

RTU studiju kurss "Ķīmijas tehnoloģijas pamatprocesi un aparāti"

32000 Dabaszinātņu un tehnoloģiju fakultāte

Vispārējā informācija

| | |
|---|--|
| Kods | ĶVT760 |
| Nosaukums | Ķīmijas tehnoloģijas pamatprocesi un aparāti |
| Studiju kursa statuss programmā | Obligātais/Ierobežotās izvēles |
| Atbildīgais mācībspēks | Jurijs Ozoliņš - Doktors, Profesors |
| Mācībspēks | Agnese Stunda-Zujeva - Doktors, Docents |
| Apjoms daļās un kredītpunktos | 2 daļas, 18.0 kredītpunkti |
| Studiju kursa īstenošanas valodas | LV, EN |
| Anotācija | Ķīmijas tehnoloģijas procesi un aparāti ir patstāvīga starpdisciplināra inženierzinātne, kas nodarbojas ar visiem procesiem, kuru rezultātā vielas maina savu stāvokli, atrašanās vietu, sastāvu vai īpašības. Studiju kursa ievadā tiek aplūkota ķīmijas tehnoloģijas procesu klasifikācija, procesu analīzes un aprēķinu pamatprincipi, dots ieskats līdzības teorijā. Studiju kursā tiek apskatīti hidromehāniskie procesi, hidrauliskās mašīnas, nevienbīdīgās gāzveida un šķidrās sistēmas, to atdalīšanas metodes, kā arī siltuma apmaiņas procesi, mehāniskie procesi, masas apmaiņas procesi, masas apmaiņas aparātu aprēķinu pamatprincipi. |
| Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs | Studiju kursa mērķis ir sniegt pamatzināšanas par hidromehāniskiem, siltuma un masas apmaiņas procesiem ķīmijas tehnoloģijā. Studiju kursa uzdevumi ir: 1. Attīstīt studentu prasmes un kompetences dažādu procesu un aparātu analīzē. 2. Iepazīstināt ar aparātu un iekārtu konstrukciju aprēķinu principu un metožu pamatiem. 3. Attīstīt prasmes šo metožu pielietošanai konkrētu tehnoloģisko procesu un iekārtu projektēšanā un realizācijā. |
| Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi | Patstāvīgas literatūras studijas, sagatavošanās laboratorijas darbiem, praktiskajām nodarbībām un kolokvijiem, izmantojot lekcijās un patstāvīgi iegūtās zināšanas. Laboratorijas darbu rezultātu apstrāde un analīze, darbu protokolu noformēšana. Praktiskajās nodarbībās uzdoto mājas darbu izpilde. Patstāvīgā darba rezultātā studentiem jāsatavojas diskusijai par teorētiskiem lekciju kursa jautājumiem kolokviju laikā. |
| Literatūra | Obligātā/Obligatory: 1. L. Osipovs. Ķīmijas tehnoloģijas pamatprocesi un aparāti, Rīga: Zvaigzne, 1991, 680 lpp. (RTU bibliotēka). 2. J. Ozoliņš, A. Stunda-Zujeva, A. Bušs. Praktikum. Ķīmijas tehnoloģijas procesi un aparāti. Hidromehāniskie procesi, Rīga: RTU Izdevniecība, 2019, 104 lpp. 3. W. McCabe, J. Smith, P. Harriott. Unit Operations of Chemical Engineering, 7th Edition, McGraw-Hill Int. Education, 2005, 1140 pp. (RTU bibliotēka). 4. J. M. Coulson, J. F. Richardson. Chemical Engineering, 6th ed. Oxford, Boston Butterworth-Heinemann, Vol.1, 2011, 895 pp. (RTU bibliotēka). 5. Soares, Claire. Process Engineering Equipment Handbook, New York [etc.]: McGraw-Hill, 2002, 1492 pp. 6. Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Frank P. Incropera [et al.]. Hoboken, N.J.: Wiley, 2007, 997 pp. Papildu/Additional: 1. Perry's Chemical Engineer's Handbook, Edited by Don W. Green, Robert H. Perry 8th ed. New York: Mc Graw-Hill, Vol.1, 2008, 2400 pp. (RTU bibliotēka). 2. К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии – 10-е перераб. и доп. Изд.: Химия, 1987, 576 с. (RTU bibliotēka). 3. J. Ozoliņš. Siltuma apmaiņas procesi ķīmijas tehnoloģijā: Mācību līdzeklis, Rīga, RTU Izdevniecība, 2013, 198 lpp. (RTU bibliotēka). 4. K. Schwister, V. Leven. Verfahrenstechnik für Ingenieure: Lehr und Übungsbuch. 2., Aktualisierte Auflage. Fachbuchverlag Leipzig, 2014, 389 s. (RTU bibliotēka). 5. Ю. И. Дытнерский. Процессы и аппараты химической технологии. Учебник для вузов. Изд. 3-е. В 2-х кн.: Часть 1. Москва: Химия, 2002, 400 с., Часть 2. Москва: Химия, 2002, 368 с. (RTU bibliotēka). 6. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. В 2-х книгах. Под ред. В. Г. Айнштейна, Кн.1 Москва: Университетская книга; Логос, 2006, 912 с., Кн.2 Москва: Университетская книга; Логос, 2006, 872 с. (RTU bibliotēka). |
| Nepieciešamās priekšzināšanas | Zināšanas fizikā, matemātikā, inženiergrafikas pamatos. |

Studiju kursa saturs

| Saturs | Pilna un nepilna laika klātienes studijas | | Nepilna laika neklātienes studijas | |
|--|---|----------------|------------------------------------|----------------|
| | Kontakt stundas | Patstāv. darbs | Kontakt stundas | Patstāv. darbs |
| Ķīmiskās tehnoloģijas pamatprocesi, to klasifikācija. Procesu analīzes un aprēķinu pamatprincipi. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Ievads līdzības teorijā. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Hidromehāniskie procesi, Eilera diferenciālvienādojums hidrostatikai hidrostatikas pamatvienādojums, praktiskais pielietojums. | 4 | 4 | 0 | 0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Plūsmas patēriņa vienādojums, plūsmas nepārtrauktības vienādojums, ekvivalentais diametrs, plūsmas režīmi. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Eilera diferenciālvienādojums hidrodinamikai, Bernulli vienādojums, hidrauliskās pretestības, hidrauliskā augstuma zudumi. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Šķidruma izteces parādība, divfāžu plūsmu hidrodinamika, suspendēts graudains slānis, gāzu barbotāža. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Šķidrumu pārvietošana, sūkņi. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Gāzu saspiešana un pārvietošana, ventilatori, kompresori. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Nevienādīgu gāzveida sistēmu sadalīšana: nostādinātāji, filtri, centrifūgas. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Nevienādīgu šķidru sistēmu sadalīšana: nostādinātāji, filtri, centrifūgas. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Siltuma apmaiņas procesi, siltuma vadīšana, siltuma vadītspējas koeficients, Furjē siltuma vadīšanas diferenciālvienādojums. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Siltuma atdeve konvekcijā, siltuma vadīšanas koeficients, tā noteikšana. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Siltuma starošana, siltuma apmaiņa starojot, siltuma starošana gāzēs. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Siltuma pārejas procesi, vidējās temperatūras starpības noteikšana. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Sildīšana, dzesēšana, tvaiku kondensācija, siltuma apmaiņas aparāti. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Praktiskās nodarbības. Ievadkontroles tests. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Praktiskās nodarbības. Mērvienību sistēma, hidrostatikas pamatvienādojums. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Praktiskās nodarbības. Hidrostatikas pamatvienādojuma praktiska pielietojuma piemēri. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Praktiskās nodarbības. Hidrodinamika, plūsmas ražība, ātrums, plūsmas nepārtrauktība, ekvivalentais diametrs, plūsmas raksturs. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Praktiskās nodarbības. Plūsmas enerģētiskā bilance, Bernulli vienādojums. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Praktiskās nodarbības. Hidrauliskās pretestības: berzes pretestības, vietējās pretestības. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Praktiskās nodarbības. Hidrauliskā augstuma noteikšana, šķidruma izteces parādības. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Ieskautes pārbaudes darbs. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs. Ievadnodarbība: darba organizācija laboratorijā, darbs ar iekārtām un aprīkojumu, darba drošības instrukcija, darbu grafika sastādīšana. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs. Šķidruma kustības režīms caurulē. Šķidruma iztece. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs. Hidraulisko pretestību noteikšana cauruļvados. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs. Šķidruma maisītājs. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| I kolokvija kārtošana. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs. Centrālās sūkņi. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs. Verdošais slānis. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Noslēguma nodarbība, II kolokvija kārtošana, laboratorijas darbu protokolu aizstāvēšana. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Mehāniskie procesi, cietu materiālu smalcināšana, smalcināšanas teorētiskie pamati. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Smalcinātāju klasifikācija, smalcinātāju uzbūve un darbības princips. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Ietvaices procesi, ietvaices aparātu uzbūve un darbības princips, vienkopus ietvaices iekārta. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Ietvaices aparāta aprēķina principi, temperatūras zudumi ietvaices aparātos. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Vairākpakāpju ietvaices iekārta, aprēķina principi, primārā tvaika ekonomijas metodes – ietvaice ar siltuma sūkni. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Materiālu žāvēšana, žāvēšanas procesa statika, materiāla mitrums, līdzsvars žāvēšanas procesos. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Gaisa stāvokļa diagramma H-x, žāvēšanas procesa materiālā bilance, siltuma bilance, teorētiskā žāvētava, žāvēšanas process H-x diagrammā. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Reāla žāvēšanas procesa atainojums H-x diagrammā, žāvētavas tehnoloģiskais aprēķins, konvektīvās žāvēšanas procesa organizācijas veidi, žāvēšanas procesa kinētika. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Konvektīvo žāvētavu uzbūve darbības princips, speciālie žāvēšanas veidi. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Šķīdumu pārtvaice, līdzsvars sistēmā tvaiks – šķidrums, vienkāršā destilācija, vienkāršās destilācijas vienādojums, destilācija ar ūdens tvaiku. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Šķīdumu maisījumu sadalīšana rektifikācijas procesā, rektifikācijas iekārtas uzbūve, šķīdumu konstrukcijas. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Rektifikācijas procesa darba taisne, procesa attēlojums y-x diagrammā flegmas skaitlis, tā noteikšana un optimizācija, šķīdumu skaita noteikšana kolonā. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Speciālās pārtvaices metodes. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Sorbcijas procesi, gāzu šķīdība, absorbcijas procesa materiālā bilance, absorberu konstrukcijas, adsorbcijas kolonas ar pildījumu, mehāniskie absorberi. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Adsorbcijas procesi, adsorbentu raksturojums, slāņa aiztures laiks, adsorbcijas iekārtu uzbūve un darbības princips. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Ekstrakcijas procesi, šķīduma ekstrakcija, ekstrakcijas attēlojums trīsstūra diagrammā, ekstraktoru uzbūve un darbība. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Cietu vielu ekstrakcija, ekstrahenta izvēle, ekstraktoru uzbūve un darbība. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Praktiskās nodarbības. Ievadnodarbība, siltuma apmaiņas procesi. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Praktiskās nodarbības. Siltuma plūsmas aprēķini plakanā un daudzkārtainā sienā, siltuma zudumu noteikšana, siltuma izolācija aprēķins. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Praktiskās nodarbības. Siltuma atdeves procesu analīze, siltuma atdeves koeficienta aprēķināšana izmantojot līdzības kritēriālos. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Praktiskās nodarbības. Siltuma pārnese procesi, siltumtehnikas aprēķini, nepieciešamās sildvirsmas noteikšana, tvaika patēriņa noteikšana. | 4 | 4 | 0 | 0 |

| | | | | |
|---|------------|------------|----------|----------|
| Ieskaites, pārbaudes darbi. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbi. Ievadnodarbība: darba organizācija laboratorijā, darbs ar iekārtām un aprīkojumu, darba drošības instruktaža, darbu grafika sastādīšana. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs. Brīvā un piespiedu konvekcija. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs. Siltummainis. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs. Ūdens dzeses tornis. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| III kolokvija kārtošana. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs. Konvekcijas žāvētava. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs. Periodiskā rektifikācija. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Noslēguma nodarbība, IV kolokvija kārtošana, laboratorijas darbu protokolu aizstāvēšana. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Konsultācijas pirms eksāmeniem. | 24 | 24 | 0 | 0 |
| Eksāmeni. | 24 | 24 | 0 | 0 |
| Kopā: | 240 | 240 | 0 | 0 |

Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

| Sasniedzamie studiju rezultāti | Rezultātu vērtēšanas metodes |
|--|--|
| Spēj veikt tehnoloģisko cauruļvadu aprēķinus: noteikt plūsmas ātrumu, ražību, plūsmas raksturu, novērtēt un aprēķināt hidrauliskās pretestības, nepieciešamo hidraulisko augstumu. | Vērtēšanas veidi: laboratorijas darbi, praktiskie darbi, eksāmens. Kritēriji: var praktiski noteikt un analizēt cauruļvadu elementu hidrauliskās pretestības, aprēķināt plūsmas parametrus. |
| Pārzina hidraulisko mašīnu uzbūvi un darbības principus, spēj aprēķināt un izvēlēties pēc katalogiem tehnoloģiskajam procesam neieciešamos ventilatorus, sūkņus. | Vērtēšanas veidi: laboratorijas darbi, eksāmens. Kritēriji: spēj aprēķināt sūkņu, ventilatoru parametrus un tos izvēlēties. |
| Pārzina dažādu neviendabīgo sistēmu sadalīšanas metodes, atkarībā no disperso daļiņu lieluma. | Vērtēšanas veidi: laboratorijas darbi, eksāmens. Kritēriji: spēj pamatot izvēlēto metodi, spēj izvērtēt un piemērot labāko atdalīšanas metodi. |
| Spēj orientēties siltumapmaiņas procesos: sildīšana, dzesēšana, kondensācija. Pārzina dažādu siltummaiņu uzbūvi, aprēķinu un darbības principus. Spēj apkopot, klasificēt un izvērtēt dažādus siltuma apmaiņas procesus un iekārtas. | Vērtēšanas veidi: laboratorijas darbi, eksāmens. Kritēriji: spēj pamatot siltuma apmaiņas procesu intensifikācijas un/vai samazināšanas tehnoloģiskos paņēmienus. |
| Spēj orientēties un analizēt ķīmiskās tehnoloģijas pamatprocesus. Spēj analizēt tehnoloģisko procesu norisi. | Vērtēšanas veidi: laboratorijas darbi, eksāmens. Kritēriji: spēj novērtēt procesa piemērojamību tehnoloģiskās problēmas risināšanai. |
| Pārzina masas apmaiņas procesu teoriju: molekulārās un konvektīvās difūzijas procesus, masas apmaiņas aparātu aprēķinu principus. Spēj analizēt masas apmaiņas procesus, izvērtēt difūzijas parādību norisi. | Vērtēšanas veidi: laboratorijas darbi, eksāmens. Kritēriji: spēj paskaidrot procesa norises teorētiskos pamatus. |
| Spēj veikt atsevišķu aparātu tehnoloģisko aprēķinu: sastādīt materiālo un siltuma bilanci, noteikt galvenos iekārtu raksturojošos izmērus. | Vērtēšanas veidi: laboratorijas darbi, eksāmens. Kritēriji: spēj novērtēt iegūtos rezultātus, enerģijas un materiālu patēriņus, iekārtu raksturojošos parametrus. |
| Pārzina ķīmiskās tehnoloģijas aparātu uzbūvi, spēj izskaidrot to darbības principus. Spēj pamatot noteiktu aparātu izvēli, salīdzināt to darbības efektivitāti. | Vērtēšanas veidi: laboratorijas darbi, eksāmens. Kritēriji: spēj salīdzināt savā starpā procesā izmantojamās tipveida iekārtas, pamatot izvēlēto. |

Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji

| Kritērijs | % no kopējā vērtējuma |
|---------------------|-----------------------|
| Praktiskie darbi | 20 |
| Laboratorijas darbi | 30 |
| Eksāmeni | 50 |
| Kopā: | 100 |

Studiju kursa plānojums

| Daļa | KP | Stundas | | | Pārbauījumi | | |
|------|-----|----------|----------|---------|-------------|--------|-------|
| | | Lekcijas | Prakt d. | Laborat | Ieskaite | Eksām. | Darbs |
| 1. | 9.0 | 3.0 | 1.0 | 2.0 | | * | |
| 2. | 9.0 | 3.0 | 1.0 | 2.0 | | * | |