

**RTU studiju kurss "Instrumentālā analītiskā ķīmija"****32000 Dabaszinātņu un tehnoloģiju fakultāte****Vispārējā informācija**

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kods                                                | DA8109                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Nosaukums                                           | Instrumentālā analītiskā ķīmija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Studiju kursa statuss programmā                     | Obligātais/Ierobežotās izvēles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Atbildīgais mācītbspēks                             | Kristaps Kļaviņš - Doktors, Vadošais pētnieks                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Apjoms daļās un kredītpunktos                       | 1 daļa, 8.0 kredītpunkti                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Studiju kursa īstenošanas valodas                   | LV, EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Anotācija                                           | <p>Studiju kursa ietvaros studenti iegūs padziļinātas zināšanas instrumentālās analītiskās ķīmijas jomā, īpašu uzmanību veltot mūsdienu metodēm, kas izmantojamās ķīmisko vielu kvalitatīvai un kvantitatīvai analīzei. Tiks aplūkotas gan klasiskās pieejas, piemēram, titrimetrija un gravimetrija, gan modernas tehnikas – spektroskopija, hromatogrāfija, masas spektrometrija, kodolmagnētiskās rezonanses spektroskopija, skenējošā elektronu mikroskopija un rentgenstruktūranalīze.</p> <p>Studiju kursa gaitā studenti mācīsies pielietot šīs metodes laboratorijas darbā, analizēt eksperimentālos datus un izvērtēt dažādu pieeju piemērotību konkrētām situācijām. Īpaša uzmanība tiks pievērsta mērījumu nenoteiktības novērtēšanai, kalibrēšanas principiem, datu apstrādei ar digitāliem rīkiem un rezultātu vizualizācijai.</p> <p>Vienlaikus studenti attīstīs prasmes plānot un īstenot laboratorijas eksperimentus, pilnveidos spēju efektīvi komunicēt zinātniskos rezultātus un sadarboties starpdisciplinārās, multikulturālās komandās. Studiju kurss veicina profesionālo kompetenču izaugsmi, ietverot ētisku rīcību, ilgtspējīgas laboratorijas prakses ieviešanu un nepārtrauktu profesionālo pilnveidi, tādējādi sagatavojot studentus darbam pētniecībā, diagnostikā, rūpniecībā un vides monitoringa jomā.</p>                                         |
| Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs | <p>Studiju kursa mērķis ir sniegt studentiem zināšanas un prasmes par mūsdienu instrumentālās analītiskās ķīmijas pieejām, attīstīt spēju pamatoti izvēlēties metodes kvalitatīvai un kvantitatīvai analīzei, kā arī veicināt profesionālu rezultātu interpretāciju, patstāvību, zinātnisko domāšanu un atbildīgu laboratorijas praksi.</p> <p>Studiju kursa uzdevumi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nodrošināt studentiem izpratni par visu analītisko procesu – no paraugu ņemšanas un kalibrēšanas līdz rezultātu interpretācijai, validācijai un kļūdu analīzei;</li> <li>- mācīt pielietot klasiskās un mūsdienu instrumentālās analīzes metodes, kā arī attīstīt prasmes izvērtēt to priekšrocības un piemērotību dažādām analītiskām situācijām;</li> <li>- attīstīt studentu spējas plānot, veikt un dokumentēt laboratorijas eksperimentus, analizēt iegūtos datus, izmantot statistiskās metodes un efektīvi sadarboties starpdisciplinārās komandās;</li> <li>- veicināt profesionālo kompetenču izaugsmi, akcentējot ētisku un ilgtspējīgu laboratorijas praksi, kā arī motivēt studentus nepārtrauktai profesionālajai attīstībai analītiskās ķīmijas jomā.</li> </ul>                                                                                                                                                                                   |
| Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darbs ar obligāto literatūru un ieteicamajām mācību grāmatām, lai padziļinātu teorētisko izpratni un sasaistītu lekcijās iegūtās zināšanas ar aktuālajiem zinātnes sasniegumiem.</li> <li>• Praktisku aprēķinu uzdevumu risināšana analītiskās ķīmijas kontekstā, tostarp stehiometrijas, koncentrācijas aprēķinu un metožu validācijas piemēri.</li> <li>• Eksperimentālo datu analīze, izmantojot Excel un atbilstošās statistiskās metodes, piemēram, regresijas analīzi, standartnovirzi un uzticamības intervālus.</li> <li>• Sagatavošanās laboratorijas nodarbībām, pārskatot eksperimentālās procedūras, drošības vadlīnijas un iekārtu darbības principus.</li> <li>• Laboratorijas rezultātu izvērtēšana, strukturētu ziņojumu sagatavošana un rezultātu prezentēšana ar kritisku kļūdu, ierobežojumu un uzlabojumu analīzi.</li> <li>• Sagatavošanās kolokvijiem un noslēguma eksāmenam, risinot mērķtiecīgus uzdevumus un sistemātiski atkārtotot teorētisko materiālu.</li> <li>• Mājasdarbu izpilde, kas nostiprina zināšanas par kursa saturu un veicina analītisko metožu patstāvīgu pielietojumu.</li> <li>• Individuālu prezentāciju sagatavošana par aktuālām tēmām analītiskajā ķīmijā, balstoties uz jaunākajām recenzētajām publikācijām, lai attīstītu zinātniskās komunikācijas un informācijas prasmes.</li> </ul> |
| Literatūra                                          | <p>Obligātā. / Obligatory:</p> <p>Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., &amp; Crouch, S. R.. Fundamentals of Analytical Chemistry (10th Edition). Cengage Learning (2022)</p> <p>Skoog, D. A., Holler, F. J., &amp; Crouch, S. R.. Principles of Instrumental Analysis (7th Edition). Cengage Learning (2018)</p> <p>Papildu. / Additional:</p> <p>Fanali, S., Chankvetadze, B., Haddad, P. R., Poole, C., &amp; Riekkola, M.-L.. Liquid Chromatography: Fundamentals and Instrumentation (3rd Edition). Elsevier (2023)</p> <p>Goldstein, J. I., et al.. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis (4th Edition) Springer (2018)</p> <p>B. D. Cullity, S. R. Stock.. Elements of X-Ray Diffraction (3rd Edition) Pearson (2014)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Nepieciešamās priekšzināšanas                       | Pamata zināšanas vispārīgajā ķīmijā.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

**Studiju kursa saturs**

| Saturš | Pilna un nepilna laika klātienes studijas |                | Nepilna laika neklātienes studijas |                |
|--------|-------------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|
|        | Kontakt stundas                           | Patstāv. darbs | Kontakt stundas                    | Patstāv. darbs |
|        |                                           |                |                                    |                |

|                                                                                                                                                                |     |     |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|---|---|
| Ievads: Analītiskās ķīmijas principi un analītiskā procesa pārskats                                                                                            | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Koncentrācijas vienības un atšķaidīšana                                                                                                                        | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Praktiskais darbs: Atšķaidīšanas uzdevumu risināšana Excel vidē                                                                                                | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Mērījumu kļūdas un nenoteiktība                                                                                                                                | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Praktiskais darbs: Mērījumu nenoteiktības aprēķins                                                                                                             | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Statistikas pamati analītiskajā ķīmijā                                                                                                                         | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Praktiskais darbs: Statistisko aprēķinu veikšana                                                                                                               | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Daudzdimensionāla datu analīze instrumentālajā analītiskajā ķīmijā                                                                                             | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Praktiskais darbs: PCA un siltuma kartes vizualizācija analītiskajā ķīmijā                                                                                     | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Kalibrēšana un kontroles diagrammas                                                                                                                            | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs: Ievads un darba drošība. Kalibrēšanas procedūru izstrāde                                                                                  | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Ķīmiskie līdzsvāri: konstantes, jonu spēks un aktivitātes ietekme                                                                                              | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Skābju-bāzu ķīmija un pH mērīšanas metodes                                                                                                                     | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs: Buferkapacitātes un pH titrēšanas analīze                                                                                                 | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs: Potenciometriskā analīze ar jonu selektīvajiem elektrodiem                                                                                | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Komplekso savienojumu veidošanās un nogulsnešanās analītiskajā ķīmijā                                                                                          | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs: Kompleksometriskā titrēšana un nogulsnešanās analīze                                                                                      | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Gravimetriskās un tilpumanalīzes principi                                                                                                                      | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs: Kvantitatīvā jonu analīze, izmantojot gravimetriskās un kompleksometriskās metodes                                                        | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Elektroanalītiskās metodes: voltamperometrija un radniecīgās pieejas                                                                                           | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs: Voltamperometrisko metožu pielietojums elektroķīmiskajā analīzē                                                                           | 2   | 2   | 0 | 0 |
| UV–Vis spektrofotometrija: principi un analītiskās pielietojuma iespējas                                                                                       | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs: Kvantitatīvā analīze, izmantojot UV–Vis spektrofotometriju                                                                                | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs: Red-Ox reakciju kinētiskā analīze, izmantojot UV–Vis spektrofotometriju                                                                   | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Kolokvijs: Kvantitatīvās un elektroanalītiskās metodes analītiskajā ķīmijā                                                                                     | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Atomu un molekulārā spektroskopija: atomabsorbcijas spektroskopija (AAS), atomemisijas spektroskopija (AES), infrasarkanā (IR) un fluorescences spektroskopija | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs: Savienojumu identifikācija, izmantojot IR un fluorescences spektrometriju                                                                 | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Kodolmagnētiskās rezonanses (KMR) spektroskopija: pamati un strukturālā analīze                                                                                | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Praktiskais darbs: KMR spektru interpretācija un savienojumu identifikācija                                                                                    | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Skenējošās elektronu mikroskopijas (SEM) principi un pielietojumi                                                                                              | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs: Elektronmikroskopijas pamati — SEM attēlu interpretācija un paraugu raksturošana                                                          | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Analītiskās pieejas rentgendifrakcijas strukturālajai analīzei                                                                                                 | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs: Rentgendifrakcijas datu interpretācija un strukturālā raksturošana                                                                        | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Hromatogrāfijas teorija un vielu izdalīšanas metodes: gāzu hromatogrāfija (GH), šķidruma hromatogrāfija (ŠH) un kapilārā elektroforēze (CE)                    | 6   | 6   | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs: Ēterisko eļļu analīze ar gāzu hromatogrāfiju — vielu izdalīšana un sastāvdaļu profilēšana                                                 | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs: Alkoholisko dzērienu kvalitātes kontrole, izmantojot gāzu hromatogrāfiju                                                                  | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs: Kofeīna kvantitatīva noteikšana dzērienos, izmantojot augsti efektīvo šķidruma hromatogrāfiju (AEŠH)                                      | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Masas spektrometrija un datubāzu atbalstīta savienojumu identifikācija GH–MS un ŠH–MS sistēmās                                                                 | 4   | 4   | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs: Savienojumu identifikācija GH–MS, izmantojot NIST spektru datubāzi                                                                        | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Laboratorijas darbs: Savienojumu identifikācija, izmantojot ŠH–MS spektrālās bibliotēkas                                                                       | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Metožu validācija un salīdzinājums analītiskajā ķīmijā                                                                                                         | 4   | 4   | 0 | 0 |
| Kolokvijs: Vielu izdalīšanas instrumentālās metodes un strukturālās analīzes analītiskajā ķīmijā                                                               | 2   | 2   | 0 | 0 |
| Grupas uzdevums: Studentu prezentācijas par analītisko metožu izvēli dažādās nozares situācijās                                                                | 12  | 12  | 0 | 0 |
| Kopā:                                                                                                                                                          | 104 | 104 | 0 | 0 |

#### Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

| Sasniedzamie studiju rezultāti                                                                                                 | Rezultātu vērtēšanas metodes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Spēj izprast un skaidrot klasiskās un mūsdienu instrumentālās analītiskās ķīmijas pamatprincipus un analītiskā procesa posmus. | Pārbaudes veidi: laboratorijas darbi, kolokvijs, eksāmens.<br>Kritēriji: students skaidro metožu darbības principus un analītiskā procesa posmus.<br>Izvērtē instrumentālo analīzes metožu piemērotību dotajam uzdevumam un matricai.<br>Risina teorētiskus uzdevumus un scenārijus (bez laboratorijas darba), pamato kalibrēšanas, kļūdu un nenoteiktības aprēķinus, kā arī interpretē sniegtos datus un pamato secinājumus ar teorētiskiem argumentiem. |

|                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Spēj izvēlēties, pamatot un pielāgot piemērotākās instrumentālās analīzes metodes konkrētiem pētniecības, praktiskiem vai industriāliem uzdevumiem.                    | Pārbaudes veidi: laboratorijas darbi, praktiskie darbi.<br>Kritēriji: students pamato instrumentālās analīzes metodes izvēli, ņemot vērā matricu, koncentrāciju, precizitāti, selektivitāti, izmaksas, un drošību. Identificē alternatīvas un ierobežojumus. Pielāgo un optimizē kritiskos attiecīgās metodes parametrus. Iestata iekārtas parametrus, atbilstoši laboratorijas darba protokolam un drošības prasībām, dokumentē izmaiņas. Demonstrē rezultātu uzlabojumu pēc veiktajām korekcijām.                                           |
| Spēj novērtēt, apstrādāt un interpretēt mērījumu rezultātus, izmantojot statistikas metodes, programmatūru un datubāzes datu apstrādei un vizualizācijai.              | Pārbaudes veidi: praktiskie darbi, kolokvijs, eksāmens.<br>Kritēriji: students strukturē ievāktos datus, veic atbilstošus aprēķinus un statistisko izvērtējumu. Izmanto atbilstošo programmatūru datu apstrādei, vizualizācijai un rezultātu prezentēšanai. Pārbauda iegūto rezultātu ticamību, norādot pieņēmumus un nenoteiktību. Salīdzina un saskaņo iegūto informāciju ar citiem uzticamiem avotiem/datubāzēm.                                                                                                                           |
| Prot sagatavot strukturētus laboratorijas ziņojumus, kuros iekļauti mērķi, metodes, dati, analīze un secinājumi, kā arī spēj nodrošināt izsekojamību ar dokumentāciju. | Pārbaudes veidi: grupu darbs un prezentācija, laboratorijas darbi, praktiskie darbi.<br>Kritēriji: students sagatavo skaidru laboratorijas darba ziņojumu ar mērķi, metodēm, datiem, analīzi un secinājumiem. Pievieno izsekojamību nodrošinošu dokumentāciju (protokolu, iestatījumus, aprēķinus, izmantoto literatūru, datubāzes). Prezentē rezultātus loģiskā struktūrā; argumentē un pamato darba gaitā pieņemtās izvēles un iegūtos secinājumus. Efektīvi sadarbojas komandā un ievēro termiņus.                                         |
| Spēj ievērot un izprast ētikas, drošības un ilgtspējīgas prakses principus, kā arī demonstrēt profesionālu rīcību atbilstošās situācijās.                              | Pārbaudes veidi: laboratorijas darbi, grupu darbs un prezentācija, kolokvijs.<br>Kritēriji: ievēro darba drošību un risku pārvaldību, rīkojas atbilstoši ētikas un akadēmiskās godprātības prasībām (datu integritāte, korekta citēšana, atkārtojamība), darbības procesos pievērš uzmanību ietekmei uz vidi (atkritumu utilizācija) un izvēlas videi draudzīgas alternatīvas. Apsver, analizē un izvērtē veidus, kā attīstīt savas profesionālās prasmes un kompetences, sniedzot pamatotus priekšlikumus to pilnveidei praktiskajā darbībā. |

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

| Kritērijs                               | % no kopējā vērtējuma |
|-----------------------------------------|-----------------------|
| Laboratorijas darbi un praktiskie darbi | 40                    |
| Grupu darbs un prezentācija             | 10                    |
| Kolokvijs                               | 10                    |
| Eksāmens                                | 40                    |
| Kopā:                                   | 100                   |

#### ***Studiju kursa plānojums***

| Daļa | KP  | Stundas  |          |         | Pārbaudījumi |        |       |
|------|-----|----------|----------|---------|--------------|--------|-------|
|      |     | Lekcijas | Prakt d. | Laborat | Ieskaite     | Eksām. | Darbs |
| 1.   | 8.0 | 48.0     | 24.0     | 32.0    |              | *      |       |