behar dio idatziz, 9. astea baino lehen.

Azken ebaluazioan honako frogak hauek egin beharko dira:

- Garatu beharreko proba idatzia (% 70)
- Laborategi praktikei dagokien frogak (% 10)
- Bio-erreaktore baten diseinua (% 20)

Irakasgaia gainditzeko garatu beharreko proba idatzia gainditu beharko da (5-eko nota).

#### Uko egitea

Bai ebaluazio jarraitua zein azken ebaluazioaren kasuan, deialdiari uko egiteko nahikoa izango da azken azterketara ez aurkeztea *¿ez aurkeztua¿* kalifikazioa izateko.

### EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Ez ohiko deialdian honako frogak hauek egin beharko dira:

- Garatu beharreko proba idatzia (% 70)
- Laborategi praktikei dagokien frogak (% 10)
- Bio-erreaktore baten diseinua (% 20)

Azken bi frogak ikasturtean zehar egindako lan baliokideetan izandako notarekin ordezkatu daitezke.

Irakasgaia gainditzeko garatu beharreko proba idatzia gainditu beharko da (5-eko nota).

### NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

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

### BIBLIOGRAFÍA

#### 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 Heidelberg, 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

Irakasgai hau ebaluatzeko proba eta jardueren ardatz izango dira UPV/EHUren araudian xedatzen diren printzipioak:

zuzentasun akademikoa, zintzotasuna eta jarrera etikoa. Ikasleak onartzen eta gogoratzen du unibertsitatean matrikula egin zuenean Zintzotasunez eta portaera etikoz jokatzeko konpromiso adierazpena izenpetu zuela eta, haren bidez, hitzeman zuela plagiorik edo bestelako iruzur akademikorik ez zuela egingo, ezta ebaluazio probetan eta lanetan baimenduta ez dagoen objektu eta gailu teknologikorik erabiliko ere. Adimen artifizialeko tresnak barne, halakorik berariaz baimenduta ez dagoenean. Betebehar horiek urratzeak ondorio akademiko eta diziplinazkoak izan ditzake, unibertsitatean indarrean dagoen araudian xedatutakoaren arabera.

**Ikastegia** 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea**Zikl.** Zehaztu gabea**Plana** GINQUI30 - Ingeniaritza Kimikoko Gradua**Ikastaroa** 3. maila**IRAKASGAIA**

26759 - Esperimentazioa Ingeniaritza Kimikoan II

**ECTS kredituak:** 9**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Aurrebaldintzak: Irakasgai honetan matrikulatzeko ikasleek Esperimentazioa Ingeniaritza Kimikoan I irakasgaia gaindituta izan behar dute, eta honako irakasgai hauek gaindituta edo ikasten ari direla egiaztatu:

- Materia Transferentzia
- Bereizketa Prozesuak
- Erreaktoreen Diseinua
- Prozesu Kimikoen Instrumentazioa eta Kontrola

Halaber, oso gomendagarria da ikasleek Prozesu eta Produktu Ingeniaritza irakasgaia gaindituta edo ikasten ari izatea, eta Graduoko derrigorrezko praktikak ez egitea aldi berean.

Helburuak: Ingeniaritza Kimikoko Graduoko hirugarren mailan egindako irakasgaietan eskuratutako ezagutzaren garapen praktikoa (laborategian eta ordenagailuan).

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Gaitasunak:

- Aztertutako prozesu-unitate desberdinetan gertatzen diren ekipamenduen funtzionamendua eta fenomenoak ulertzea, eta datuen bilketarekin eta ondorengo tratamenduarekin ohitzea, parametro desberdinak zehazteko edo zenbait aldagaik prozesuan duten eragina aztertzeke.
- Emaizta esperimentalak aplikatzea prozesu-instalazioen diseinua egiteko.
- Prozesuen simulagailu bat erabiltzen ikastea.

Ikaskuntza emaitzak:

Materia Transferentzia, Bereizketa Prozesu, Erreaktore Kimikoei eta Prozesuen Kontrolari buruzko esperimentazio aplikatuko prozedurak diseinatu 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 isotermaok (nahaste-perfektuzkoa, nahaste perfektuzko erreaktore-bateria eta pistoi fluxuzkoa) diseinatzea ur fasean egindako bigarren mailako erreakzioetarako.

C) BLOKEA: Prozesuen simulatzailea:

6. Praktika: Distilazio zutabe baten simulazioa.

D) Blokea: Bereizteko eragiketak

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

E) Blokea: Prozesu Kimikoen Kontrola

11. Praktika: Kontrol-begizta bakarreko prozesuko identifikazioa eta modelatze dinamikoa. PID kontroladoreen sintonia metodo desberdinen analisia. Ereduen aplikazioa.
12. Praktika: Kaskadako kontrol-analisia. Kontroladoreen sintonia. Plantako sintonia.

## METODOLOGIA

Ikasleak 3 edo 4 pertsonako taldetan banatzen dira praktikak eta dagozkien txostenak egiteko. Azterketa, ordea, banakakoa da.

Lauhileko bakoitzean, ikasleek hiru bloketako praktikak egiten dituzte lehenengo lauhilekoan: Materia Transferentzia, Erreaktoreen Diseinua eta Prozesu eta Produktu Ingeniaritza, eta bigarrenean bi bloketakoak: Bereizketa Prozesuak eta Prozesu Kimikoen Instrumentazioa eta Kontrola. Praktikak egiteko oinarri teorikoa irakasgai teorikoetan lantzen bada ere, lauhileko bakoitzean klase magistralak ematen dira, non garatu beharreko praktiken oinarri teorikoa azaltzen den. Ondoren, mintegiko saioak egiten dira, eta haietan praktika bakoitzean egin beharreko lana zehazten da; horrek barne hartzen du laborategira bisita egitea erabiliko den ekipamendu esperimentalak ikusteko.

GL saio bakoitza hasi aurretik, ikasleek banaka egin beharko dute eGela plataforman egun horretan egingo duten praktikaren inguruko galdetegi bat. Test horren kalifikazioa ez da kontuan hartuko irakasgaiaren ebaluazioan, baina funtsezkoa izango da laborategiko jarduna baloratzeko.

GL saio bakoitzaren amaieran, ikasleek irakasleari Excel fitxategi bat bidali beharko diote, egindako praktikako datuekin, gero txostena egiteko erabiliko dutena. Excel fitxategia entregatzen ez bada, ezingo dira entregatu ez txostena ezta praktikako emaitzen fitxategia ere. Laborategiko praktika amaitu eta gehienez 15 eguneko epean, praktika horri dagokion txosten labur bat (PDF formatuan) entregatu beharko da. Txostenak datu esperimentalen lanketa, kalkuluak, emaitzak eta ondorioak jasoko ditu. Txostena eGelan adierazitako jarraibideen arabera aurkeztu behar da.

Laborategiko saioetara ordenagailua edo antzeko gailu elektronikoa eramatea gomendatzen da hasierako galdetegia egin ahal izateko. Praktika egiten den bitartean, talde bakoitzeko ordenagailu bakarra erabiltzea baimentzen da.

EHUren bizikidetzatza protokoloa beteko da.

## IRAKASKUNTZA MOTAK

| Eskola mota                                   | M  | S  | GA | GL | GO | GCL | TA | TI | GCA |
|-----------------------------------------------|----|----|----|----|----|-----|----|----|-----|
| Ikasgelako eskola-orduak                      | 12 | 24 |    | 54 |    |     |    |    |     |
| Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a | 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

Idatzizko azterketa: %40a

Lan eta txosten idatzien egitea (praktiken gidak): %40a

Laborategiko jarraipena (asistentzia, ekipamenduen erabilera, laborategiko koadernoak, etab.): %20a

- Etengabeko ebaluazio-sistema:

Irakasgaia bost bloketan antolatuta dago, eta bakoitzaren azken kalifikazioan duen pisua parentesi artean adierazten da: Materia Transferentzia (MT) (%22,5), Erreaktoreak (R) (%22,5), Simulazioa (PPI) (%10), Kontrola (K) (%22,5) eta Bereizketa Prozesuak (BP) (%22,5).

Irakasgaia gainditzeko beharrezkoa da gutxienez 5/10eko nota orokorra izatea, eta gutxienez 4,5/10eko batez bestekoa bloke bakoitzean, bloke bakoitzaren gaitasun autonomia dela eta.

Praktika bakoitzaren aurretik hasierako galdetegi bat egingo da, ikasleen praktikan egingo dutenaren ezagutza ebaluatzeko. Galdetegiaren kalifikazioa ez da kontuan hartuko irakasgaiaren ebaluazioan, baina laborategiko saioaren ebaluazioa partzialki edo osoki mugatu (azken notaren %20a) dezake.

Praktika bakoitza egin ondoren, ikasleek txosten bat aurkeztu beharko dute; txosten horren kalifikazioa dagokion blokeko txostenen notan sartuko da.

Bi banakako azterketa partzial egingo dira, eta horietan bloke guztiak ebaluatuko dira (simulazio blokea izan ezik, beherago azalduko den moduan). Bloke bat etengabeko ebaluazio bidez gainditzeko beharrezkoa da dagokion zatia azterketa partzialean gutxienez 5/10 lortzea. Baldintza hori betetzen ez bada, ikasleak bloke hori azterketa finalean egin beharko du.

Simulazioaren (IPP) blokean, kalifikazioa soilik dagokion praktikan lortutako notan oinarritzen da; ez da ebaluatzen azterketa partzialen bidez ezta azterketa finalaren bidez ere.

- Baldintza gehigarriak:

Nahitaezkoa da praktika guztiak irakasleek ezarritako egunean egitea. Ez da aldaketarik edo berreskurapenik onartuko egutegi ofizialetik kanpo, salbuespenezko arrazoi justifikatueta izan ezik, EHUren araudiaren arabera.

Ikasle bakoitzak aurkeztutako txosten guztien egile edo koegile izan behar du. Hori betetzen ez bada, txostenaren kalifikazioa 0 izango da.

Laborategiko jarraipeneko notak (asistentzia, jarrera, ekipamenduen erabilera, koadernoak, etab.) zuzenean sartzen dira azken batez bestekoan eta ez dira berreskuragarriak.

- Azken ebaluazio-sistema:

Ikasleek nahi izanez gero etengabeko ebaluazioari uko egin diezaiokete. Horretarako, idatziz jakinarazi beharko diote irakasgaiaren arduradunari ikasturtea hasi eta lehenengo 18 asteetan. Kasu horretan, ez dute eskubiderik izango azterketa partzialen bidez ebaluatuak izateko, eta soilik azken ebaluazio-sistemaren bidez ebaluatuko dira.

Irakasgaia gainditzeko beharrezkoa da gutxienez 5/10eko nota orokorra eta gutxienez 4,5/10eko batez bestekoa blokeak. Azken notan laborategiko eta txostenen kalifikazioak mantenduko dira. Azterketa finalean, ikasleak gainditu gabeko blokeak bakarrik egingo ditu.

Gainera, azken ebaluazio bidez irakasgaia gainditzeko, honako baldintza guztiak bete beharko dira:

- (i) laborategiko praktika guztiak ezarritako datan egin izana.
- (ii) hasierako test guztiak egin izana.
- (iii) entregatutako txosten eta dokumentu guztien egile edo koegile izatea.
- (iv) azterketa finaleko bloke bakoitzean gutxienez 5/10 lortzea.

#### DEIALDIAREN UKO EGITEA:

Bai azken ebaluazioan bai etengabeko ebaluazioan, Esperimentazioa Ingeniaritza Kimikoan II irakasgaian azken probak kalifikazioaren %40 baino gehiago balio duenez, proba horretara ez aurkeztea nahikoa izango da azken kalifikazioa > izan dadin (2019ko maiatzaren 16ko Gradu Batzordean onartutako 12.2 artikulua). Baldintza sanitarioek ebaluazioa hemen deskribatutako moduan egitea eragozten badute, EHUKo agintariek emandako jarraibideak aplikatuko dira.

Irakasgai hau ebaluatzeko proba eta jardueren ardatz izango dira EHUren araudian xedatzen diren printzipioak: zuzentasun akademikoa, zintzotasuna eta jarrera etikoa. Ikasleak onartzen eta gogoratzen du unibertsitatean matrikula egin zuenean Zintzotasunez eta portaera etikoz jokatzeko konpromiso adierazpena izenpetu zuela eta, haren bidez, hitzeman zuela plagiorik edo bestelako iruzur akademikorik ez zuela egingo, ezta ebaluazio probetan eta lanetan baimenduta ez dagoen objektu eta gailu teknologikorik erabiliko ere adimen artifizialeko tresnak barne, halakorik berariaz baimenduta ez dagoenean. Betebehar horiek urratzeak ondorio akademiko eta diziplinazkoak izan ditzake, unibertsitatean indarrean dagoen araudian xedatutakoaren arabera.

#### EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Ezohiko deialdira jo behar izanez gero, ikasleak irakasgaiko bloke guztiei buruzko idatzizko azterketa egin beharko du, ikasturtean zehar lortutako kalifikazioak kontuan hartu gabe. Hauda, irakasgaiaren kalifikazioa idatzizko azterketan lortutakoa izango da.

Azken ebaluazioan aplikatutako irizpide berak aplikatuko dira: irakasgaia gainditzeko beharrezkoa izango da gutxienez 5/10eko nota orokorra lortzea eta idatzizko azterketako bloke bakoitzean gutxienez 4,5/10 eskuratzea.

Baldintza sanitarioek ebaluazioa aurreko baldintzetan egitea eragozten badute, irakasgaian matrikulatutako ikasle guztientzat edo haietako batzuentzat, une horretan Errektoretzak ebaluazioari buruz emandako jarraibideak aplikatuko

dira.

Irakasgaien matrikulatutako ikasle guztiek proba guztiak egin beharko dituzte (hasierako testak, laborategiko praktikak, txostenak eta idatzizko azterketa), zein deialditan dauden kontuan hartu gabe.

Irakasgai hau ebaluatzeko proba eta jardueren ardatz izango dira EHUren araudian xedatzen diren printzipioak: zuzentasun akademikoa, zintzotasuna eta jarrera etikoa. Ikasleak onartzen eta gogoratzen du unibertsitatean matrikula egin zuenean Zintzotasunez eta portaera etikoz jokatzeko konpromiso adierazpena izenpetu zuela eta, haren bidez, hitzeman zuela plagiorik edo bestelako iruzur akademikorik ez zuela egingo, ezta ebaluazio probetan eta lanetan baimenduta ez dagoen objektu eta gailu teknologikorik erabiliko ere adimen artifizialeko tresnak barne, halakorik berariaz baimenduta ez dagoenean. Betebehar horiek urratzeak ondorio akademiko eta diziplinazkoak izan ditzake, unibertsitatean indarrean dagoen araudian xedatutakoaren arabera.

#### **NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK**

Praktika bakoitzeko gidoiak  
Laborategiko koadernoak  
e-Gelako material guztia

#### **BIBLIOGRAFÍA**

##### **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.vruipl.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**

Oharra: Laborategiko ekipamenduen erabilera desegokiak indarreko diziplina araudian aurreikusitako ondorioak ekar ditzake.

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztu gabea

Plana GINQUI30 - Ingeniaritza Kimikoko Gradua

Ikastaroa 3. maila

**IRAKASGAIA**

26758 - Ingeniaritza Elektrikoaren eta Elektronikoaren Oinarriak

ECTS kredituak: 6

**IRAKASGAIAAREN 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 iragankorrek 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,  $\zeta$  etab). Paralelo eta serie elkarketak eta hauen konbinazioak. Potentzia elektrikoaren korrante alternoko eta jarraituko. 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 konbinazioak, erresonantziak, iragankorak, eta neurketa aparatuen erabilera).
- Korrante alternoko trifasikoaren 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 problemaei lotutako formula idealak. Kasu ez-idealak. Sorgailu eta motorren ariketak.
- Elektronikaren oinarriak: gailuak eta osagai elektronikoak: diodoak, transistoreak, potentzia anplifikadoreak eta anplifikadore operazionalak. Sentsoreak. Bihurgailu analogiko/digitalak eta digital/analogikoak.
- PN juntura diodoa, Schottky-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 asetasun-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 alternoko 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 elektrikoak.
  - 1.3- Motoreak eta korrante jarraituko sorgailuak.
  - 1.4- Motoreak eta korrante alternoko sorgailuak.
- 2- Elektronikaren oinarriak
  - 2.1- Gailuak 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 bihurgailuak.

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

Laborategi-praktikak: Neurgailuak, RC zirkuituak, Wheatstone zubia; RLC zirkuituak, iragazkiak eta erresonantzia; Zirkuitu artezteileak 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   |     |    |    |     |
| Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a | 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 % 70
- Praktikak (ariketak, kasuak edo buruketak) % 30

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Irakasgai hau ebaluatzeko proba eta jardueren ardatz izango dira UPV/EHUren araudian xedatzen diren printzipioak: zuzentasun akademikoa, zintzotasuna eta jarrera etikoa. Ikasleak onartzen eta gogoratzen du unibertsitatean matrikula egin zuenean Zintzotasunez eta portaera etikoz jokatzeko konpromiso adierazpena izenpetu zuela eta, haren bidez, hitzeman zuela plagiorik edo bestelako iruzur akademikorik ez zuela egingo, ezta ebaluazio probetan eta lanetan baimenduta ez dagoen objektu eta gailu teknologikorik erabiliko ere. Adimen artifizialeko tresnak barne, halakorik berariaz baimenduta ez dagoenean. Betebehar horiek urratzeak ondorio akademiko eta diziplinazkoak izan ditzake, unibertsitatean indarrean dagoen araudian xedatutakoaren arabera.

### EBALUAZIO JARRAITUAREN SISTEMA:

Irakasgaiaren ebaluazioan ondokoak hartuko dira kontuan: azterketa teoriko/praktikoa (%70), klasean proposaturiko ariketen ebazpena eta laborategiko praktiken txostenak (%30).

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

%70a) eta laborategiko praktiken azterketa (amaierako notaren %30a). Laborategiko praktiken azterketa egin ahal izateko idatziko 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 aurkeztu ez den ikasleak deialdiari uko egiten diola ulertuko da eta Ez Aurkeztua bezala kalifikatuko da, ebaluazio sistema edozein delarik ere.

#### **EZOHICO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

Ezohiko deialdiaren ebaluazio sistema honakoa da: notaren %70-a ezohiko deialdian burutuko den azterketa teoriko/praktikoa finkatuko du, eta gainerako %30-a ikasturtean zehar burututako praktiketan lortutako nota izango da. Azken nota honi dagokionez, ikasturtean zehar praktiketara bertaratu izana eta dagozkion txostenak aurkeztu izana ezinbestekoa da. Gainera, irakasgaiaren ebaluazio positiboa lortzeko, azterketa teoriko/praktikoa gutxienez lau puntu, hamarrekiko, lortu behar dira. Ikasleak, nahi izanez gero, aukera du ez-ohiko deialdirako praktiketako txosten berriak aurkezteko, txosten berri hauen arabera ebaluatua izateko.

Ohiko deialdian ebaluazioa jarraitua egin ez duten ikasleek idatzizko azterketa teoriko/praktikoa (amaierako notaren %70a) eta laborategiko praktiken azterketa (amaierako notaren %30a) 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 aurkeztu 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.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

##### **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 '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

**COURSE GUIDE**

2026/27

**Faculty** 310 - Faculty of Science and Technology**Cycle** .**Degree** GINQUI30 - Bachelor's Degree in Chemical Engineering**Year** Third year**COURSE**

26735 - Mass Transfer

**Credits, ECTS:** 6**COURSE DESCRIPTION**

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

A level of B2 or higher 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 acquired, 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, sustainability, ethical criteria, and encouragement of peace.

**Theoretical and Practical Contents**

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.

**TEACHING METHODS**

During class hours, theory, practical exercises, seminars, and computer practices will be covered. In theory and practical exercises, a mixed methodology may be applied, where, on the one hand, the teacher will explain theoretical concepts and solve exercises; and on the other hand, the teacher will provide the student with materials through eGela so that the student can work on them before coming to class. Through this second methodology, the student will discuss and work on concepts previously studied at home with the rest of the classmates and the teacher. In practical exercises, the teacher will work on different cases in class, and others will be worked on by students collaboratively (with the teacher's assistance). Given the complexity of the calculations, exercises are solved using spreadsheets, and the use of a computer is recommended.

## TYPES OF TEACHING

| Types of teaching                             | M  | S | GA | GL | GO | GCL | TA | TI | GCA |
|-----------------------------------------------|----|---|----|----|----|-----|----|----|-----|
| Hours of face-to-face teaching                | 35 | 5 | 15 |    | 5  |     |    |    |     |
| Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a | 52 | 8 | 22 |    | 8  |     |    |    |     |

**Legend:** M: Lecture-based S: Seminar GA: Applied classroom-based groups  
GL: Applied laboratory-based groups GO: Applied computer-based groups GCL: Applied clinical-based groups  
TA: Workshop TI: Industrial workshop GCA: Applied fieldwork groups

## Evaluation methods

- Continuous evaluation
- End-of-course evaluation

## Evaluation tools and percentages of final mark

- Written test, open questions 60%
- Exercises, cases or problem sets 40%

## ORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

The exams and assessment activities for this course will be conducted in accordance with the principles of academic integrity, honesty, and ethical conduct established in EHU regulations. Upon enrolling at EHU, students signed the Declaration of Commitment to Ethical Behavior and Academic Integrity pledging not to engage in plagiarism, academic fraud, or use unauthorized materials or devices, including artificial intelligence tools when not expressly permitted, in exams and academic assignments. Failure to comply with these obligations may result in the academic and disciplinary consequences provided for in current university regulations.

Exams: 60% 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 5.0/10 on each of the former midterm exams. A mark of less than 3.0/10 in any section (theory or exercises) of these exams will mean that the mark will not be taken into account when calculating the final mark.

- Continuous assessment tests or exams: 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.
- Participation in the forum.

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 refusal document 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. If students who are required to take the third test do not come to the classroom on the day and time indicated in the exam schedule, they will be graded as "Not presented" (Article 12, points 1 and 3, of the UPV/EHU assessment regulations).

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. Students that renounce continuous assessment in due time and do not show up for this final exam will be graded as "Not presented" (Article 12, sections 1 and 3, of the UPV/EHU assessment regulations).

## EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

The exams and assessment activities for this course will be conducted in accordance with the principles of academic

integrity, honesty, and ethical conduct established in EHU regulations. Upon enrolling at EHU, students signed the Declaration of Commitment to Ethical Behavior and Academic Integrity pledging not to engage in plagiarism, academic fraud, or use unauthorized materials or devices, including artificial intelligence tools when not expressly permitted, in exams and academic assignments. Failure to comply with these obligations may result in the academic and disciplinary consequences provided for in current university regulations

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. Students that do not sit the final exam will be qualified as "Not presented".

## MANDATORY MATERIALS

egela

## BIBLIOGRAPHY

### Basic bibliography

Reference book:

Seader, J.D., Henley, E.J., Roper, D.K.; "Separation Process Principles"; Ed. John Wiley & Sons, Nueva York (2011).

Other books:

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 (1979-84).

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

### Detailed 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. edited by Elsevier.

Heat mass transfer, ISSN- 0947-7411, edited by Springer.

### Web sites of interest

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)

## OBSERVATIONS

**Ikastegia** 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea**Zikl.** Zehaztu gabea**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 fenomenoak deskribapena osatzen du, zeinek industria kimiko eta bioteknologikoan erabiltzen diren ekipoen diseinurako oinarritzakoak 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 eragiketak aztertzea, modelatzea eta kalkulatzeko.
- 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 ofimaticoak 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, arrazonomendu 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 zurrunbilotsuan. Difusio molekularra gasetan eta likidoetan. Aplikazioak.
- 4.- Materia transferentziarako koefizienteak: Materia transferentziarako koefizienteak emari laminarrean eta zurrunbilotsuan. 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, ariketa praktikoak, mintegiak eta ordenagailu praktikak landuko dira. Toeria eta ariketa praktikoetan metodologia mistoa aplikatu ahal da, non alde batetik irakasleak kontzeptu teorikoak azaldu eta ariketak egin ditzakeen; eta bestalde, irakasleak materiala eman diezaiotke ikasleari eGela bidez azken honek landu dezan klasera etorri baino lehen. Bigarren metodologia honen bidez ikasleak etxean landutako kontzeptuak eztabaidatu eta landuko dituzte gainontzeko ikasle eta irakaslearekin. Ariketa praktikoetan, irakasleak hainbat kasu ezberdin landuko dituzte klasean eta beste hainbat ikasleek beraiei artean (eta irakaslearen laguntzarekin) landu beharko dituzte. Kalkuluen konplexutasuna kontuan hartuta ariketak kalkulu orrietan ebazten 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  |     |    |    |     |
| Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a | 52 | 8 | 22 |    | 8  |     |    |    |     |

**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
- Praktiak (ariketak, kasuak edo buruketak) % 40

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Irakasgai hau ebaluatzeko proba eta jardueren ardatz izango dira UPV/EHUren araudian xedatzen diren printzipioak: zuzentasun akademikoa, zintotasuna eta jarrera etikoa. Ikasleak onartzen eta gogoratzen du unibertsitatean matrikula egin zuenean Zintotasunez eta portaera etikoz jokatzeko konpromiso adierazpena izenpetu zuela eta, haren bidez, hitzeman zuela plagiorik edo bestelako iruzur akademikorik ez zuela egingo, ezta ebaluazio probetan eta lanetan baimenduta ez dagoen objektu eta gailu teknologikorik erabiliko ere. Adimen artifizialeko tresnak barne, halakorik berariaz baimenduta ez dagoenean. Betebehar horiek urratzeak ondorio akademiko eta diziplinazkoak izan ditzake, unibertsitatean indarrean dagoen araudian xedatutakoaren arabera.

### ETENGABEKO EBALUAZIOA

Proba idatzia: %60

Irakasgaiaren kontzeptuen asimilatzea eta euren aplikazioa ariketa, problema edota kasu praktikoen ebazpenean ebaluatzeko hiru proba idatzia egingo dira. Lehenengo gai zerrendako lehenengo lau gaiak ebaluatuko dira, bigarrenengo gainontzeko gaiak eta hirugarren proba irakasgai osoaren ebaluazioa da, eta hautazkoa izango da aurreko azterketa bakoitzean 5/10 baino kalifikazioa baino hobea lortzen denean. Azterketetako edozein zatitan (teoria edo ariketak) 3/10 baino gutxiagoko kalifikazioak lortuz gero, azterketa horretako emaitza ez da kontuan hartuko azken kalifikazioaren kalkulurako.

Banakako edo taldekako lanak: %40

Hurrengo jarduerak kontsideratuko ahalko dira:

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

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, irakasleari idatzi bat bidalita bere asmoak azaltzen.

Hirugarren proba aurkeztu behar diren ikasleak deialdian adierazitako egunean eta orduan ikasgelara joaten ez badira, "Ez aurkeztua" gisa kalifikatuko dira (EHUko ebaluazio-araudiaren 12. artikulua, 1. eta 3. puntuak).

### AZKEN EBALUAZIOA

- Azterketa: Teoria + ariketak. 100% Etengabeko ebaluazioari garaiz uko egin eta ikaslea azken azterketa honetara ez bada azaltzen, "Ez Aurkeztua" bezala izango da kalifikatua (EHUko ebaluazio-araudiaren 12. artikuluko 1. eta 3. Apartatuak).

## EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Irakasgai hau ebaluatzeko proba eta jardueren ardatz izango dira UPV/EHUren araudian xedatzen diren printzipioak: zuzentasun akademikoa, zintotasuna eta jarrera etikoa. Ikasleak onartzen eta gogoratzen du unibertsitatean matrikula egin zuenean Zintotasunez eta portaera etikoz jokatzeko konpromiso adierazpena izenpetu zuela eta, haren bidez, hitzeman zuela plagiorik edo bestelako iruzur akademikorik ez zuela egingo, ezta ebaluazio probetan eta lanetan baimenduta ez dagoen objektu eta gailu teknologikorik erabiliko ere. Adimen artifizialeko tresnak barne, halakorik berariaz

baimenduta ez dagoenean. Betebehar horiek urratzeak ondorio akademiko eta diziplinazkoak izan ditzake, unibertsitatean indarrean dagoen araudian xedatutakoaren arabera.

- AZTERKETA: Teoria + ariketak. 100%. Ikaslea ez-ohiko azterketa honetara ez bada azaltzen, "Ez Aurkeztua" bezala izango da kalifikatua (EHUko ebaluazio-araudiaren 12. artikuluko 1. eta 3. Apartatuak).

## NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

egelako gune birtuala

## BIBLIOGRAFÍA

### 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.

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

### 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

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztu gabea

Plana GINQUI30 - Ingeniaritza Kimikoko Gradua

Ikastaroa 3. maila

**IRAKASGAIA**

26756 - Materialen Erresistentzia

ECTS kredituak: 6

**IRAKASGAIAAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Materialen erresistentziak honako definizioa du:

Materialek aurkesten duten ahalmen mekanikoa tentsioak eta deformazioak ezartzen direnean

- Kanpo zamek eragiten dituzten ondorioak sistema baten gainean.
- Induzitutako indarrak ikasi eta aztertu.
- Agertutako deformazioak eta kanpoko zamen eta barneko indar induzituen arteko harremanak
- Azterketa honetan oinarrituta, egiturek zein material, zein tamaina eta egituraren osagaiak eta 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 |    |    |     |    |    |     |
| Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a | 37 | 23 | 30 |    |    |     |    |    |     |

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**

- Azken ebaluazioaren sistema

**KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEOAK**

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

**OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

Ebaluaketa jarraitua (edo etengabeko)

6 ariketa (3 azterketetan bananduta) kurtsoan zehar

Gaunditzeko batez besteko notak 6 baino altuagoa izan behar du, eta gutxienez 6 ariketetatik 4 gaunditu behar dira.

Ebaluaketa jarraituari uko eginez gero, ikasurtearen bederatzigarren astean baino lehen jakinaraizi behar zaio irakasleari

Behin betiko ebaluaketa

<%10a klasean zuzendutako ariketak (norberak egindakoak)

>%90a behin betiko azterketa.

Badaude, Ikasleen Ebaluaziorako Arautegian agertzen diren eta irakaskuntza-gidan epez luzatu daitekeen etengabeko ebaluazioari buruzko bi atal gogorarazi nahi direnak:

"8.3 artikulua: Ikasleek eskubidea izango dute azken ebaluazio bidez ebaluatuak izateko, etengabeko ebaluazioan parte hartu zein ez hartu. Eskubide hori baliatzeko, ikasleak etengabeko ebaluazioari uko egiten diola jasotzen duen idatzi bat aurkeztu beharko dio irakasgaiaren ardura duen irakasleari eta, horretarako, bederatzi asteko epea izango du lauhilekoko irakasgaiaren kasuan edo 18 astekoa urteko irakasgaienean, ikastegiko eskola egutegian zehaztutakoarekin bat lauhilekoa edo ikasturtea hasten denetik kontatzen hasita. Irakasgaiaren irakaskuntza gidan epe luzeagoa ezarri ahal izango da."

"12.2. artikulua: Etengabeko ebaluazioaren kasuan, azken probaren pisua bada irakasgaiko kalifikazioaren % 40 baino handiagoa, nahikoa izango da proba horretara ez aurkeztea azken kalifikazioa "aurkezteke" izan dadin. Aldiz, azken probaren pisua bada irakasgaiko kalifikazioaren % 40a edo hori baino txikiagoa, 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."

#### **EZOHICO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

Azterketa idatzia (ariketak, azaltzeko egoerak) 100 %

#### **NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK**

Ez dago berariazko material beharrik.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

##### **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.

Beer F.P., Russell Johnston E., Dewolf J.T. Mecánica de Materiales, 4ª edición, Ed. McGraw Hill Interamericana, Mexico.

##### **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**

Garrantzitsua: ebaluaketarako bi bideek (jarraituak eta behin betikoak edo finalak) irakasgaiari buruzko ezaguera eta ezaguera horren erabileraren ahalmena ikasleari ebaluatzea dute helburu. Beraz, alde horretatik zalantzak agertzekotan, azterketaren hainbat ariketa edo azterketa osoa baliogabetu ahal izango du behin behinean irakasleak eta, azterketen emaitzak egiaztatzeko, aurrez aurreko elkarrizketa eta, bertan, ariketa gehigarriak eskatu ahal izango dizkio ikasleari edo, kasua ere bada, ordezeko azterketa bat ere.

**Ikastegia** 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea**Zikl.** Zehaztu gabea**Plana** GINQUI30 - Ingeniaritza Kimikoko Gradua**Ikastaroa** 3. maila**IRAKASGAIA**

26760 - Materialen Ingeniaritza

**ECTS kredituak:** 6**IRAKASGAIAAREN 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 komunak ebaztea, kalitate-irizpideak, ingurumenarekiko sentikortasuna eta jasagarritasuna.
- 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: Altxairuak 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 termoegonkorak), 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 arruntan 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  |    |    |     |    |    |     |
| Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a | 30 | 45 | 15 |    |    |     |    |    |     |

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

#### OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Irakasgai hau ebaluatzeko proba eta jardueren ardatz izango dira UPV/EHUren araudian xedatzen diren printzipioak: zuzentasun akademikoa, zintzotasuna eta jarrera etikoa. Ikasleak onartzen eta gogoratzen du unibertsitatean matrikula egin zuenean Zintzotasunez eta portaera etikoz jokatzeko konpromiso adierazpena izenpetu zuela eta, haren bidez, hitzeman zuela plagiorik edo bestelako iruzur akademikorik ez zuela egingo, ezta ebaluazio probetan eta lanetan baimenduta ez dagoen objektu eta gailu teknologikorik erabiliko ere. Adimen artifizialeko tresnak barne, halakorik berariaz baimenduta ez dagoenean. Betebehar horiek urratzeak ondorio akademiko eta diziplinazkoak izan ditzake, unibertsitatean indarrean dagoen araudian xedatutakoaren arabera.

##### 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

## BIBLIOGRAFÍA

### Oinarritzko bibliografia

W.D. Callister, D.G. Rethwisch, ¿Materials Science and Engineering: An Introduction¿, 9th ed; John Wiley & Sons, E.E.U.U. (2013). W.D. Callister, Jr. ¿Introducción a la Ciencia e Ingeniería de Materiales¿; Ed. Limusa. Ciudad de Mexico (2013). W.D. Callister, ¿Materialen zientzia eta ingeniartzia. Hastapenak¿, 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, ¿Engineering Materials: An introduction to Properties, applications and Design¿. 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. Phulé, ¿Ciencia e Ingeniería de Materiales¿, Thomson (2004)  
J.F. Shackelford, ¿Introduction to Materials Science for Engineers¿. 7ª ed., Pearson Prentice Hall, NJ (2009). J.F. Shackelford, ¿Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros¿, 6ªEd.; 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, ¿Ciencia de Materiales: Selección y Diseño¿; Pearson Educación., Mexico (2001)  
J.M. Montes, F.G. Cuevas, J. Cintas, ¿Ciencia e Ingeniería de los Materiales¿. Paraninfo, Madrid (2014)

### Aldizkariak

Nature Materials, Chemistry of Materials, Journal of Materials Chemistry

### Interneteko helbide interesgarriak

## OHARRAK

**COURSE GUIDE**

2026/27

**Faculty** 310 - Faculty of Science and Technology**Cycle** .**Degree** GINQUI30 - Bachelor's Degree in Chemical Engineering**Year** Third year**COURSE**

26762 - Processes of Separation

**Credits, ECTS:** 6**COURSE DESCRIPTION**

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, modeling and calculating separation operation based on applied thermodynamic and matter transfer fundamentals.
- Comparing theoretical models and simulation results with real unit 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 and Practical Contents**

1. Introduction to separation processes. Industrial processes: industrial examples, operation of separation processes. Basic separation techniques: separations by phase addition or creation, separations by barriers, separations by solid agents, separations by external field or gradient. Component recoveries and product purities. Selection of feasible separations.

2. Absorption and stripping of dilute mixtures. Liquid-vapour equilibrium. Equipment. Design considerations. Design of trayed columns: Graphical equilibrium-stage methods, Algebraic methods, Stage efficiency, Flooding, tray diameter and pressure drop. Design of packed columns: HETP, Rate-based method, Liquid holdup, flooding, pressure drop and column diameter.

3. Distillation of Binary Mixtures. Liquid-vapour equilibrium. Distillation methods. Design considerations. McCabe-Thiele method: Rectifying-section operating line, Stripping-section operating line, Feed-stage considerations, the q-line, Number of equilibrium stages and feed-stage location, Limiting conditions. Extensions of the McCabe-Thiele method: Condenser and reboiler heat duties, Optimal reflux ratio, Stage efficiency, Column diameter. Design of packed columns. Batch distillation.

4. Liquid-liquid extraction with ternary systems. Liquid-liquid equilibrium. Industrial processes. Equipment. Design considerations. Representation of ternary data. Single stage extraction: Partially miscible systems, Immiscible systems. Crosscurrent extraction: Partially miscible systems, Immiscible systems. Countercurrent extraction: Partially miscible systems, Immiscible systems.

5. Leaching. Solid-liquid equilibrium. Industrial processes. Equipment. Equilibrium-stage model for steady state: Single stage leaching, Crosscurrent leaching, Countercurrent leaching. Rate-based models: Homogeneous model, Shrinking-core model.
6. Drying of solids. Drying equilibrium. Industrial processes. Psychrometry: Psychrometric chart, Wet-bulb and adiabatic-saturation temperatures. Drying kinetics: Constant-rate and falling-rate drying periods. Dryer models: Continuous dryers, Batch dryers, Improvement of the drying efficiency.
7. Crystallisation. Crystallization equilibrium. Crystal geometry and distribution. Industrial processes. Crystallization kinetics: nucleation and crystal growth. Equipment. Crystalliser models: Steady state mass, energy and crystal-population balances.
8. Adsorption, Ion Exchange and Chromatography. Adsorbents and Ion exchangers. Adsorption and ion-exchange equilibrium. Transport processes. Design of adsorption and ion exchange processes: Stirred-tank and fixed-bed processes. Adsorption and ion exchange cycles. Chromatography.
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.

## TEACHING 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.

Practical classes (GA): Various exercises related to each topic are done, by the student, with the teacher's guidance.

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): Problems of various separation processes will be solved in a spreadsheet using Excel (or similar) as the calculation program. 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.

Teamwork: A process for the purification of a compound will be designed in groups of three students, using several separation processes. Each group will have to present the design of the process in an Excel spreadsheet, in a written work where they will develop the concepts of this design, as well as orally.

## TYPES OF TEACHING

| Types of teaching                             | M  | S | GA | GL | GO | GCL | TA | TI | GCA |
|-----------------------------------------------|----|---|----|----|----|-----|----|----|-----|
| Hours of face-to-face teaching                | 35 | 5 | 15 |    | 5  |     |    |    |     |
| Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a | 52 | 8 | 22 |    | 8  |     |    |    |     |

**Legend:** M: Lecture-based      S: Seminar      GA: Applied classroom-based groups  
 GL: Applied laboratory-based groups      GO: Applied computer-based groups      GCL: Applied clinical-based groups  
 TA: Workshop      TI: Industrial workshop      GCA: Applied fieldwork groups

## Evaluation methods

- Continuous evaluation
- End-of-course evaluation

## Evaluation tools and percentages of final mark

- Written test, open questions    65%
- Exercises, cases or problem sets    10%
- Individual assignments    5%
- Teamwork assignments (problem solving, Project design)    20%

## ORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

Continuous assessment:

Midterms (2) and final exam: 65 % (40 % first mid-term, 25 % second mid-term). The exams are composed of theoretical and practical parts (exercises).

A final exam and two midterms (lessons 1-5 (week 25) and lessons 6-9 (week 30) 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 (grade of 5.0).

In the final exam, only the midterm or midterms that have not been eliminated will be taken. Alternatively, the eliminated midterm(s) may be taken with the intention of improving the mark, bearing in mind that in this case the previous mark will not be retained, even if it is higher.

In the final exam, a minimum score of 4.0 (both in the theory and problems) is required for counting the rest of tasks required for the final grade.

Resolution of an exercise (blackboard/hand in): 5 %

Problems resolution in seminars (attendance and resolution): 10 %

Teamwork (attendance, resolution, report and oral presentation): 20 %

Final assessment:

In the final assessment, the two eliminatory mid-term exams can be taken under the same conditions as in the continuous 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 the midterm or midterms that have not been eliminated (65 %)
- Solving a practical case of a separation process using the Excel software (12.5 %)
- Theoretical development of the designed separation process (12.5 %)
- An oral presentation of the developed design (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 that is going to be available in e-gela to the corresponding teacher before week 9 of the second term (week 24). Overdue notifications or notifications by other means will not be accepted. (Art. 8.3 Text approved in the Degree Committee of May 16, 2019)

Renunciation:

Both in the case of continuous and final assessment, since the weight of the final exam of the subject "Separation Processes" is greater than 40% of the subject's grade, it will be sufficient not to go in for that final exam so that the final grade of the subject is << not presented >>. (Art. 12.2 Text approved in the Degree Committee of May 16, 2019)

#### **EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT**

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 (65 %)
- Solving a practical case of a separation process using the Excel software (12.5 %)
- Theoretical development of the designed separation process (12.5 %)
- An oral presentation of the developed design (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.

#### **MANDATORY 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. Hemisphere Publishing, Nueva York (1991).  
Wallas S.M. "Phase equilibria in Chemical Engineering". Butterworth Publishers, Stoneham (1985).

### Detailed bibliography

- 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).  
Rouseau, R.W. "Handbook of Separation Process Technology". Ed. John Wiley, Nueva York (1987).  
Reid, R.C. y cols. "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.

### Web sites of interest

- <http://iq.ua.es/McCabe-V2/index.htm> McCabe-Thiele's method's interactive tool  
<http://iq.ua.es/Ponchon/> Ponchon-Savarit method's interactive tool  
<http://physics.nist.gov/cuu/Units/> Physical Measurement Laboratory of NIST  
[http://www.iupac.org/dhtml\\_home.html](http://www.iupac.org/dhtml_home.html) IUPAC  
<http://archive.is/n1J7L> Distillation  
<https://www.brinstrument.com/fractional-distillation/fractional-distillation.php> Fractional distillation  
[http://www.globalspec.com/industrial-directory/solid-liquid\\_extraction\\_equipment](http://www.globalspec.com/industrial-directory/solid-liquid_extraction_equipment) Solid-liquid Extraction Equipment  
<http://www.liquid-extraction.com> Liquid-liquid extraction

## OBSERVATIONS

A level of B2 or higher is recommended to attend courses taught in English.  
During the evaluation tests it is not allowed to use books, notes or notebooks, as well as any kind of mobile phone, computer or electronic devices. Only didactic material, devices or computer authorized by the teaching team may be used.  
If unethical or dishonest behaviour is detected the protocol dealing with academic ethics and prevention of fraudulent and dishonest behaviour in evaluation test and academic assessments in the UPV/EHU will be applied.

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztu gabea

Plana GINQUI30 - Ingeniaritza Kimikoko Gradua

Ikastaroa 3. maila

**IRAKASGAIA**

26761 - Prozesu Kimikoetako Tresneria eta Kontrola

**ECTS kredituak:** 6**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Irakasgaiaren helburu nagusia da ikasleei prozesuen kontrolaren oinarritzko printzipioak ematea, kontrol-begizta baten analisia, diseinua eta parametroen doikuntza egiteko gai izan daitezen. Era berean, irakasgaiaren xedea da ikasleek industria kimikoko prozesuetan ohikoenak diren aldagaien neurketan eta kontrolean erabiltzen den industria-instrumentazio klasikoari buruzko ezagutzak eskuratzea.

Edukien garapena Ingeniaritza Kimikoko adibide eta aplikazio adierazgarrietan oinarrituko da, kontzeptu teorikoen ulermena eta horien aplikazio praktikoa industria-inguruneetan errazteko.

Bigarren eta hirugarren mailako hainbat irakasgaitan, ikasleek ekipamenduen, eragiketen eta prozesuen kalkulua eta diseinua landu dituzte egoera egonkorreko baldintzetan. Irakasgai honek denbora-dimentsioa txertatzen du analisi horietan, industria-eragiketen eta -prozesuen portaera dinamikoaren azterketa gehituz. Horrela, agerian uzten da prozesuko aldagaiak gainbegiratu eta kontrolatzeko beharra, baita horretarako erabiltzen diren estrategia eta tresna nagusiak ere.

Irakasgaia II. Moduluan txertatzen da: Industria Adarreko Modulu Erkidea, eta ez du prozesuen kontrolari buruzko alde aurreko ezagutza espezifikorik eskatzen. Hala ere, garatuko diren adibide eta aplikazioak Ingeniaritza Kimikoko eragiketa eta prozesuekin lotuta egongo dira, lehen mailako Ingeniaritza Kimikoaren eta Bioteknologiaren Oinarriak irakasgai landutako materia- eta energia-balantzeetan oinarrituta.

Era berean, irakasgai honek funtsezko ezagutzak ematen ditu Ingeniaritza Kimikoko Graduko hirugarren mailako bigarren lauhilekoan ematen den Ingeniaritza Kimikoko Esperimentazioa II irakasgaiaren egiten diren jarduera esperimentalak garatzeko.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK****Gaitasunak**

- ¿ Industria-instrumentazioko eta prozesuen kontroleko ekipoen oinarritzko printzipioak ezagutzea eta aplikatzea.
- ¿ Industria-inguruneetan prozesuko aldagaien neurketarako tresna egokiak alderatzea, hautatzea eta erabiltzea.
- ¿ IKT tresnak erabiltzea prozesuen kontrolari lotutako ikaskuntza-, analisi- eta problemak ebazteko jardueren euskarri gisa.
- ¿ Prozesuen kontrolean erabiltzen den terminologia menderatzea, lortutako emaitzak eta ondorioak behar bezala komunikatuz.
- ¿ Industria-prozesuetan aplikatutako kontrol-konfigurazio desberdinak aztertzea, diseinatzea eta ebaluatzea.
- Ikaskuntza-emaitzak
- ¿ Prozesuen dinamikaren oinarriak eta horiek industria-eragiketen portaeran duten eragina ulertzea.
- ¿ Prozesuen kontrolaren berezko terminologia eta oinarritzko kontzeptuak menderatzea.
- ¿ Atzeraelikadurazko kontrolaren printzipioak eta industria-sistemetan duten aplikazioa ulertzea.
- ¿ Ingeniaritza Kimikoko eragiketa eta prozesuetarako kontrol-begiztak diseinatzea.
- ¿ Kontrolagailuak doitzeta eta sintonizatzea, prozesuen funtzionamendu egonkorra eta eraginkorra bermatzeko.

**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 isoterma; 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. Oinarrizko 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 aztertzeke 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 magistralek irakasgaiak gai bakoitzaren oinarri teorikoak eskaintzen dituzte, kontzeptu eta alderdirik garrantzitsuenak nabarmenduz. Prestakuntza hori gomendatutako bibliografia espezifikorekin osatzen da; bibliografia horren erreferentziak bai irakaskuntza-gidan bai gai bakoitzaren amaieran ematen dira.

Problemak ebazteko eskoletan, klase magistralean landutako edukiekin lotutako ariketa eta kasu praktiko adierazgarriak ebazten dira, kontzeptu teorikoen ulermena eta aplikazioa sendotzeko helburuarekin.

Ordenagailuko praktikak kontrolerako software espezifikoa ikasi eta erabiltzen ikastera bideratuta daude, irakasgaia lantzeko laguntza-tresna gisa erabiliz. Horretarako, MATLABeko oinarrizko aplikazioak eta komandoak aurkezten dira, baita Simulink eta Loop-Pro programak ere, kontrol-sistemen analisiari eta diseinuari lotuta, ikasgelan landutako edukiak indartzeko asmoz.

Mintegietako saioetan, taldeka eta modu sekuentzialean, Ingeniaritza Kimikoarekin lotutako instalazio baterako kontrol-begizten diseinu-proiektu bat garatzen da, baita beharrezko instrumentazioaren bilaketa eta hautaketa ere.

#### IRAKASKUNTZA MOTAK

| Eskola mota                                   | M  | S  | GA | GL | GO | GCL | TA | TI | GCA |
|-----------------------------------------------|----|----|----|----|----|-----|----|----|-----|
| Ikasgelako eskola-orduak                      | 28 | 4  | 22 |    | 6  |     |    |    |     |
| Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a | 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
- Praktikak (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 ebaluazio-probak (azken kalifikazioaren %60¿90)

Hainbat idatzizko proba egingo dira, irakasgaiak edukien eskurapena eta ulermena ebaluatzeko, baita ikasleek ezagutza horiek ariketak, problemak eta kasu praktikak ebazteko aplikatzeko duten gaitasuna ere.

Proba bakoitza gainditzeko, gutxienez 5,0 puntu lortu beharko dira 10 puntutik. Zatiko probaren bat gainditzen ez duen ikasleak egin gabe dituen edukiei dagokien azken proba egin beharko du.

10 puntutik 3,5etik beherako kalifikazioak ez dira kontuan hartuko irakasgaiaren azken kalifikazioa kalkulatzeko.

Banakako lanak egitea ( azken kalifikazioaren %10¿40)

Atal honen barruan jarduera hauek sartzen dira:

¿Ariketen, problemen eta kasu praktikoen ebazpena.

¿Ordenagailuko praktikak.

Idatzizko probak aurrez aurre egingo dira.

Etengabeko ebaluazio-sistemari uko egin eta azken ebaluazioaren sistema aukeratu nahi duen ikasleak idatziz jakinarazi beharko dio irakasgaiaren irakasle arduradunari, ikasturteko bederatzigarren astea baino lehen. Lehenengo idatzizko probaren emaitzak aste hori igaro ondoren argitaratzen badira, uko egiteko epea kalifikazio horiek argitaratu eta astebetekoa izango da.

#### EBALUAZIO FINALA

Azterketa (%100, aurrez aurrekoa)

Azterketak bi atal izango ditu:

¿Test motako proba teoriko bat.

¿Ariketa eta/edo problemen ebazpena.

#### EZOHICO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Azterketa (%100, aurrez aurrekoa). Azterketak test motako atal teoriko bat eta ariketa nahiz problemen ebazpena izango ditu.

#### NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

¿MATLAB, Simulink eta Loop-Pro softwareak (EHUappstore-ren bidez eskuragarri).

#### BIBLIOGRAFÍA

##### Oinarrizko bibliografia

Oinarrizko bibliografia

1. Stephanopoulos, G. Chemical Process Control. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. (1984).

2. Seborg, D.E., Edgar, T.F. eta Mellichamp, D.A. Process Dynamics and Control, 2. argitalpena. 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. eta Karim, M.N. Chemical and Bio-Process Control, 3. argitalpena. Pearson Education Inc., Boston, MA (2006).

5. Creus, A. Instrumentación Industrial, 8. argitalpena. Marcombo S.A., Barcelona (2010).

6. Ollero de Castro, P. eta Fernández, E. Control e instrumentación de procesos químicos. Editorial Síntesis, Madrid (1997).

7. Kravaris, C. eta Kokos, I.K. Understanding Process Dynamics and Control. Cambridge University Press, Cambridge (2021).

##### Gehiago sakontzeko bibliografia

Sakontzeko bibliografia

¿Smith, C.A. eta Corripio, A.B. Principles and Practice of Automatic Process Control, 3. argitalpena. John Wiley and Sons, New York (2006). 1. argitalpenaren gaztelaniazko itzulpena: Control Automático de Procesos: Teoría y Práctica. Limusa, Mexiko (1991).

¿Ogunnaike, B. eta 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, 2. argitalpena. McGraw-Hill, New York (2000).

¿Coughanowr, D.R. Process Systems Analysis and Control, 2. argitalpena. McGraw-Hill, New York (1991).

##### 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

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztu gabea

Plana GINQUI30 - Ingeniaritza Kimikoko Gradua

Ikastaroa 3. maila

## IRAKASGAIA

26757 - Prozesuen eta Produktuen Ingeniaritza

ECTS kredituak: 9

## IRAKASGAIAAREN 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 graduko azken bi ikasturteetako irakasgai berezietan ikasten delarik. Ikasketa hau prozesu kimiko industrial erreale baten diseinua egiten dute ikasleek, ordenagailu bidezko simulagailua tresna gisa erabiliaz eta analisi ekonomiko eginez diseinuaren bideragarritasuna aztertzeo. Ekoizpen handiko oinarrizko produktu kimikoen fabrikazio-prozesuak ere aztertzen dira, diseinuaren estrategiak aintzat hartuta.

¿Prozesuen eta Produktuen Ingeniaritza¿ 3. mailan lantzen den derrigorrezko irakasgaia da Ingeniaritza Kimikoko Graduaren barnean. ¿Tecnologia Espezifiko: Ingeniaritza Kimikoa¿ 3. Moduluaren barnean kokatzen da eta modulu bereko gainontzeko irakasgaiekin (Ingeniaritza Kimikoaren eta Bioteknologikoaren oinarriak, Materia transferentzia, Bereizketa prozesuak, Prozesu Kimikoen Zinetika eta Erreaktoreen Diseinua), Industria alorreko modulukoekin (Jariakinen Mekanika, Termodinamika Aplikatua eta Bero Transmisioa) eta Oinarrizko formakuntzako modulukoekin (Zenbakizko Kalkulua eta Ekonomia Orokorra eta Enpresen Antolakuntza) hertsiki erlazionatuta dago. Hau horrela, irakasgaia zailtasun handiegirik gabe aurrera eramateko ondoko gaitasunak aldeztu aurretik menperatu behar dira:

- (1) Materia eta energia balantzeak planteatu eta ebatzi
- (2) Erreakzio kimiko baten estekiometria, konbertsioa eta hautakortasuna kalkulatu
- (3) Termodinamikaren lehen eta bigarren printzipioak erabili
- (4) Ur-lurrunaren eta airearen propietate termodinamikoak kalkulatu (U, H, S), horretarako taula eta diagrama termodinamikoak (P-V, T-S, etab.) erabiliz.
- (5) Materia-transferentziako (likido-bapore oreka); bereizketa prozesuetako (destilazio arrunta), jariakinen mekanikako (ponpak, konpresoreak, etab.) eta bero transmisioko kontzeptuak aplikatu; eta,
- (6) Ordenagailu bidezko zenbakizko kalkulua erabili.

## GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK

Irakasgaiaren helburuak jaso dituenaren adierazgarri eta ebaluagarri diren hurrengo ikasketa-emaizak:

1. Konposatu kimiko industrial baten aurre diseinua egin.
2. Prozesu kimikoaren aurre-diseinurako informazio tekniko eta zientifikoa bilatu, eta aztertu, ingelesa bezalako atzerriko hizkuntzan daudenak barne.
3. Prozesu kimikoaren aurre-diseinuaren etapa bakoitzean fluxu diagrama egokia egin.
4. Prozesu kimikoaren aurre-diseinuan hautakortasuna, konbertsioa eta erreakzio abiadura kontzeptuak erabili erreaktorearen balantzean.
5. Ordenagailu bidezko prozesu kimikoen simulaziorako simulazio-diagrama prestatu eta ebatzi.
6. Prozesu kimikoaren aurre-diseinuan heuristika egokiak erabili estrategia egokiak 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 segurutasuneko eta ingurugiroaren babeserako irizpideak erabili.
12. Prozesu kimikoaren aurre-diseinuan emaitzak 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 kimikoaren bilakaera historikoa eta etorkizuneko joerak deskribatu eta testuinguratu, denbora-lerroaz baliatuz.
16. Produktu kimiko garrantzitsuenak fabrikatzeko industria kimikoko prozesuen eskema orokorra deskribatu eta aztertu.
17. Produktu kimiko bakoitzaren fabrikazio prozesuan erabiltzen diren lehengaiak identifikatu.
18. Industria kimiko desberdinetako lehengaien dosifikazioa finkatu bakoitzean dagozkion oreka diagrama, materia edo energia balantzeak aplikatuz.
19. Industri instalazioetan aire likidoaren ekoizpena kalkulatu.
20. Industria kimiko desberdinetan erabiltzen diren operazio baldintzak eta estrategiak identifikatu eta justifikatu.
21. Produktu kimiko garrantzitsuenen erabilerak deskribatu.

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

#### Konpetentzia espezifikak

M03CM01. Materialen morfologia, konposizio, egoera, energia edo erreaktibotasuneko aldaketak eragiten dituzten instalazio, ekipa edo prozesuak aztertzea.

M03CM02. Ingeniaritza kimikoaren eta biokimikoaren oinarriak gainontzeko ingeniaritzetako oinarriekin bateratzea.

M03CM03. Termodinamika eta materia transferentzia oinarri izanda bereizketa eragiketak aztertu, modelatu eta kalkulatzeko.

M03CM05. Lehengaiak berrikuntza, kalitate eta jasangarritasun irizpideak jarraituz eraldatze prozesuetan integratu eta azaltzea.

M03CM06. Industria kimikoko teknikak maneiatzea, lehengaien propietateak neurriak, prozesuko atal desberdinak eta produktuak

M03CM10. Prozesuen hobekuntza irizpideak ezarri, ikerketa, garapen eta berrikuntzarako ekimenak proposatzeko.

Zeharkako konpetentzia

M03CM11. Ikaskuntzara bideratutako informazio eta komunikazio teknologiak abilezia maneiatzea, bai ingeniaritza kimikoko informazio iturri eta datu baseak bai ahozko aurkezpenetarako lagungarri diren informatika tresnak.

M03CM12. Ezagutzak, emaitzak, abileziak eta trebetasunak diziplina eta hizkuntza anitzeko ingurune batean komunikatu eta helaraztea

M03CM13. Lan-taldeak antolatu, planifikatu eta zuzentzea, aniztasuna, kultura-aniztasuna eta berdintasunerako eta diskriminaziorik ez jasateko eskubideak aitortuz..

M03CM14. Lan taldeen lidergoia garatzea, eginbeharren banaketa orekatuz eta taldearen aniztasuna kontuan izanda talde egituratu bat sortuz.

M03CM15. Ingeniaritza kimikoari dagozkion arazoak, kalitatea, jasangarritasuna, etika eta bakea sustatzen duten irizpideak jarraituz garatzea.

#### EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK

##### GAIEI ZERRENTA:

- 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 hurbilketa. Prozesuen aldez aurretiko sintesia. Funtsezko kasuaren diseinurako garapena.
- 3.- Prozesuen sintesirako simulazioa. Sarrera. Prozesu simulatzailearen egitura. Emaitza-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, tenperatura, 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 kalezio 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 sartzeko.
- 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 mintzeko zelulak. Produktuak eta aplikazioak.
- 16.- Azido sulfurikoa. Lehengaiak. Errekuntzako, katalisako 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. Oinarritzko 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;
  - Bideo-aurrezpenak 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 |     |    |    |     |
| Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a | 75 | 24 | 26 |    | 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 % 55
- Talde lanak (arazoen ebazpenak, proiektuen diseinuak) % 45

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

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

### AZTERKETAK (40 - 60%)

Bakarka.

Bi azterketa partzial gainditu behar dira, gutxieneko 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 ebaluazio-frogan (ekaina).

### LANAK, BAKARKA EDOTA TALDEKA. (40 - 60%)

Lehenengo partzialeko ikasketa prozesua industria kimikako diseinu prozesuan oinarritzen da. Proiektua taldeka garatzen da eta mugari partzialak eta azken txostena entregatu behar dira. Proiektua gainditzeko gutxieneko kalifikazioa lortu behar da, 5, alegia. Gainditzen ez dutenek ekaineko deialdian bigarren aukera izango lukete.

Bigarren partzian industria kimiko desberdinen inguruko kasu praktikoak/problema ebatziko dira indibidualki edota taldeka, non oinarritzko diseinuzko irizpideak eta lehengaien dosifikazioa kontuan hartuko diren. Bestetik, industria kimiko desberdinak aztertuko dira taldeka, industri-mailan ezarritako diseinu eta operazio-irizpideak aintzat hartuta.

### ASISTENTZIA

Lehendabiziko partzian, klasea asistentzia derrigorrezkoa da talde-lanean jarduteko. Horaz, asistentzia minimoa %80eko izan beha du etengabeko ebaluazioan parte hartzeko. Baldintza hau ez bada bestetzen, automatikoki azken ebaluazioa pasatuko da.

#### OHARRA: ETENGABEKO EBALUAZIOARI UKO EGIN.

Ikasleek eskubidea izango dute azken ebaluazio bidez ebaluatutako izateko, etengabeko ebaluazioan parte hartu zein ez hartu. Eskubide hori baliatzeko, ikasleak etengabeko ebaluazioari uko egiten diola jasotzen duen idatzi bat aurkeztu beharko dio irakasgaiaren ardura duen irakasleari eta, horretarako, bederatzi asteko epea izango du lauhilekoko irakasgaiaren kasuan edo 18 astekoa urteko irakasgaiarean, ikastegiko eskola egutegian zehaztutakoarekin bat lauhilekoa edo ikasturtea hasten denetik kontatzen hasita (8.3 art UPV/EHUko Ikasleen Ebaluaziorako Arautegia).

Azken ebaluazioak aukera ematen du proba baten bitartez ebaluatzeko ikaskuntzaren emaitzak. Proba hori irakasgaiaren ebaluazio orokorra egiteko azterketa edo jardura batek edo gehiagok (lanak, proiektua, bakarka edo indibidualki) osatuko dute eta azterketa aldi ofizialean egingo da. (8.2b art).

#### OHARRAK: EBALUAZIOARI UKO EGIN:

Deialdiari uko egiten dioten ikasleek «aurkezteke» kalifikazioa jasoko dute (12.1 art)

Etengabeko ebaluazioaren kasuan, azken probaren pisua bada irakasgaiko kalifikazioaren % 40

Etengabeko ebaluazioaren kasuan, azterketa partzial bakoitzaren pisua irakasgaiko kalifikazioaren % 40 baino txikiagoa denez, 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 (12.2 art.)

Azken ebaluazioaren kasuan, azterketa egun ofizialean egin beharreko proba ez aurkezte hutsak ekarriko du automatikoki kasuan kasuko deialdiari uko egitea (12.3 art.).

#### ZUZENTASUN AKADEMIKOA, ZINTZOTASUNA eta JARRERA ETIKOA

Irakasgai hau ebaluatzeko proba eta jardueren ardatz izango dira UPV/EHUren araudian xedatzen diren printzipioak: zuzentasun akademikoa, zintzotasuna eta jarrera etikoa. Ikasleak onartzen eta gogoratzen du unibertsitatean matrikula egin zuenean Zintzotasunez eta portaera etikoz jokatzeko konpromiso adierazpena izenpetu zuela eta, haren bidez, hitzeman zuela plagiorik edo bestelako iruzur akademikorik ez zuela egingo, ezta ebaluazio probetan eta lanetan baimenduta ez dagoen objektu eta gailu teknologikorik erabiliko ere. Adimen artifizialeko tresnak barne, halakorik berariaz baimenduta ez dagoenean. Betebehar horiek urratzeak ondorio akademiko eta diziplinazkoak izan ditzake, unibertsitatean indarrean dagoen araudian xedatutakoaren arabera.

#### EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

AZTERKETAK (40 -60%)

LANAK, BAKARKA EDOTA TALDEKA. (40-60%)

#### ZUZENTASUN AKADEMIKOA, ZINTZOTASUNA eta JARRERA ETIKOA

Irakasgai hau ebaluatzeko proba eta jardueren ardatz izango dira UPV/EHUren araudian xedatzen diren printzipioak: zuzentasun akademikoa, zintzotasuna eta jarrera etikoa. Ikasleak onartzen eta gogoratzen du unibertsitatean matrikula egin zuenean Zintzotasunez eta portaera etikoz jokatzeko konpromiso adierazpena izenpetu zuela eta, haren bidez, hitzeman zuela plagiorik edo bestelako iruzur akademikorik ez zuela egingo, ezta ebaluazio probetan eta lanetan baimenduta ez dagoen objektu eta gailu teknologikorik erabiliko ere. Adimen artifizialeko tresnak barne, halakorik berariaz baimenduta ez dagoenean. Betebehar horiek urratzeak ondorio akademiko eta diziplinazkoak izan ditzake, unibertsitatean indarrean dagoen araudian xedatutakoaren arabera.

#### NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

PRO/II Prozesu-simulagailua.

eGELA plataforman ikaste-material erabilgarria.

## BIBLIOGRAFÍA

### Oinarrizko bibliografia

"Product & Process design principles: Synthesis, analysis and evaluation", 3ª 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", 3ª 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", 2ª edición. Reverté. Barcelona (1999).  
Stocchi, E.; "Industrial Chemistry". Volumen 1. Inorgánica. Ellis Horwood, London, (1990).  
"Product Design and Development", 4ª ed.  
Ulrich, K.T., Eppinger, S.D., McGraw-Hill International Edition(2008).  
"Survey of Industrial Chemistry". 3ª ed.  
Chenier P. J., Kluwer Academic. New York (2002).  
"An introduction to Industrial Chemistry"  
Heaton, C.A.(ed), Blackie Academic & Professional (London) 2º ed. (1991)  
"Cryogenic Systems". 2ª 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.  
Sinnot, 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.,  
Weissmehl 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