

**RTU studiju kurss "Ķīmiskie reaktori un reakciju inženierija"**

32000 Dabaszinātņu un tehnoloģiju fakultāte

**Vispārējā informācija**

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kods                                                | ĶVT770                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Nosaukums                                           | Ķīmiskie reaktori un reakciju inženierija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Studiju kursa statuss programmā                     | Obligātais/Ierobežotās izvēles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Atbildīgais mācītspēks                              | Olita Medne - Doktors, Docents                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Apjoms daļās un kredītpunktos                       | 1 daļa, 4.5 kredītpunkti                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Studiju kursa īstenošanas valodas                   | LV, EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Anotācija                                           | Studiju kurss orientēts uz teorētisko un praktisko zināšanu apgušanu par ķīmiskajiem reaktoriem un to aprēķiniem. Studējošais iegūst zināšanas par reaktoru veidiem, kinētikas analīzes piemērošanu reaktoru aprēķiniem, konstrukcijas risinājumiem un parametriem, kas nepieciešami ķīmiskā procesa raksturošanai un analīzei.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs | Studiju kursa mērķis ir sniegt teorētiskās zināšanas un profesionālu kompetenci par ķīmiskajiem reaktoriem un to nepieciešamajiem aprēķiniem reaktoru izvēlē.<br>Studiju kursa uzdevumi ir attīstīt profesionālas prasmes un iemaņas ķīmisko reaktoru aprēķinu veikšanai, nepieciešamo periodiskas un nepārtrauktas darbības reaktoru tehnoloģisko aprēķinu veikšanai, kā arī ķīmisko reaktoru salīdzinoša izvērtējuma un izvēles veikšanai atbilstošu ķīmisko procesu norisei.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi     | Dažādu reaktoru veidu (periodiskas darbības, nepārtrauktas darbības (ideālas izspiešanas, ideālas sajaušanas)) aprēķini, kas ietver: reakcijas nepieciešamā laika noteikšanu, reaktora tilpuma aprēķinu, koncentrācijas aprēķinus produktiem un izejvielām, utt., kā arī reaktoru salīdzināšanu.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Literatūra                                          | Obligātā/Obligatory:<br>1. J. Lemba. Ķīmisko reakciju inženierija, Rīga: RTU, 2006.<br>2. H. S. Fogler. Elements of Chemical Reaction Engineering 5th Ed., PTR, 2016.<br>3. G. W. Roberts. Chemical Reactions and Chemical Reactors, JW&S, 2009.<br>4. T. O. Salmi. Chemical Reaction Engineering and Reactor Technology, CRC Press, 2009.<br>5. J. Lemba. Ķīmiskie procesi un reaktori, Rīga: RTU, 1999.<br>6. I. Dreijers, P. Vītols. Ķīmijas tehnoloģijas procesu teorijas pamati, Rīga: Zvaigzne, 1990.<br>7. G.F.Froment, K.B.Bischoff, J.D.Wilde, Chemical Reactor and Design, 3rd Edition, 2010, Wiley, 912 p.<br>Papildu/Additional:<br>1. N. P. Chohey. Handbook of Chemical Engineering Calculations, McGraw-Hill, 2003.<br>2. A. K. Coker. Modeling of Chemical Kinetics and Reactor Design, GPP, 2001.<br>3. R.E.Hayes, J.P.Mmbaga, Introduction to Chemical Reactor Analysis, 2012, CRC Press, 564 p. |
| Nepieciešamās priekšzināšanas                       | Matemātika, fizikālā ķīmija.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

**Studiju kursa saturs**

| Saturs                                                                                                                                                                                          | Pilna un nepilna laika klātienes studijas |                | Nepilna laika neklātienes studijas |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|
|                                                                                                                                                                                                 | Kontakt stundas                           | Patstāv. darbs | Kontakt stundas                    | Patstāv. darbs |
| Kas ir ķīmisko reakciju inženierija, ko tā pēta. Reaktoru klasifikācija. Darbības princips. Piemēri.                                                                                            | 2                                         | 2              | 0                                  | 0              |
| Ideālo reaktoru materiālās bilances – aprēķinu sakarības. Vispārīgā materiālā bilance. Periodiskas darbības ideālas sajaušanas reaktoram. Nepārtrauktas darbības ideālas sajaušanas reaktoram.  | 2                                         | 2              | 0                                  | 0              |
| Ķīmisko rūpniecisko procesu kinētikas pamati. Ķīmiskās reakcijas ātrums, Darbīgo masu likums, Reakcijas ātruma konstante, Aktivācijas enerģija, Gībsa – Helmholtza vienādojums, Entropija, utt. | 2                                         | 2              | 0                                  | 0              |
| Analīze un kinētisko datu korelācija – ideālo reaktoru eksperimentālo datu apstrāde; diferenciālā metode, integrālā metode.                                                                     | 2                                         | 2              | 0                                  | 0              |
| Ķīmisko procesu klasifikācija. Ķīmisko procesu raksturojošie lielumi – selektivitāte, iznākums, konversijas pakāpe.                                                                             | 2                                         | 2              | 0                                  | 0              |
| Reaktoru pamatvienādojumi: Konversija un reaktoru izmēru noteikšana; Grafiskā interpretācija. Ideālo reaktoru salīdzinājums (vienkāršo un salikto reakciju gadījumā).                           | 2                                         | 2              | 0                                  | 0              |
| Reaktoru kaskādes: Nepieciešamā reaktoru skaita aprēķināšana. Saslēgti virknē – ISR, IIR, jaukti. Reaktori saslēgti paralēli – ISR un IIR. Aprēķinu sakarības.                                  | 2                                         | 2              | 0                                  | 0              |
| Stehiometrija. Periodiskas darbības reaktoram. Nepārtrauktas darbības reaktoriem. (Šķidrai fāzei. Gāzes fāzei).                                                                                 | 2                                         | 2              | 0                                  | 0              |
| Izotermiska reaktora aprēķini – algoritms. Periodiskas darbības ideālas sajaušanas reaktoram (Konstanta tilpuma sistēmas. Mainīga tilpuma sistēmas).                                            | 2                                         | 2              | 0                                  | 0              |
| Spiediena kritums reaktorā: Ergunda vienādojums.                                                                                                                                                | 2                                         | 2              | 0                                  | 0              |
| Membrānu reaktors un pusperiodiskas darbības reaktors – aprēķinu metodes.                                                                                                                       | 2                                         | 2              | 0                                  | 0              |
| Saliktas reakcijas. Molāro plūsmas ātrumu bilances algoritms.                                                                                                                                   | 2                                         | 2              | 0                                  | 0              |
| Enerģijas bilance reaktoru izmēru noteikšanā un analīzē. Reaktori ar dažādu siltuma režīmu – aprēķinu metodes (Periodiskas darbības reaktors un nepārtrauktas darbības reaktori).               | 2                                         | 2              | 0                                  | 0              |
| Neideāli reaktori. Vidējais uzturēšanās laiks reaktorā, tā sadalījuma funkcijas.                                                                                                                | 2                                         | 2              | 0                                  | 0              |

|                                                                                                                                               |    |    |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|---|---|
| Heterogēni nekatalītiski procesi un reaktori. Kvazihomogēnais modelis. Neizreaģējušā kodola modelis. Rūpniecisko procesu piemēri.             | 2  | 2  | 0 | 0 |
| Praktiskās nodarbības – dažādu reaktoru aprēķinu piemēri. Periodiskas darbības reaktors. Nepārtrauktas darbības reaktori. Savienoti reaktori. | 16 | 16 | 0 | 0 |
| Praktiskais darbs – Rēķināšana Matlab programmatūrā.                                                                                          | 2  | 2  | 0 | 0 |
| Konsultācija pirms eksāmena.                                                                                                                  | 8  | 8  | 0 | 0 |
| Eksāmens.                                                                                                                                     | 4  | 4  | 0 | 0 |
| Kopā:                                                                                                                                         | 60 | 60 | 0 | 0 |

#### ***Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana***

| Sasniedzamie studiju rezultāti                                                                                                                             | Rezultātu vērtēšanas metodes                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Spēj analizēt atsevišķu reaktoru konstrukciju piemērotību procesam, novērtēt un vispusīgi izvērst jautājumus par dažādu procesu reaktoriem.                | Vērtēšanas veidi un kritēriji: eksāmens, mājas darbi, praktiskie darbi.<br>Kritēriji: spēj teorētiski pamatot piemērotākos reaktorus dažādiem ķīmiskajiem procesiem.            |
| Spēj veikt aprēķinus, kas saistīti ar reaktoru konstrukcijām un tajās notiekošajiem procesiem: periodiskas darbības vai nepārtrauktas darbības reaktoriem. | Vērtēšanas veidi un kritēriji: eksāmens, mājas darbi, praktiskie darbi.<br>Kritēriji: spēj aprēķināt un prot pielietot dažādu reaktoru matemātiskās sakarības.                  |
| Spēj veikt aprēķinus, kas saistīti ar individuālo un savienoto reaktoru lielumiem: konversijas pakāpe, selektivitāte, iznākums u.c.                        | Vērtēšanas veidi un kritēriji: eksāmens, mājas darbi, praktiskie darbi.<br>Kritēriji: spēj aprēķināt konkrēto lielumu pēc nepieciešamības.                                      |
| Izprot dažādu reaktoru konstrukcijas un to darbības principus.                                                                                             | Vērtēšanas veidi un kritēriji: eksāmens, mājas darbi, praktiskie darbi.<br>Kritēriji: spēj teorētiski pamatot un aprēķināt dažādus reaktorus piemērotiem ķīmiskajiem procesiem. |

#### ***Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji***

| Kritērijs          | % no kopējā vērtējuma |
|--------------------|-----------------------|
| Mājas darbi        | 20                    |
| Praktiskie darbi   | 30                    |
| Eksāmena vērtējums | 50                    |
| Kopā:              | 100                   |

#### ***Studiju kursa plānojums***

| Daļa | KP  | Stundas  |          |         | Pārbaudījumi |        |       |
|------|-----|----------|----------|---------|--------------|--------|-------|
|      |     | Lekcijas | Prakt d. | Laborat | Ieskaite     | Eksām. | Darbs |
| 1.   | 4.5 | 1.0      | 2.0      | 0.0     |              | *      |       |