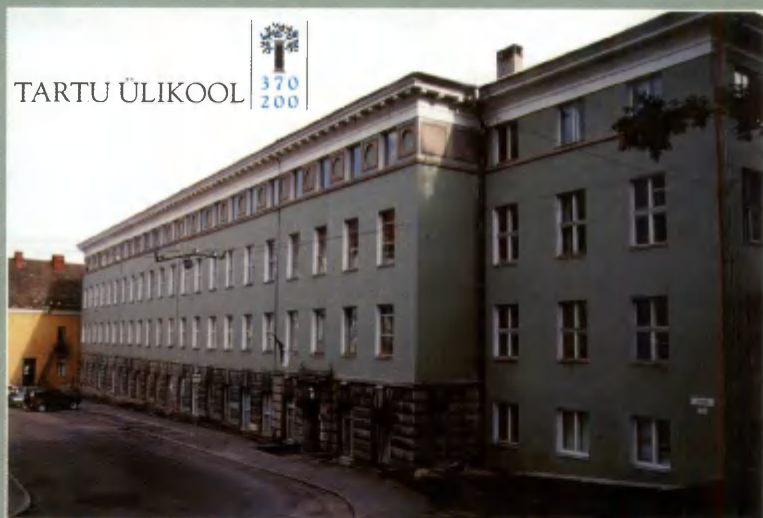




# TARTU ÜLICOOLI KEEMIAOSAKOND



**1947-2002**

# Tartu Ülikooli keemiaosakond 1947-2002

Koostaja Peeter Burk  
Tartu 2002

## Tartu Ülikooli keemiaosakond 1802 - 1918

T. Ilomets

Tartu Ülikool taasavati pidulikult 21. aprillil 1802. a (vkj). Mõned päevad hiljem, 26. aprillil 1802 tegi ülikooli rüütelkondliku kuratooriumi eestseisus otsuse luua keemiakabinet ja laboratoorium. Keemiakabinet ja laboratoorium kuulusid filosoofiateaduskonna alla ja olid loodusteaduste klassi koosseisus. Laboratooriumile sobivate ruumide otsimine tehti ülesandeks juba 14. detsembril 1800 korraliseks keemia-farmaatsiaprofessoriks määratud Philipp Heinrich Gottlob Artzile (surn. 1802). Artz üüris 1. mail 1802 klaassepp Isaak van der Belleni majas endale korteri, mille aastäüriks oli 400 rbl. Korteri köögi üüris ta aga edasi ülikoolile 100 rbl eest aastas. Üürilepingu alusel lubas majaperemees köögi ümber ehitada laboratooriumiks tingimusel, et pärast lepingu lõppemist köök endises seisus taastatakse. Ülikooli algaastail oli see üsna tavaline, et mõni professor osa ruume oma korterist õppetöö läbiviimiseks ülikoolile edasi üüris.

Isaak van der Belleni maja asus ülejõel kunagise Raekoja ja Holmi tänava nurgal (Holmi 9), praegusel restoran Atlantise kõrval oleval haljasalal. Maja hävis 1941. a sõjasündmustes. Hiljem elas selles majas 1817.a ülikooli raamatutrükkaliks saanud Johann Joachim Christian Schünmann (1780-1840), kelle lesk Justine Schünmann sai 1857. a maja omanikuks. Viimase surma järel päris selle 1877. a tema tütar Mathilde Tammann, tulevase keemiaprofessori Gustav Tammanni ema. Gustav Tammann (1861-1838) veetis siin kuni 1880. a oma õpilaspõlve ja osa üliõpilasaastaid.

Artz asus energiliselt laboratooriumi looma. Kõigepealt lasi ta ehitada keemilise ahju, tellis mitmeid seadmeid ning vajalikku laboratoorset klaasi. Töö katkes ootamatult, kuna õöl vastu 6. augustit 1802 sai ta õnnetult surma. Ekspertiis prof. Daniel George Balki (1764-1826) juhtimisel tegi kindlaks, et ta võis üle jõeharu viival märjal purdel libiseda, kukkus selili vette ja uppus. Laboratooriumi ehitustööd ja seadmed said valmis pärast Artzi surma. Ülikool otsustas 11. mail 1803 van der Belleni majas laboratooriumi likvideerida ja 1. juuliks 1803 oli endine köök taastatud.

Artzi asemele kutsus rüütelkondlik kuratoorium keemia-farmaatsiaprofessoriks Alexander Nicolaus Schereri (1771-1824), kes määrati 20. märtsil 1803 korraliseks professoriks, kuid ei saanud haiguse tõttu kohe kohale tulla ja jõudis Tartusse ilmselt septembris 1803. Ta üüris endale korteri lehestunud kindraliproua Anna Katharina von Brandti majas (varem Ülikooli 40, praegu Jaani 20) ning laskis seal sisustada auditooriumi ja laboratooriumi. Kuna ruumid olid üüritud üheks aastaks ning olemasolevad tingimused polnud laboratooriumi jaoks nähtavasti kuigi sobivad, pöördus Scherer 13. juunil 1804 ülikooli nõukogu poole palvega viia laboratoorium üle ülikooli enda käsutuses olevaisse ruumidesse. Nõukogu tegi prof. Schererile ja ülikooli arhitektile Johann Wilhelm Krausele (1757-1828) ülesandeks järele uurida, kas oleks võimalik paigutada ajutist keemialaboratooriumi kuni peahoone valmimiseni "akadeemilises majja", ülikooli ostetud hoonesse Rütütl tänava ja Suureturu nurgal, tuntud ka Vana Ülikooli nime all (praegu Raekoja plats 6). Juba 18. juunil 1804 teatasid Scherer ja Krause, et akadeemilise maja puukuur, köök ja selle kõrval asetsev tuba on keemialaboratooriumile sobilikud. Sellele aga vaidles vastu prof. Karl Simon Morgenstern (1770-1852) kes oli üürinud endale akadeemilises majas kolmeks aastaks korteri. Pikemate vaidluste järel tehti prof. Schererile ülesandeks leida ja üürida endale niisugune korter, kuhu oleks võimalik ülikooli kulul ehitada laboratoorium.

Lõpuks jõuti otsusele, et kõige sobivam variant on saada von Brandti maja ülikooli käsutusse. Maja võeti vastu 23. septembril 1804 ning üürileping tehti kuni 22. septembrini 1810.

Tartusse jõudnud, asus Scherer energiliselt sisustama auditooriumi ja laboratooriumi. Ta tellis mööblit, laboratooriumitarbeid ja aparate. Veebruaris 1804 oli valmis ka laboratooriumi üks põhiline seade - keemiline ahi. Tartusse tulles võttis Scherer endaga kaasa mitmesuguseid vajalikke instrumente ja aparate, mida ta pakkus 400 rbl eest ülikooli keemiakabinetile. Ülikooli nõukogu otsusega 11. novembrist 1803 osetigi need kabinetile.

1. jaanuarist 1804 võttis Scherer laborandiks tudengi Jakob Bernhard Elsingki, kelle ülesandeks oli abistada keemia- ja füüsikaprofsessoreid nende loengutel. Hiljem, 1810-1821 oli ta keemia-ja füüsikakabinetide inspektori ametikohal.

Scherer ei kavatsenud Tartusse jääda ja teatas ilmselt aasta keskel ülikooli nõukogule oma taotlusest minna St. Peterburgi Meditsiinilis-Kirurgilise Akadeemia teenistusse. Juba 31. juulil 1804 tegi rektor prof. Georg Friedrich Parrot (1767-1852) ettepaneku valida keemia-farmaatsia professori kohale dr. Grindel Riiaist. Mitmed ülikooli professorid, sealhulgas ka rektor Parrot ja K. S. Morgenstern lugesid Schereri lahkumissoovi ülikooli reetmiseks.

18. augustil 1804 kandis rektor Parrot ülikooli nõukogule ette, et prof. Schereri ja ülikooli vahel on kõik selge, inventar üle antud ning mingeid takistusi tema äraminekuks ülikooli poolt ei ole. Scherer oli Tartus veel vähemalt augustikuu esimese poole. Tartu ülikooli teenistusest vabastati ta 15. septembril 1804.

Prof. A. N. Scherer oli Tartu ülikooli keemiakabineti ja keemialaboratooriumi tegelik rajaja. Ta sisustas auditooriumi, tellis laboratooriumile vajalikke seadmeid ja klaasaparatuuri, reaktiive, mineraalide kogu ja füüsikalist aparatuuri. Schereri tegevusest saame ülevaate D. H. Grindeli koostatud aruandest, milles on märgitud ka seda, et selle lühikese aja jooksul ei suutnud Scherer kõike vajalikku hankida ja kõike tellitud kätte saada.

David Hieronymus Grindel (1770-1836) määrati keemia-farmaatsia professoriks 20. septembrist 1804. Ta töötas sellel ametikohal kuni 5. maini 1814.

Scherer oli asutanud laboratooriumi ning organiseerinud keemiakabineti von Brandti majas. Pärast tema lahkumist ei tahetud keemiakabineti jaoks uusi ruume otsima hakata, sest polnud mõtet laboratooriumi enne peahoone valmimist kolmandat korda uuesti sisse seada. Parrot esitas selle seisukohta 20. septembril 1804 ülikooli nõukogus. Leiti, et otstarbekas on üürida kogu von Brandti maja ülikoolile kuna selles majas on juba ülikooli kulul laboratoorium ehitatud. Parrotile tehti ülesandeks hakata majaomanikuga läbirääkimisi pidama. Üüri ülemmääraks, mida ülikool oli nõus maksma oli 600 rbl aastas. Majaomanikuga jõuti kokkuleppele ning maja vastuvõtu akt on dateeritud 23. septembrist 1804. 1805. a. paigutati sellesse majja ka loodusteaduste kabinet (Naturalienkabinet).

Millal Grindel Tartusse saabus, pole päris selge, aga on olemas andmeid selle kohta, et 1804. a novembris oli ta juba Tartus tegev. Detsembri algul alustati Grindeli korraldusel ja ülikooli ehitusjuhi (Baukonduktor) Johann Gabriel Kranhalsi juhtimisel laboratooriumi ümberehitust.

Scherer oli lasknud ehitada maja teisel korrusel olevasse ruumi kaks keemilist ahju. Need lõhuti ja ehitati uuesti alla suurde kööki. Köögis lõhuti maha ka leivaahi ja müüriti sisse suur destilleerimisseade. 1805. a märtsist töötas keemiakabineti abilisena, laborandina Friedrich Benjamin Hellwich.

Grindel oli Tartusse tulles võtnud kaasa hulga mitmesuguseid reaktiive, ravimeid, drooge ja keemiaalast aparatuuri, mida ta pakkus müüa keemiakabinetile põhjendusega, et kabinetil on veel vaja aparate ja muud vajalikku. Ta väitis, et ise valmistades tulevad paljud preparaadid odavamad kui apteegist ostes, sellepärast on vaja muretseda vajalikku lähtematerjali. Moodustati hindamiskomisjon ja ülikool ostis pakutu. Tasuta andis Grindel ülikoolile väikese mineraalide kogu keemiliste katsete jaoks, ravimtaimede herbaariumi ja mõned vanad keemiaalased käsikirjad ( einige alten chemischen Schriften).

1805. a maikuust pärineb Grindelilt põhjalik aruanne selle kohta, kuidas on edenenud keemiakabineti loomine-"Bericht über die Einrichtung des chemischen Kabinetts". Aruande alguses annab ta ülevaate sellest, mida Scherer oli jõudnud ära teha ja loetleb seejärel, mida on saavutatud septembrist 1804 kuni märtsikuuni 1805. Ta esitab ka üksikasjaliku loetelu mitmesugust liiki aparaatidest, seadmetest jne.

Grindeli aruandest selgub, et keemiakabineti juurde oli loodud küllalt korralik laboratoorium. Nähtavasti oli maja esimesel korrusel olemas köögis, kuhu ehitati kaks keemilist ahju ja destilleerimisseade, lihtsam laboratoorium farmaatsia tarbeks. Tegelik keemialaboratoorium asus aga kõrvalhoones, kus sai läbi viia juba keerulisemaid keemilisi operatsioone. Aruande lõpus on olulised andmed laboratooriumi ehituse kohta:

...Das Laboratorium wurde eingerichtet. Ein Nebengebäude des Brandschen Hauses wurde dazu gewählt, Destillieröfen, Kuppelöfen u. dergl. wurden angelegt und das ganze so eingerichtet dass die Werkstätte ganz feuerfest zu allen vorkommenden Operationen jetzt dienen kann. Als Gehülfe des chemischen Kabinetts ist der Studiosus Helwich mit 300 Rbl. jährlichen Gehalt angestellt.

Dorpat im May 1805

Dr.David Hieronymus Grindel

Ord.Professor der theoretischen

und angewandten Chemie, Pharmazie

und Direktor des Chemischen Kabinetts

1794.a-st pärineval joonistusel (Brotze järgi) on näha, et von Brandti maja koosneb kahest kokkuehitatud osast. Üks on kahekorruseline kõrgem osa ja teine kahekorruseline madalam. Maja asub Jaani ja Laia tänava nurgal. Ilmselt asus laboratoorium maja madalamas osas.

Niisi saame Grindeli aruande põhjal väita, et 1805. a maikuus oli jõutud nii kaugele, et oli võimalik arstirohte valmistada ja mitmesuguseid keemilisi operatsioone läbi viia. Tartu Ülikooli keemialaboratoorium oli loodud.

Keemiakabineti tegevuse kohta on antud lühiülevaated kabineti aastaaruannetes.

1805. a aruandes teavitab Grindel, et välismaalt on tellitud mitmeid aparate ja loetleb kohalesaabunuist olulisemaid, nende hulgas seda, et on saadud ka üks plaatinatiigel. Tooravivahendite ja preparaatide kogu on suurenenud ja farmatseutide ning arstide õpetamiseks puuduvad veel vaid vähesed haruldasemad ja äsja avastatud looduslikud ained.

1806. a aruandest selgub, et instrumentide ja aparaatide hulk on tunduvalt suurenenud, nii et kõik, mis õpetamiseks vaja, on olemas ja jätkub ka rakenduskeemia jaoks. Kolm farmatseuti on juba lõpetanud ja praegu on seal neli, kes õpivad. Aruandes on toodud ka kabineti keemiaaparaatide nimekiri.

1807. a aruandes märgitakse, et laboratoorium asub samas, kus enne. Oluliselt on selle aja jooksul suurenenud gaasiaparatuur, milledest tõstetakse esile kaht suurepärasat gasomeetrit.

1808. a aruandes märgitakse, et rahaliste raskuste tõttu ( wegen des nachteiligen Geldcourses) pole välismaalt aparate saadud tellida. Vajalik on lastud kohalikel meistritel valmistada, nii et õpetamine teaduse kaasaegsel tasemel selle all ei kannata. Galvaanilist aparati on tunduvalt suurendatud, et uusimaid avastusi järele teha ja õppetõesse sisse viia. Täiustatud on ka pneumaatilist aparatuuri. Lõpuks on saadud nii kaugele, et farmaatsia praktilise õpetamise jaoks pole mitte ainult toorravimite kogu täiendatud ja uuendatud, ning farmatseutilist aparatuuri täiustatud, vaid kabineti direktor ja tema abiline on palju preparaate ise valmistanud. On muretsetud väike kogu töö juures vaja minevaid raamatuid.

1809. a aruandest loeme, et keemiakabinet asub juba septembri algusest peale akadeemilises peahoones. Laboratooriumis on kivist destilleerimisahjud, kivist kapellid ja kuppelahjud, suur kivist sulatusahi, suur reverbiirahi, veel üks ahi ja suur press. Laboratooriumis on mitu jahutusaparati ja seadmed galvaanilise samba jaoks, väike digeriirahi jm. Apteegiteaduse tarvis on suurendatud taimede kollektsiooni. On olemas 66 vaselõiget-tahvlit ametlikest ravimtaimedest. Finantskriisi tõttu pole välismaalt midagi saadud ja puuduv vajalik on tehtud kodumaiste meistrite poolt.

Oma kirjas 1. augustist 1809 teatab prof. Grindel rektor C. F. Deutschle (1768-1843), et ta on tellinud keemiakabinetile "Journal der Chemie, Physik und Mineralogie von Gehlen" ning lisab, et mainitud ajakiri pole põgusaks lugemiseks, vaid töö juures vajalikuks vahendiks. See oli esimene Tartu Ülikoolile tellitud keemia-alane ajakiri.

1809. a septembriks olid keemiakabinet ja laboratoorium üle kolinud uude peahoonesse. Kõik oli kohale paigutatud, vajalik sisustus ja mööbel olemas. Vana mööblit Brandti majast kaasa ei võetud. Seda tõendab Grindeli kiri rektorile 14. septembrist 1809. milles ta teatab, et vanas asukohas olev mööbel on üleliigne pärand ja soovib selle maha müüa. Samas teatab ta, et annab rektorile Brandti maja võtmed üle.

Keemiakabineti ja laboratooriumi elus algas uus ajajärk.

Ülikooli peahoone valmimisel 1809. aastal sai keemiakabinet oma käsutusse maja fassaadi poolt vaadatuna parempoolses tiivas esimesel korrusel kolm Jaani tänava (praegune Ülikooli tänav) poolset suurt ruumi. Nurgapealne oli võlvitud laega ja sinna asus laboratoorium, järgmine oli aparateide ruum. Esimene, peasissekäigust kohe paremal, oli keemiakabineti auditoorium. Keldrikorrusel, laboratooriumi ja aparateide ruumi all, paiknesid kabineti tarvis kaks hoidlaruumi. Peahoone vasaku tiiva Jaani tänava poolsele esimesele korrusele sai endale ruumid füüsikakabinet.

Grindel oli keemiakabineti juhatajaks kuni 1814, mil ta lahkus ülikooli teenistusest Riiga. Ta pidas professori palka liiga väikeseks ja arvas tulusamaks hoopis oma apteeği valdamist. Aastail 1810-1812 oli ta ka ülikooli rektori ametikohal. 1807 oli ta valitud St.Peterbugi TA kirjavahetaja liikmeks.

A. N. Scherer ja D. H. Grindeli teeneks oli, et nad panid aluse ülikooli oma aja kaasaegsele keemialaboratooriumile, ning olles Lavoisier ideede tulised pooldajad ja propageerijad (eriti Scherer), õpetasid siin keemiat uue keemia seisukohtadest lähtudes. Grindeli kirjanduslik ja organisatoorne tegevus oli lai ning uurimisvaldkond mitmekesine. Oma aja seisukohalt võime teda hinnata teatud valdkondades kui esmaalgatajat, esmaorganiseerijat Vene impeeriumi, sealhulgas ka Baltikumi ulatuses. 1824. a uuris ta esimesena Eesti ravimudade keemilist koostist, milleks oli Saaremaa

Rootsikülüst pärit ravimuda.

Keemiakabineti järgmiseks direktoriks ning keemia ja farmaatsiaproffessoriks valiti 1814. a lõpul Johann Ferdinand Emanuel Giese (1781-1821), kes tuli Tartusse Harkovi ülikoolist. Giese teaduslik tegevus haarab mitmeid keemia valdkondi, mis on seotud anorgaanilise, orgaanilise, farmatseutilise ja analüütilise keemiaga. Giese oli üks esimesi Venemaa mineraalvete ja mitmete loodusvarade koostise analüüsijaid ning pioneere meteoriidide keemilise koostise selgitamisel. Väga hinnatavaks saavutuseks tuleb pidada tema kapitaalset viiekõitelise, esimese venekeelse keemiaõpiku koostamist. See ilmus Harkovi ülikooli väljaandena aastail 1813-1817. Giese eriliseks huvialaks oli keemia ajalugu. Temalt pärinevad esimesed keemia ajaloo akadeemilised loengud Harkovi ülikoolis, mis olid ka esimesed teadaolevad kogu Vene impeeriumi ulatuses. TÜ Raamatukogus säilitatav Giese memoriaalraamatukogu on hindamatu allikas keemia ja farmaatsia ajaloo varasema perioodi uurijatele.

Giese oli juba 1809 valitud St. Peterburi TA kirjavahetajaliikmeks. Ühe aasta (1817-18) oli ta ülikooli rektor.

Giese varajase surma tõttu 3. juunil 1821 jäi keemiakabineti professori koht mõnda aega tühjaks. Ajutiseks asendajaks oli D. H. Grindel, kes aastail 1820 - 22 õppis siin meditsiini.

Järgmiseks keemia- ja farmaatsiaproffessoriks valiti Gottfried Wilhelm Osann (1797-1866), kes alustas siin õppetööd ja laboratooriumi juhtimist 1823. a märtsis. Osann sai tuntuks Uraali platinmaakide keemilis-analüütiliste uurimustega. Ta väitis, et on avastanud kolm uut elementi, milledest ühe nimetas ruteeniumiks. J. J. Berzeliuse kriitika mõjul võttis Osann 1829. a oma väite tagasi. Neil töodel oli aga siiski oluline tähtsus edasiste uurimustele element ruteeniumi avastamisel Carl Clausi poolt Kaasani ülikoolis 1844. a.

Osann lahkus Tartust Würzburgi ülikooli 1828. a ning samal aastal valiti vabanenud kohale Carl Christian Traugott Friedemann Goebel (1794-1851). Goebel tuli Jena ülikoolist. Sama ülikooliga olid seotud olnud ka D. Grindel, A. Scherer ja G. Osann.

Tartus algas tal viljakas tegevus nii teadusliku, pedagoogilise kui ka administratiivse-organisationsioonilise töö vallas. Tartusse tülles oli ta üllatunud leides siin eest kõrgetasemelise keemialaboratooriumi ja ülikoolipoolsed soodsad tingimused selle edasiarendamiseks. Põhihariduselt oli Goebel farmatseut ja seetõttu huvitus ta suuresti looduslikest ühendeist. Märkimisväärsed on ta uurimused tema poolt avastatud alkaloidi harmaliini kohta mida ta eraldas Lõuna-Venemaa stepirohu *Peganum harmala* seemnetest, samuti looduslike värvainete alal. Olulise tähtsusega olid tema uurimused nitrotselluloosi (püroküllüüni) valmistamis- ja tootmistehnoloogia täiustamisel ning selle füüsikalise-keemiliste omaduste selgitamisel.

1834. a organiseeris Goebel suure uurimisreisi Lõuna-Venemaa steppidesse milles osales ka tema assistent Carl Ernst Claus (1796-1864) botaaniku, entomoloogi ja joonistajana. Samal aastal valiti ta St. Peterburgi TA kirjavahetajaliikmeks.

Uurimisreisi tulemuste eest määrati Goebelile 1838. a Demidovi preemia. Ta oli innukas Justus Liebigi agrokemiliste ideede pooldaja ja levitaja.

Goebeli aktiivse organiseerimise tulemusena loodi 1842. a ülikoolis iseseisev farmaatsia professuur (kateeder), mis viidi arstiteaduskonna alluvusse, ning filosoofiateaduskonnas keemia kateeder, mille professori kohale jäi Goebel ise. 1844. a loodi Goebeli kaasstegevusel Tartu Ülikooli juurde Vene impeeriumi esimene Farmaatsia instituut.

1850. a jagunes filosoofiateaduskond kaheks. Loodi füüsika-matemaatika teaduskond. Selle raames moodustati iseseisev keemia kateeder ja ülikool sai õiguse väljastada keemiku diplomit.

Goebeli tegevuses on olulisel kohal ka tema populaarteaduslikud loengud Tartu seltskonnale ja tehnoloogilised konsultatsioonid soovijatele. Ta sai mitmeid kõrgeid autasusid ja valiti paljude teadusorganisatsioonide liikmeks nii Venemaal kui välismaal. Ta tegutses korduvalt dekaanina, prorektorina ja muudel ülikooli ametikohtadel.

C. Goebeli surma järel 26. mail 1851 valiti 1852 keemiakateedri juhatajaks Carl Ernst Heinrich Schmidt (1822-1894) kes tegutses sellel ametikohal pensionile minekuni 1892. a.

C. Schmidt õppis meditsiini ja loodusteadusi 1842-43 Berliini ülikoolis kus keemiat õpetas kuulsa J. J. Berzeliuse õpilane Heinrich Rose. Seejärel täiendas ta end Giesseni ülikoolis Justus Liebigi laboratooriumis ning viis õpingud lõpule 1844-45 Göttingeni ülikoolis Fiedrich Wöhleri ja Rudolf Wagneri laboratooriumides. Meditsiinidoktori kraadi kaitsmise järel 1846. a sügisel asus ta 20. veebruaril 1847 eradotsendina tööle Tartu ülikooli füsioloogia- ja patoloogiakateedrisse tuntud füsioloogi Friedrich Bidderi (1810-1894) juurde.

1850 valiti C. Schmidt erakorraliseks farmaatsiaproffessoriks ning instituudi direktoriks. C. Schmidt ajal toimusid olulised muutused keemiakateedri ruumide arvu ja paigutuse osas. 1856. a alustati ülikooli arhitekti Karl Rathausi (1805-1858) projekti alusel ülikooli peahoonele külghoonete ehitamist, mis jõudsid lõpule 1858. aastal. Algul olid külghooned peahoonest eraldi kuid 1870. a ühendati nad koridoride kaudu peahoonega ühtseks tervikuks. Parempoolse ehitise ülemisele korrusele asus füüsikakateeder, alumisele keemiakateeder ja laboratooriumid, samuti saadi osa ruume keldrikorruusel. Nii alumisel kui ka ülemisel korrusel asus suur auditoorium. Uute, avaramate tingimuste saabumisel sai C. Schmidt asuda keemiakateedri põhjalikule uuendamisele. 1857. a tutvus ta kolme kuu jooksul põhjalikult Euroopa nimekamate ülikoolide laboratooriumidega. Kaasaegsete hinnangu kohaselt oli Tartu ülikooli keemiakateeder pärast ümberkorraldusi oma aja üks moodsamaid. Laboratooriumi hea materiaalse seisuga kaasnes keemia õpetamise kõrge tase ülikoolis. Keemia õppeplaanides pöörati suurt tähelepanu matemaatikale ja füüsikale, mis võimaldas õpetada keemiat täppisteaduste tasemel. See tõi Tartu ülikooli keemiakateedritele suure populaarsuse mis avaldus keemiatudengite arvu olulises kasvus.

C. Schmidt teadusalas tegevuses saame eristada kahte suunda. Esimene oli füsioloogilise keemia valdkonda kuuluv, kus ta bioloogiliste objektide nagu organismi vedelike ja neis haiguste puhul ilmnevate muutuste uurimisel saavutas täpsete keemiliste analüüsimeetodite rakendamisega rahvusvahelise tuntuse. Ta oli füsioloogilise keemia üks alusepanijaid. Tema teine suund oli loodusvarade keemilise koostise analüüs. Siia kuuluvad põhiosas arvukad muldade ja vete analüüsid, millede päritolu haare oli väga lai. Vete osas oli see peaaegu üleuraasialik. Vete keemilise koostise uurimisel saadud tulemuste eest valiti ta 1873. a St. Peterburi TA kirjavahetaja-liikmeks ning oli 27 mitmesuguse ülikooli auliige või teadusliku ühingu liige.

C. Schmidtil oli palju õpilasi, kelledest mitmed saavutasid rahvusvahelise tuntuse. Üks tema õpilastest Gustav Heinrich Johann Apollon Tammann valiti C. Schmidt emeriteerumise järgi 1892. a erakorraliseks keemiaproffessoriks ning keemiainstituudi direktoriks, 1894. a korraliseks keemiaproffessoriks, millisel kohal ta töötas kuni



1902. a lõpuni, lahkumiseni Göttingeni ülikooli. Ta õppis 1879-80 füüsikat ja seejärel 1880-82 keemiat, keemia doktorikraadi kaitses ta 1890. a.

1892. a muudeti venestamise käigus Tartu ülikooli õppekeeleks senise saksa keele asemel vene keel ning sellest aastast alates hakkas Tammann keemiaalast õppetööd läbi viima vene keeles.

G. Tammanni juhtimisel saavutas Tartu ülikooli keemiakateeder möödunud sajandi viimasel aastakümnel laialdase tunnustuse kui heterogeense tasakaalu uurimise üks keskusi maailmas. Ta kujundas Tartus välja noorte füüsikokeemikute koolkonna, mis oli Venemaal üks juhtivamaid. Tammann oli väga produktiivne teadlane. Tema sulest on ilmunud ligemale kümme monograafiat ja enam kui viissada teaduslikku artiklit keemia mitmesuguste probleemide kohta.

G. Tammanni lahkumise järel valiti 1904. a septembris erakorraliseks keemiaprofessoriks Lev Pissarzevski (1874-1938), kes ei jätkanud Tammanni temaatikat, ega suutnud ka rajada Tartus oma originaalset uurimissuunda. 1908 valiti ta Kiievi Polütehnilise Instituudi erakorraliseks professoriks ning lahkus ülikooli teenistusest.

1908. a valiti keemiakateedri juhatajaks G. Tammanni õpilane ja lähemaid kaastöötajaid Aleksandr Bogojavlenski (1868-1941). Tema uurimused lahuste elektrijuhtivuse ja kristallisatsiooni kineetika valdkonnas saavutasid laialdase tunnustuse. Ta evakueerus 1918 koos ülikooliga Voronezi.

Carl Schmidt õpilastest kes on saavutanud rahvusvahelise tuntuse, märkigem ajalises järjekorras kõigepealt Johann Theodor Lembergi (1841-1902) kes 1864. a lõpetas Tartu Ülikooli keemikuna, kaitses 1877. a keemiadoktori kraadi ning töötas 23 aastat keemiakateedris, 1882-88 dotsendina ja seejärel professorina mineraloogiakateedris. Lemberg saavutas rahvusvahelise tunnustuse oma uurimustega silikaatsete mineraalide muundumisest maakooses.

Teisena märkigem Gustav Piers Alexander Bunget (1844-1920), kes aastail 1863-71 õppis Tartu ülikoolis keemiat ja meditsiini. 1872-74 töötas ta C. Schmidt juures keemialaboratooriumi assistendina. Kaitses 1874 keemiadoktori kraadi ning oli 1874-1885 ülikoolis füsioloogilise keemia dotsendi ametikohal. 1885. a lõpul lahkus G. Bunge Tartust Baseli ülikooli füsioloogilise keemia professori ametikohale. Bunge oli silmapaistev biokeemik ja toitumisfüsioloogia uurijaid. Tema toitumisfüsioloogilised uurimused kuuluvad selle teadusvaldkonna klassikaliste tööde hulka.

Kõige kuulsam Schmidt õpilane on Wilhelm Friedrich Ostwald (1853-1932) kes õppis aastail 1872-75 Tartu ülikoolis keemiat. Seejärel töötas ta kuni 1881. a-ni algul füüsikakateedris ja seejärel C. Schmidt juures keemiakateedris. W. Ostwaldi Tartu perioodi tööd kuuluvad keemilise termodünaamika, keemilise reaktsioonide tasakaalu ja afiinsuse valdkonda. Keemilise afiinsuse uurimisega olid seotud ka tema kandidaadid (1875), magistri- (1877) ja doktoritöö (1878).

W. Ostwald lahkus Tartust 1881. a lõpul Riia Polütehnikumi füüsikalise keemia professori ametikohale. 1909. a omistati talle Nobeli preemia keemia alal.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. T. Ilomets, E. Kudu. Tartu ülikooli keemiakabinet ja -laboratoorium 19. sajandi algusaastail. Tartu ülikooli ajaloo küsimusi V. Tartu 1977.
2. U. Palm, Keemia arengujooni Tartu ülikoolis 1802-1918. Tartu Riikliku Ülikooli keemiaosakond 1947-1972. Tartu 1972.
3. Tartu ülikooli ajalugu II 1798-1918. Koostaja K. Siilivask. Tallinn 1982.
4. Eesti Teaduse Biograafiline Leksikon I. Tallinn 2000.
5. Deutschbaltisches Biographisches Lexikon 1710-1960. Köln, Wien 1970

## Keemia Tartu Ülikoolis aastatel 1919-1947

Vello Past

### Keemiaosakond alustab tööd Eesti Ülikoolis.

1918.a. septembris avasid Eesti okupeerinud Saksa võimud Tartus nn Landesuniversiteedi, kuid juba sama aasta novembris pidid lahkuvad okupatsioonivõimud Ülikooli üle andma komisjonile, keda juhtis Eesti Ajutise Valitsuse haridusminister Peeter Põld. P. Põld nimetati Ülikooli kuraatoriks ja temal lasus ettevalmistustööde juhtimine Ülikooli taasavamiseks. On oluline rõhutada, et ettevalmistus Eesti Ülikooli avamiseks toimus olukorras, kus Eesti pinnal jätkus sõda võõrvõimu vastu ning rahulepingut Venemaaga polnud veel sõlmitud.

Eesti Ülikooli avamisega 1. detsembril 1919.a. algas uus ajajärk meie hariduselus ja kultuuris. Esmakordselt Ülikooli ajaloos hakkas tema auditooriumides täisõiguslikult kõlama eesti keel, hakkasid arenema rahvusteadused. Ehkki Eesti Ülikool ei tekkinud tühjal kohal, olid tema eesmärgid ja töökorralduse põhimõtted erinevad eelkäija Keiserliku Jurjevi Ülikooli omadest. Veel I Maailm sõja eel ja ajal õppis Tartus palju Vene, Läti, Leedu ja Poola aladelt pärit olevaid üliõpilasi, kes pärast ülikooli lõpetamist said reeglina töökoha väljaspool Eestit. Ka keemiaosakond saatis arvukalt lõpetajaid Ida-Euroopa ja Vene alade ülikoolidesse, teadus- ja tööstuslaboritesse. Iseseisva Eesti tingimustes pidi Ülikool ainukese kõrgkoolina rahuldama Eesti Vabariigi vajadusi laiendades oma tegevusvälja mitmetele rakendusaladele. Sellel eesmärgil avati 1919.a. Tartu Ülikoolis esmakordselt tehnilise keemia professori ja hakati keemikute kõrval ette valmistama ka keemiatehnolooge. Veel enne Eesti Ülikooli ametlikku avamist valis Ülikooli ajutine nõukogu keemiaosakonna esimesteks professoriteks baltisakslase Georg Landeseni (1867-1935) anorgaanilise keemia alal ja eestlase Michael Wittlichi (Mihkel Vitsuti) (1866-1933) tehnilise keemia alal. Kui G. Landeseni oli Tartu Ülikooli keemiaosakonna kasvandik, kes sai siin 1909.a. erakorraliseks ja 1917.a. korraliseks professoriks, siis M. Wittlich lõpetas Riia Polütehnikumi ja töötas seal korralise professorina 1909-1918.

1920-ndate aastate esimesel poolel luges osakonnas orgaanilist keemiat, füüsikalist keemiat, elektrokeemiat jt aineid dotsent Johannes Narbut (1879-1937), kes 1917.a. oli saanud füüsikalise keemia professoriks Nižni-Novgorodis. J. Narbut taotles Tartus professori kohta orgaanilise keemia alal, seda aga saamata lahkus ta 1924.a. Tartust.

Vabariigi valitsus soosis sel ajal tehnoloogide koolitamist Tartus ja otsustas avada 1921.a. keemiaosakonnas veel teise tehnilise keemia professori anorgaanilise tehnoloogia alal. 1922 aastal asus sellele kohale Soome professor Yrjö Kauko (1886-1974), kelle tegevus Tartus oli suunatud tehnoloogide ja keemikute ettevalmistuse kaasajastamisele. Tema käe all sisustati õppelaboratooriume, võeti õppetöös kasutusele seminarid ja kollokviumid, anti üliõpilastele arvukalt uurimistöid. Suhteliselt lühikese aja jooksul valmis Y. Kauko juhendamisel osakonnas 8 magistri- ja üks doktoritöö. Y. Kauko edukas tegevus Tartu Ülikoolis katkes 1925.a. alguses, mil ta omal soovil lahkus Tartu Ülikooli teenistusest. Arvatavasti mõjutas professori käitumist Vabariigi Valitsuse otsus lõpetada 1924. aastast tehnoloogide vastuvõtt Tartu Ülikooli. Üliõpilastel, kellel õppimine tehnoloogia harus oli pooleli, lubati studium 1-2 aasta jooksul lõpetada. Ajal, kus tehnoloogide ettevalmistamine Tartus oli saanud täishoo, otsustas Valitsus, et Eestis ei ole tehnolooge tarvis koolitada, sest seda loodeti teha välismaal.

Õige pea sai selgeks, et tehtud otsus ei olnud mõistlik. Vajas ju arenev tööstus arvukalt kõrgharidusega tehnolooge. Seetõttu püsis Eestis pidevalt päevakorras tehnilise hariduse korraldamise küsimus. Valitsuse määrusega avati 1934.a. Tartu Ülikooli matemaatika-loodusteaduskonnas tehnikaosakond, mis 1935.a. muudeti iseseisvaks tehnikateaduskonnaks. Järgneval 1936. aastal muutus olukord jälle põhjalikult, kuid sellest räägime allpool.

### **Õppetöö korraldusest keemiaosakonnas.**

Administratiivselt kuulus keemiaosakond matemaatika-loodusteaduskonna alla. Õppetöö korraldamisel jäeti teaduskonnale vabad käed. Töö toimus teaduskonnas koostatud ja Ülikooli nõukogus kinnitatud õppekavade alusel. 1923.a. trükkis ilmunud matemaatika-loodusteaduskonna õppekavades on toodud keemia ja tehnoloogia eriala õppekavad. Neis esitati õpetatavate ainete nimistu loengu ja harjutus- (praktikumi-) tundide äramärgimisega. Ained olid küll jaotatud neljale õppeaastale, kuid õppimisaeg Ülikoolis ei olnud fikseeritud. Puudus Vene ülikoolidele iseloomulik üliõpilaskonna jaotamine kursusteks. Eksameid sai sooritada ainerühmade kaupa 2 korda semestris. Lõpueksamid (keemikutel 6 ja tehnoloogidel 7) tuli sooritada (pärast kõikide praktikumide lõpetamist ja aineeksamite sooritamist) kas kõikides ainetes korraga või kahes osas ühe semestri jooksul. Keemiaüliõpilaste õppekava oli küllalt mahukas ja raske. Keemia põhiainetes (anorgaaniline, analüütiline, orgaaniline ja füüsikaline keemia) ning matemaatika, mehaanika ja füüsika kõrval tuli õppida üldist ja keemilist tehnoloogiat, mineraloogiat, geoloogiat, petrograafiat, ökonoomikat ja mitmeid valikaineid. Tulevaste tehnoloogide õppekava oli veelgi mahukam, sest lisandusid mitmed tööstuslikud ja tehnoloogilised distsipliinid. Keemia põhipraktikumide sooritamiseks pidid üliõpilased kulutama hoopis rohkem aega kui õppekava ette nägi. Puuduliku ventilatsiooniga peahoone keldriruumes, kus üliõpilased viibisid keemilise analüüsi praktikumides pikki päevi, hakati kutsuma "põrguks". Üldse oli nõudmisteranguse ja praktikumide mahu poolest keemiaosakonnas esikohal analüütiline keemia, kus põhiliseks õpetajaks oli eriti nõudlik G. Landesén. Peale kvalitatiivse analüüsi ning maht- ja kaalanalüüsi praktikumide oli õppekavas teisigi analüüsi valdkonna aineid, nagu gaasianalüüs, elektroanalüüs, spektraalanalüüs, kolorimeetria. Statistika näitab, et 1920-30. aastatel lõpetas Ülikooli keskmiselt vähem kui 30% osakonda astunud üliõpilastest. 1920. aastatel oli üliõpilaste arv osakonnas suur, sest puudusid eksamid sisseastujatele. Seetõttu sattus osakonda ka palju juhuslikke inimesi, kellel puudus tõsine soov ja vajalikud alusteadmised keemiku või tehnoloogi kutse omandamiseks. Sellest siis väga suur väljalangevus. 1927.a hakati vastuvõttu piirama sisseastumiseksamitega ja kõrgema õppemaksuga. Üleminek Ülikoolis varem kehtinud kursuste süsteemilt ainete süsteemile eeldas üliõpilaste suuremat iseseisvust teadmiste omandamisel. Et virgutada üliõpilasi õppeainete põhjalikumale omandamisele, oli loengute ja praktikumide kõrval rohkesti harjutusi, seminare, kollokviume. Ülikooli tegevust kajastavates autoriteetsetes ülevaadetes märgiti, et matemaatika-loodusteaduskonnas võeti esimesena aluseks lääne ülikoolidele omane õppekorraldus ja koostati üliõpilastele suuremaid valikuvõimalusi pakkuvad õppekavad. Ülikooli lõpetanud isikule väljastati 1920. aastate esimesel poolel lõputunnistus, hiljem lõpudiplom. Kraadiga lõpetajad said vastava diplomi. Kuni 1921. aastani oli esimeseks teaduslikuks kraadiks kandidaadikraad, hiljem oli selleks magistriskraad. Magistriskraad eeldas väga häid hindeid erialaainete eksamitel ja

magistritöö edukat kaitsmist. Kõrgeim teaduslik kraad (dr. phil. nat.) omistati doktoritöö kaitsmise põhjal. Ajavahemikus 1920-1936 lõpetas Ülikooli keemiaosakonna kokku 171 isikut, kellest 79 vaid said magistrikraadi. 9 magistrit said hiljem veel doktorikraadi. Teaduslikku kraadi omavate spetsialistide kõrge erikaal osakonna lõpetajate hulgas (46%) näitab Ülikooli lõpetanud keemikute ja keemiatehnoloogide head kvaliteeti.

## Õppejõud ja nende teadustöö

Suuri pingutusi nõudis Ülikooli komplekteerimine õppejõudude rahvusliku kaadriga. Ülesanne oli tõsine, sest enne rahvusülikooli avamist oli eesti rahvusest vaid mõni üksik õppejõud. Kuna õppejõudude reservi Eestis polnud, tuli Ülikooli lõpetajate seast leida andekaid noori, keda võis ette valmistada õppejõu kutseks. Perspektiivsed õppejõu kandidaadid saatis Ülikool stipendiaatidena ennast täiendama Euroopa tuntud teadus- ja õppeasutustesse. Noore Eesti riigi esimeste stipendiaatide seas oli keemiaosakonna 1918.a. lõpetanud Paul Kogerman (1891-1951), kes täiendas ennast kahe aasta vältel Inglismaal Kuninglikus Teaduse ja Tehnoloogia Kolledbis. Magistrikraadi kaitsmise järel valiti P. Kogerman 1922.a. Tartu Ülikooli orgaanilise keemia dotsendiks, 1924.a. erakorraliseks ja 1925.a. korraliseks professoriks. Magistriväitekirjas uuris P. Kogerman põlevkivi termilise lagunemise probleeme. Tema väga viljakas teadustöö pani aluse põlevkivikeemia uurimissuunale Tartu Ülikoolis. P. Kogerman (koos M. Wittlichiga) asutas 1925.a. Tartu Ülikooli esimese uurimisüksuse - õlikivide (põlevkivi) uurimise labori ja oli selle juhataja. Pärast II Maailmasõda viljeldi põlevkivitemaatikat peamiselt Eesti Teaduste Akadeemias.

Üliõpilasena töötas P. Kogerman keemik-orgaaniku Ivan Kondakovi käe all, kes aastail 1895-1918 oli arstiteaduskonna farmaatsiaprofessoriks. Kaksiksidemega süsivesinike uurimise vastu säilitas P. Kogerman huvi kogu loomeperioodi vältel. Isoleeritud kaksiksidemega dieenide liitumis- ja polümeerisatsioonireaktsioonide alal kaitses ta doktoriväitekirja Būrichis 1934.a.

Keemik-tehnoloog Jaan Kopvillem (1885-1956) töötas Tartu Ülikoolis aastatel 1928-1936. Hariduse sai J. Kopvillem Riia Polütehnilises Instituudis ja Leipzigi Ülikoolis. Väitekirja dr. phil. nat. kaitses Zürichi Ülikoolis 1927.a. Tartus oli ta keemilise tehnoloogia dotsent ja 1935-st professor, 1935/36 õppeaastal oli ka TÜ tehnikateaduskonna dekaan. Tartus tegeles J. Kopvillem põlevkivi töötlemise ja põlevkivisaaduste kasutamise probleemidega.

19. sajandi teisel poolel oli tollaegse Dorpati (Jurjevi) Ülikooli väljapaistvamaks uurimissuunaks füüsikaline keemia. Tartus töötasid kuulsad füüsikokeemikud Nobeli preemia laureaat Wilhelm Ostwald, Johann Lemberg ja Gustav Tammann. Viimatinimetatud teadlane lõi Tartus laialdase tunnustuse võitnud füüsikalise keemia koolkonna, kelle tegevuse kõrgpunkt saavutati 1880.-1890. aastatel. Pärast G. Tammanni lahkumist Tartu Ülikoolist 1902.a. jätkasid füüsikalise-keemilisi uuringuid üksikud Tartusse jäänud G. Tammanni õpilased. Veel Eesti Vabariigi algusaastatel uuris J. Narbut Tartus faasisiirde protsesside karakteristikuid.

Füüsikalise keemia taastekkimine Tartu Ülikoolis on seotud August Parise (1888-1944) nimega. Pärast Tartu Ülikooli keemiaosakonna lõpetamist 1915.a. töötas A. Paris Moskvas W. K. Ferreini peenkeemia suurtehases. Ülikooli tööle tuli ta 1920.a. Pärast doktoritöö edukat kaitsmist 1925.a. määrati ta dotsendi kohale füüsikalise keemia õppetoolil. Professori kutseks ettevalmistamiseks viibis ühe aasta teadustööl Berliinis

Keiser Wilhelmi nimelises Füüsikalise Keemia ja Elektrokeemia instituudis.

1929.a. sai A. Paris esimeseks eestlasest füüsikalise keemia professoriks Tartu Ülikoolis. Uurimistöös pühendus A. Paris heterogeensete reaktsioonide mehhanismide ja kolloidsüsteemide omaduste selgitamisele. Kolloidlahuste puhul rõhutas ta eriti nende elektriliste omaduste arvestamise vajalikkust. Selle suuna jätkumist võime märkida A. Parise nooremate kolleegide orgaaniliste ühendite dielektriliste omaduste uurimisele pühendatud töodes. Vaatlusaluse perioodi kõige edukamaks füüsiko-keemikuks kujunes Adolf-Gustav Parts (1904-1996). Ta lõpetas 1925.a. TÜ keemiaosakonna tehnoloogina, omandas 1926.a. magistri- ja 1929.a. doktorikraadi. A.-G. Partsi doktoritöö oli ulatuslik uurimus elektrolüütide mõjustioonidevaheliste reaktsioonide kineetikale. Tema põhitööks Tartu perioodil sai molekulide ehituse ja ainete dielektriliste omaduste uurimine. Rahvusvaheliselt tuntuks said orgaaniliste ühendite dipoolmomentide täppismõõtmiste tulemused, mida kõrge usaldusväärsuse tõttu lülitati füüsikalise keemia tuntud teatmekogudesse.

Noore keemiku uurimistöele sai osaks tunnustus, kui Tartu Ülikool lähetas ta Rockefelleri Fondi stipendiaadina aastaks teadustööle Göttingeni Ülikooli füüsikalise keemia instituuti ja seejärel Madriidi Rahvuslikku füüsika ja keemia instituuti. Väliskomandeeringud tugevdasid A.-G. Partsi uuringute teoreetilisi aspekte. Esimese eesti teadlasena hakkas ta juba 1932 aastast alates molekulide ehituse ja omaduste uurimisel rakendama kvantmehaanikat. A.-G. Partsi loometee on ilmekaks näiteks sellest, kuidas andekast eesti noorest võrsus ülikoolis edukas teadlane ja tunnustatud õppejõud.

1934.a. kinnitati A.-G. Parts dotsendiks füüsikalise keemia õppetoolil. Pärast siirdumist 1936.a. Tallinna Tehnikaülikooli sai ta 1939.a. füüsikalise keemia korraliseks professoriks. A.-G. Partsi uurimissuunda jätkas Tartus filosoofiadoktor keemia alal Leonhard Tiganik (1900-1974).

TÜ keemiaosakond sai töötada kõigest 17 aastat. Selle ajaga tegi osakond läbi väga kiire arengu. Alustanud 1919.a. kahe koosseisulise õppejõuga, oli 1930. aastate alguseks osakonnast saanud eesti õppejõudude kollektiiv, kes edukalt koolitas noori keemikuid ning lahendas teoreetilise ja rakenduskeemia probleeme. Kuni 1936. aastani oli osakonnas 4 õppetooli (laborit), mida juhatasid professorid A. Paris (anorgaanilise keemia labor), P. Kogermann (orgaanilise keemia labor), J. Kopvillem (tehnoloogia labor) ning dotsent A.-G. Parts (füüsikalise keemia labor). Õppelaborite koosseisus olid vanem- ja nooremassistendid, kes abistasid professorit praktikumide juhendamisel ja täitsid teisi ülesandeid. 1930. aastatel olid keemiaosakonnas assistentideks doktorid Jaak Kuusk, Karl Loskit, Ants Laur, Leonhard Tiganik ning magistrid Heinrich Arro, Edgar-Harald Korro, Hugo Raudsepp, Natalie Rägo, Aleksander Sinka, Hans Sossi, Heinrich Tamm jt. Assistentide uurimustest väärib esiletõstmist J. Kuuski doktoridissertatsioon (1929.a.), milles ta töötas välja fosforiitide hüdrotermilise töötlemise meetodi. See meetod evitati hiljem USA-s ja NSVL-s.

Osakonna lõpetanud keemikuid töötas Tartu Ülikoolis ka teistes allasutustes. Neist mitmed said tuntuks eduka teadustööga keemia rakendamisel, näiteks mullateadlane ja agrokeemik Osvald Hallik, keemik-mineraloog Jaan Kalviste (Kranig), agrokeemik Heinrich Tamm.

Eesti füüsiku Harald Perltzi (1889-1973) nimega on seotud kristallstruktuuri uuringute alustamine Tartu Ülikoolis. H. Perltzi ja tema kaastöötajate uurimistulemused metallisulamite ja intermetalliidide struktuuri alalt on huvipakkuvad ja vajalikud ka keemiale.

Märkimisväärset tööd tegid keemiaosakonna õppejõud eestikeelse õppekirjanduse loomisel. Juba 1922.a. ilmus A. Parise ja K. Loskiti sulest kvalitatiivse analüüsi praktikumi õpik. Hiljem andsid peaaegu kõik juhtivad õppejõud (M. Vitsut, P. Kogerman, A. Paris, A.-G. Parts) välja oma eriala õpikud üliõpilastele. Neid õpikuid kasutati ülikoolides ka pärast II Maailmasõda.

Keemikute organiseerimisel oli oluline osa 1923.a. ellukutsutud Akadeemilisel Keemiaseltsil. Esimestel aastatel oli seltsi esimeheks P. Kogerman, alates 1928. aastast A. Paris. 1936.a. ulatus seltsi liikmete arv 144-ni. Asutamisel alates oli seltsi tegevuses oluline koht noortel keemikutel ja üliõpilastel. Ajavahemikus 1932-1937 ilmus kaks köidet (8 numbrit) keemiaseltsi väljaannet "Keemia Teated" (peatoimetaja A. Paris). Selts arendas aktiivset tegevust eestikeelse keemiterminoloogia loomisel, keemia ajaloo uurimisel, keemikute kutseõiguste eest seismisel ja teistel aladel.

### **Keemiaosakonna sulgemine 1936.a. ja taasavamine 1947.a.**

Tulemusterohkele tööle vaatamata kujunes keemiaosakonna saatus esimesel Eesti iseseisvusajal kurvaks. Aastaid kestnud vastasseisu Tallinna ja Tartu vahel kõrgema tehnilise hariduse korraldamise küsimuses lõpetas riigivanema dekreet 25. juunist 1936.a., mis nägi ette tehnilise kõrgkooli - Tallinna Tehnikainstituudi avamist. Seoses sellega likvideeriti Tartus ainult ühe aasta tegutsenud tehnikateaduskond ning lõpetati üliõpilaste vastuvõtt ja lõpetajatele diplomite väljaandmine keemia erialal. Osakonnas varem õppimist alustanud üliõpilased võisid studiumi lõpetada Tallinnas.

Valuliselt reageeris toimuvale Tartu Ülikool. Üliõpilaskond saatis delegatsiooni riigivanema juurde. Trükisõnas väljendasid oma negatiivset suhtumist matemaatikaprofessor Gerhard Rägo, keemiaprofessor A. Paris jt. Kuidas küll juhtkonna seisukohad olid muutunud? 1924.a. arvati, et Eestis pole vaja keemiatehnoloogide ette valmistada. 1936.a. jõuti vastupidisele otsusele: Eestis pole vaja koolitada keemikuid, vaid ainult keemiainsenere. Tehtud otsuseid tuli hiljem korrigeerida, kuid keemikute koolitamise järjepidevus sai rikutud.

Keemiaosakonna õppejõududest ja töötajatest asusid Tallinna Tehnikainstituuti tööle professorid P. Kogerman (kellest sai ka uue õppeasutuse rektor), J. Kopvillem ja A.-G. Parts, assistendid A. Laur ja H. Raudsepp ning Õlikivide labori töötajad.

Tartu Ülikoolis säilis anorgaanilise ja analüütilise keemia professor (professor A. Paris) ning orgaanilise keemia professor (erakorraline professor L. Tiganik). Füüsikalise keemia labori juhataja kohuseid täitis A. Paris. Keemialaborites said nüüd õpetust teiste erialade üliõpilased. Õppejõudude teadustegevus keemia alal vaibus.

Sõjategevuse lõppedes Tartus 1944.a. augustis olid Ülikooli peahoones asunud keemialaborite ruumid laastatud ja sisseseade lõhutud või laiiali kantud. Õnneks säilisid peahoone keldrisse varjule viidud osakonna raamatukogu ja hinnaline aparatuur.

Pärast hädavajalikke korrastustöid algas Ülikoolis õppetöö 16. novembril 1944.a. Alguses hakkas tööle 2 keemiateedrit, üks anorgaanilise ja teine orgaanilise keemia alal. Õppelaborid paiknesid endiselt peahoones, põhiliselt I korrusel, kuid ka II korrusel ja keldris. Väga raskeks kujunes olukord õppejõudude kaadriga. Endistest juhtivatest õppejõududest suri Saksa okupatsiooni ajal ootamatult prof. A. Paris. Prof. L. Tiganik siirdus välismaale. Nii asusid Ülikooli taasavamisel osakonna eestiaegsest õppekoosseisust tööle vaid keemiamagistrid Natalie Rägo (1897-1970) ja Hans Sossi (1892-1975), kellest esimene sai anorgaanilise keemia ja teine orgaanilise keemia kateedri juhatajaks.

Lisaks juhatajatele oli esialgu kateedrites veel 3 õppejõudu (Linda Imelik, August Kaalep ja Voldemar Ora).

Pärast sõja lõpu hakkas Ülikool taotlema keemiaosakonna taasavamist Tartus, sest oli tekkinud suur nõudmine noorte ülikooliharidusega keemikute ja keemiaõpetajate järele. Taotluse algatajaks olid keemikud, eeskätt N. Rägo, toetajaid oli ka teaduskonna teiste erialade õppejõudude seas. Keemikute eluliselt olulise ruumide probleemi lahendamine sõltus sõja ajal pooleli jäänud keemiahoone ehituse lõpetamisest. Hoone valmimine aga viibis, nii et ülekolimine sai alata 1949.a. ning sõltuvalt laborite valmimisest kestis 1950.a. alguseni. Uute üliõpilaste vastuvõttu keemiaosakonda tuli alustada enne uue hoone käikulaskmist.

Keemiaosakonna taasavamise alusdokumendiks on Nõukogude Liidu kõrgema hariduse ministri käskkiri nr 804 14. juunist 1947.a., milles on märgitud keemiaosakonda kui Tartu Ülikooli füüsika-matemaatikateaduskonna ühte osakonda. Keemia eriala I kursuse komplekteerimiseks kuulutati välja konkurss ning 1. septembril 1947.a alustas osakonna I kursusel õppetööd 17 üliõpilast. Osakonna taasavamisel oli kahes kateedris juba kokku 15 koosseisulist õppejõudu, kellest 6 õppejõudu olid teadusliku kraadiga (magistrid, kes aastatel 1946-1950 atesteeriti keemiakandidaatideks). 1947. aastal algab uus etapp rohkem kui 150 aastat tagasi Tartu Ülikoolis ellukutsutud keemiaosakonna arenguloos.



## TÜ keemiaosakond aastatel 1947-2002

I.Koppel, V.Past

Tartu Ülikooli keemiaosakond on oma 200-aastase ajaloo vältel üle elanud mitmeid pöördelisi sündmusi. Osakond suleti 1936. aastal seoses Tallinna Tehnikaülikooli avamisega ning keemiat õpetati ülikoolis vaid teiste erialade üliõpilastele. Õppejõududel tuli töötada peahoones laboriks ebasobivates ja puudulikult sisustatud ruumides. Pärast 1936. aastat oli õppejõudude pere kandnud suuri kaotusi. Nii juhtuski, et 1944. a. lõpus oli kahes keemiakateedris kokku vaid 5 õppejõudu, kellest ainult 2 olid töötnud Eesti ülikooli keemiaosakonnas.

1947. aasta 1. septembril alustas keemiaosakond Tartu Ülikoolis jälle tegevust hõlmates endasse anorgaanilise (juhataja dots. N.Rägo) ja orgaanilise keemia kateedreid (juhataja dots. H.Sossi). Veidi hiljem, 1948.a. lisandus neile iseseisva allüksusena ka analüütilise keemia kateeder (dots. H.Ottas).

1947. a. alustas osakond tööd 15 koosseisulise õppejõuga, kelle seas oli ka farmatseute, tööstuskeemikuid, endisi kooliõpetajaid.

Vaatluse all olevat ajajärku keemiaosakonna tegevuses võib jaotada tinglikult neljaks arenguperioodiks. Esimesel perioodil (ajavahemik 1947-1957) oli tähelepanu keskmes õppetöö korraldamine, õppelaborite sisustamine, vajaliku eestikeelse õppekirjanduse väljaandmine. Nõuetekohase õppetöö organiseerimisel osakonnas tehti kateedrijuhatajate N.Rägo, H.Sossi, H.Ottase eestvõttel palju tööd. Ruumide probleem lahenes 1950.a. keemiakateedrite ülekolimisel peahoonest praegusesse keemiahoonesse. 1950-ndatel aastatel vahetus välja peaaegu kogu keemiakateedrite õppekoosseis. Noorte õppejõududena rakendati kateedrites tööle nii Tartu Ülikooli keemiaosakonna lõpetanuid (V.Past, T.Ilomets jt.) kui ka mõningaid keemikuid teistest kõrgkoolidest (V.Palm, A.Moskvin jt.). Noorenenud kollektiivis jäi esialgu madalaks teadusliku kraadiga õppejõudude osakaal. Üldse õnnestus osakonnas esimese tööperioodi vältel uurimistöö alal võrdlemisi vähe ära teha (ilmsid üksikud artiklid, dissertatsioonid Tartus ei kaitstud), esimesed Tartu õppejõudude kandidaadiväitekirjad kaitsiti Moskvas 1956.a. (V.Palm, V.Past).

Selles olukorras sai viiekümnendate aastate teisel poolel osakonna edasist arengut määravaks teguriks teaduslik uurimistöö.

Teise arenguperioodi (1958-1977) alguseks oli osakonnas kujunenud soodus situatsioon efektiivseks teadustööks. Kateedrite koosseisus oli teadushuvilisi noori keemikuid, olid loodud võimalused kaasaegse teadusaparatuuri soetamiseks, olid kujunenud sidemed teiste teaduskeskustega Moskvas, Leningradis jm. Olulist osa teadustöö materiaalse baasi kindlustamisel etendas lepinguline uurimistöö, mille täitmisse keemiakateedrid lülitsid esimeste seas ülikoolis (alates 1956-1958. aastast). Perioodi jooksul laienesid need kontaktid ka Lääne suunas: sai alguse teaduskoostöö USA, Rootsi, Tšehhi, Kanada jne. teadlastega. Kateedrite koosseisud laienesid lepingulisele tööle võetud uurijate arvel.

1950-ndate aastate teisel poolel tekkisid osakonnas perspektiivsed uurimissuunad füüsikalise orgaanilise keemia, elektrokeemia, luminofooride keemia ja ionvahetuse uurimise alal. Teaduse arengu kindlustas kahe problemlabori loomine. Esimeseks problemlaboriks ülikoolis ja ka Eestis oli 1958.a. V.Palmi initsiatiivil ja teaduslikul juhendamisel tööd alustanud Keemilise kineetika ja katalüüsi labor (KKKL). 1961. aastal asutati Elektrokeemia problemlabor, mille teaduslikuks juhendajaks kinnitati V.Past. Nimetatud laboritel oli suuri teeneid teadustöö edendamisel ja teadlaskaadri

koolitamisel meie osakonnas ja nad töötasid edukalt kuni osakonna restruktureerimiseni 1992.a. KKKL-i ja orgaanilise keemia kateedri baasil alustati V.Palmi poolt 1964.a. ajakirja "Organic Reactivity" väljaandmist. Ajavahemikus 1964-1993 ilmus nimetatud rahvusvahelise levikuga ajakirja üle 100 numbri. Ca 30 aasta jooksul oli "Organic Reactivity" Eestis ainsaks Current Contents'i registris olevaks ajakirjaks.

V.Palm oli üheks pioneeriks ka suuremate, üleliidulise ja ka rahvusvahelise osavõtuga orgaanilise reaktsioonivõime alaste konverentside organiseerimisel ja läbiviimisel Tartus ja Käärikul 1962, 1968, 1970 aastatel. Veidi hiljem (1968), V.Pasti ja U.Palmi eestvõttel said alguse üleliidulise kandepinnaga sümposioonid elektrodprotsesside kineetika valdkonnas. 1996.a. organiseeriti esimene Läänemere maade Elektrokeemia Konverents, mis on muutunud kaasajal läänemerepiirkonna elektrokeemikute foorumiks (J.Tamm, E.Lust). Niinimetatud laborites viljeletud teadustöö suunad kui ka põhiliselt lepingulise uurimistöö raames alguse saanud luminofooride alased uurimis- ja rakendustööd on säilitanud oma elujõu tänaseni.

Ajavahemik 1958-1977 kujunes keemiaosakonna intensiivse arengu perioodiks kõikides töövaldkondades. Eriti silmatorkav oli edasimineku teadusliku uurimistöö ja töötajate teadusliku kvalifikatsiooni alal. 20 aasta jooksul tõusis õppejõudude ja teadustöötajate arv 23-lt 85-ni ja teaduskraadiga töötajate arv 4-lt 36-ni. Perioodi vältel suurenes üliõpilaste vastuvõtt 25-lt 40-ni, mis oli seotud eeskätt pedagoogide ettevalmistuse laienemisega. Osakonna lõpetas sellel perioodil 480 keemikut ja keemiapedagoogi, kelle ettevalmistuse tasemele on kaadri tarbijate poolt antud valdavalt kiitvaid hinnanguid.

Kolmandat vahemikku (1978-1991) võiks nimetada stabiliseerumise perioodiks. Õppejõudude ja teadustöötajate üldarv osakonnas saavutas taseme 90-100, kusjuures kraadiga töötajaid oli 40-45. Traditsiooniliste teadussuundade kõrval olid ülikoolis intensiivselt hakanud arenema bioorgaaniline keemia (J.Järv), gaasifaasiliste ioonmolekuli reaktsioonide keemia ja keskkonnaefektide alased uuringud (I.Koppel), orgaaniline süntees (T.Rodima, U.Mäeorg), keskkonnakeemia (T.Tenno), arvutikeemia (M.Karelson), analüütiline keemia ja mõned teised keemiaharud, millele on valdavalt osaks saanud rahvusvaheline tuntus ja tunnustatus. 1978.a. rajati Orgaanilise sünteesi harulabor (juhendaja H.Timotheus) ja 1986.a. Bioorgaanilise keemia labor (juhendajad J.Järv ja V.Palm).

Kokku kaitsiti ajavahemikus TÜ KO töötajate ja selle lõpetajate poolt 1947-1991 rohkem kui 15 doktoritööd, ja rohkem kui 140 kandidaaditööd, TÜ KO töötajate poolt publitseeriti üle 1000 artikli ja 20 monograafia. Keemiaosakonna lõpetas sellel perioodil 1036 üliõpilast.

Eesti taasiseseisvumine 1991.a. lõi uued tingimused ja perspektiivi Tartu Ülikooli ja tema keemiaosakonna edasiseks arenguks ning struktuursete reformide läbiviimiseks nii teadus- kui ka õppetöö korralduses.

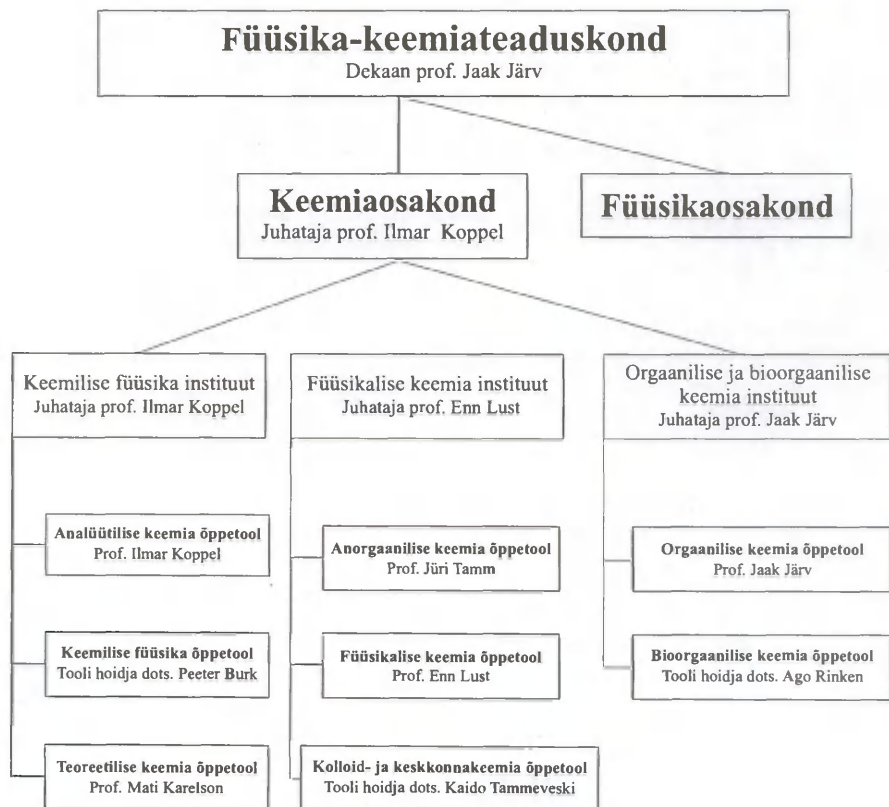
Taasiseseisvusaja arenguperioodi (1992-2002) alguses käivitus TÜ ja tema allüksuste üleminek professori-kesksele õppe- ja teadussüsteemile. 1992.a. kevadsuvel valiti TÜ keemiaosakonnas esimesed korralised professorid. 1993.a. alguses formeeriti senistest kateedritest nendest restruktureerimise, uurimislaborite kaotamise ja õppe- ning teaduspersonalitöö ümberkorraldamise ja osalise koondamise teel 3 instituuti, mis kuuluvad keemiaosakonna koosseisu ja mis omakorda koosnevad korraliste professorite juhitavatest lähedase profiiliga õppetoolidest (õppejõud,

teadurid, abipersonal).

Selle reformi tulemusena kujunes senisest anorgaanilise keemia kateedrist ja elektrokeemia laborist füüsikalise keemia instituut (1993-1994 juhataja prof. V.Past, 1994-1999, prof. T.Tenno, 1999-2002, prof. J.Tamm, alates 2002. a. on juhatajaks prof. E.Lust).

Analüütilise keemia kateedrist, osast orgaanilise keemia kateedrist ja valdavast osast keemilise kineetika ja katalüüsi laborist ning bioorgaanilise keemia laboritest formeerus keemilise füüsika instituut (juhataja alates 1993. a. prof. I.Koppel). Järelejäanud osast orgaanilise keemia kateedrist moodustus orgaanilise keemia instituut (juhataja 1993-2001 prof. A.Tuulmets).

Nimetatud 3 instituuti kuulusid keemiaosakonna (juh. 1993-1996 prof. J.Järv, 1996-2001 prof. A.Tuulmets, alates 2001. a. prof. I.Koppel) koosseisu. Viimane struktuurne muudatus TÜ KO koosseisus leidis aset 2001.a. kevadel, kui bioorgaanilise keemia õppetool viidi keemilise füüsika instituudist üle orgaanilise keemia instituuti (juh. alates 2001.a. prof. J.Järv), mille tulemusena orgaanilise keemia instituut nimetati ümber orgaanilise ja bioorgaanilise keemia instituudiks. Käesoleval ajal on TÜ keemiaosakonna struktuur järgmine:



Keemiaosakonna koosseisus töötab ca 60 õppejõudu (sh. 5 professorit, 2 emeriitprofessorit, 1 uurijaprofessor, 3 Eesti TA akadeemikut, 10 dotsenti, 11 lektorit ja assistenti), 30 vanemteadurit ja teadurit ning ca 20 inimest abipersonali. Teadus- ja õppetöös osaleb üle 50 doktoriõppe ja ca 60 magistriõppe üliõpilast. Bakalaureuseõppes on ca 100 üliõpilast.

Keemiahariduse ümberkorraldamisel TÜ keemiaosakonnas vastavalt uutele vajadustele ning Euroopa dimensioonidele ja standartidele on KO-l suureks abiks olnud mitmed Euroopa Liidu TEMPUS programmid, mille raames on sadade inimkuude ulatuses toimunud doktori- ja magistriõppe üliõpilaste ning õppejõudude pikema- või lühiajalisi koolitus- ja enesetäiendusreise juhtivatesse Euroopa ülikoolidesse. 1999.a. läbisid kõik TÜ KO keemia-alased õppekavad (B.Sc., M.Sc., Ph.D. tasemel) edukalt rahvusvahelise akrediteerimise.

Käesoleval ajal on TÜ KO käsutuses on 75% TÜ keemiahoonest (Tartu, Jakobi 2) ehk ca 5000 m<sup>2</sup>, millest ca 3000 m<sup>2</sup> on teadus-arendustöö ning kraadiõppe vajadusteks. Möödunud aastal (2001) alanud intensiivne uurimis- ja õppelaborite renoveerimine ning kaasajastamine jõuab lõpule tulevaks aastaks. Põhiline uurimisaparatuur, sünteesilaborid, kaasaegne tarkvara on olemas kas vahetult keemiaosakonnas (FT TMR, GC-MS, pH-meetrid, tiitrimiskompleksid, FT IR, UV/VIS, AAS, AES, HPLC, GC, ionkromatograafid, beeta-loendajad, tsentrifuugid, professionaalsed, kontrollitava atmosfääriga kuivkapid, kõrgtemperatuurised ahjud, AFM, STM, TLD dosimeetrilised kompleksid, potentsiostaadid, polarograafid, impedantsi mõõtmisseadmed, spektrofluorimeetrid, Linux-PC klaster, Silicon Graphics, SUN ja DEC tööjaamad ning kaasaegsed kvantkeemia programmikompleksid Gaussian 98, Spartan 02, Hyperchem, Turbomole, Jaguar) või siis meil koostööpartnerpartnerite juures Tartus, Tallinnas või välismaal (EPR, FT ICR, TOF MALDI, sünkrotronkiirguse allikad jne.).

Keemiaosakonna teadustöö põhisuundi iseloomustab püüdlus alus- ja rakendusuuringute sümbioosile, tehes panuse eelkõige selliste alusuuringutele, mille tulemusena kasvab potentsiaalset ja/või otsest praktilist kasu rakendus- ja arendustegevuses ning uute tehnoloogiate väljatöötamises.

**Toome siinkohal mõned märksõnad valdavalt interdistsiplinaarsete alus- ja rakendusuuringute eelissuundade kohta:**

- \* keemiliste reaktsioonide teooria ja selle rakendused (M.Karelson),
- \* happelis-aluselised tasakaalud ja nende kaasaegsed rakendused (I.Koppel, P.Burk, I.Leito),
- \* bioaktiivsed ühendid ja nende rakendused ravimite loomisel ning proteoomi analüüsil (J.Järv, A.Uri),
- \* uued keemiliste molekulide sünteesimeetodid ja nende tehnoloogilised võimalused (U.Mäeorg, A.Uri, T.Rodima),
- \* moodsate kõrgefektiivsete jõuallikate (kütuseelemendid, super-kondensaatorid, Li-ioonpatareid) ja nende komponentide alus- ja rakendusuuringud ning väljatöötused (E.Lust, J.Tamm, I.Koppel),
- \* moodsad analüüsimeetodid ja nende rakendused keskkonnakaitstes (näiteks dosimeetiline analüüs, elektrokeemilised- ja biosensorid), analüüsis ja materjalide sertifitseerimisel (I.Leito, M.Kerikmäe, L.Paama, M.Danilkin),
- \* nanostruktuurset materjalid ja kõrgtemperatuurne piirpinna ja tahkiste elektrokeemia (E.Lust, J.Tamm jt.).

### **Tehnoloogiaarenduste hulgast tuleb märkida:**

- \* haruldaste muldmetallide ja nende derivaatide tootmise uued tehnoloogiad (M.Karelson, koostöö A/S Silmetiga),
- \* keskkonnamonitooringus rakendatavad moodsad analüüsimeetodid (T.Tenno, I.Leito, K.Tammeveski),
- \* nanotehnoloogia alased uuringud rakendatuna materjaliteaduses (M.Kerikmäe, M.Daniilkin),
- \* proteoomi uuringutele suunatud tehnoloogiate arendamine koostöös mitmete rahvusvaheliste keemia- ja biotehnoloogia (s.h. proteoomika) kompaniidega (J.Järv, A.Rinken),
- \* keemilise analüüsi ja vastavushindamise alaste teenuste esitamine avalikule sektorile (I.Leito).

### **Koostöösidemete arendamine hõlmab:**

- \* rahvuslikku tööstust (A/S SILMET, A/S Elcogen),
- \* rahvusvahelisi firmasid (Studsvik AB, Amersham, Dow Corning, Skeleton Technologies, Inc. Switzerland, Tartu Technologies LTD, Superfarad Svenska AB, Aqua Consult Inc. GmbH Hannover jne.).
- \* spin-off kompaniisid (Lumifor, Torrosen, jne.)
- \* valitsusasutusi (EV Kaitsemististeerium, EV Majandusministerteerium, Keskkonnaministerteerium, Tervisekaitseinspeksioon, Tolliamet, EPA(USA), DOE(USA), Euroopa Komisjoni-Joint Research Centre jne.)
- \* kohalikke omavalitsusorganeid.

### **Olgu siinkohal toodud ka loetelu viimaste aastate silmapaistvamatest uurimistulemustest:**

1. Mitmete kvantkeemiliste, statistiliste, molekulaar-mehhaaniliste ja teiste arvutuskeemia meetodite rakenduspiiride uuringud. Saadud tulemused omavad olulist tähtsust tehnoloogiliste protsesside kvantitatiivsel kirjeldamisel. Tööde tsükkel (M.Karelson) sai EV riikliku teaduspreemia 2001. a.

2. Töötati välja uued põhimõtted ülitugevate Br<sub>n</sub>stedi hapete loomiseks, mis võimaldavad prognoosida selliste superhapete olemasolu, mille absoluutne happelisus ületab rohkem kui 1070 korda (70 suurusjärku!) väävelhappe happelisuse (nt. closo-CB11H13 derivaadid). Töö tulemustel on olulised potentsiaalsed rakendused Li-ioonpatareide ja elektrokeemiliste superkondensaatorite tehnoloogias, kõrgefektiivsete stereoselektiivsete katalüsaatorite loomisel, haruldaste muldmetallide tootmistehnoloogias, nn. "roheliste" lahustite sünteesil jne. Tööde tsükkel "Happelis-aluseliste tasakaalude uurimine gaasifaasis ja lahustes" sai 1998. a. EV preemia (prof. I.Koppel, P.Burk, I.Leito, V.Mäemets).

3. Biokineetika, bio-orgaanilise peensünteesi ja struktuur-aktiivsus sõltuvuste kombineeritud kasutamine koos kaasaegsete raku- ja molekulaarbioloogia meetoditega (koekultuurid, insenergeneetilised meetodid valkude saamiseks ja modifitseerimiseks, genomika ja proteoomika kasutamine) on võimaldanud teostada mitmeid edukaid ja konkurentsivõimelisi uurimistöid ensüümatalüüsi ja retseptoroloogia alal. Tulemustest võib rõhutada uuringuid valkudes leiduvate potentsiaalsete fosforüleerimiskohtade ennustamise alal, kus kasutatakse proteiinkinaaside spetsiifilisuse andmeid ning valkude primaarstruktuuri andmebaase (proteoomika) ja mille eesmärgiks on uudsete diagnostiliste meetodite loomine. Teine uurimissuund hõlmab muskariinse, dopaminergilise ja P2Y tüüpi nukleotiidide retseptorite ja nendega konjugeeritud G-valkude toimemehhanismide ja nende regulatsiooni-

võimaluste kirjeldamist. Need uuringud viitavad perspektiivsetele rakendustele uute ravimite väljatöötamisel. Prof. J.Järve juhendatavad biokatalüüsi ja retseptoroloogia alased uuringud pälvisid 2000. aastal Eesti Teaduspreemia.

4. Prof. V.Palmi (EV elutöö preemia 1997.a.) poolt loodi väga suuremahuline tehnoloogiliselt oluliste keemiliste reaktsioonide kiirus- ja tasakaalukonstantide andmepank.

5. Luminestsentsmaterjalide alus-, rakendus- ja arendusuuringute tulemusena on loodud (M.Danilkin, M.Kerikmäe, varem: M.-L.Allsalu, E.Pedak) kaasaegne dosimeefriiline kompleks, mis baseerub termoluminestsentsüsteemidel. Keskuses väljatöötatud TLD detektoreid kasutatakse Rootsi, Venemaa, Leedu, jne. aatomielektri jaamades, suuremate EV haiglate radioloogiaosakondades jne.

6. Keemiaosakonnas arendatud mitmesuguste instrumentaalmeetodite (FT NMR, FT ICR, ICP, AAS, AAE, GC, GC/MS, HPLC) rakendused on viinud huvitavatele tulemustele toiduainete analüüsis, ajalooliste mõrtide, kattematerjalide jne. koostise ja omaduste määramisel (V.Mäemets, I.Leito, L.Paama, I.Koppel, J.Pentsuk).

7. Olulist rolli sünteetilises orgaanilises keemias omavad väljatöötatud uused nukleotiidide analoogid ja neil baseeruvad materjalid (afiinsussorbendid, proteiinkinaasi kiibid, A.Uri, J.Järv) ning modernsed ülitugevad fosfaseenidel ja fosforiüliididel baseeruvad orgaanilised superalused.

8. On kindlaks määratud tahke elektroodi pinna kristallograafilise ehituse mõju elektrilise kaksikkihi struktuurile, erinevate orgaaniliste ühendite ja anorgaaniliste ionide adsorptsioonile, samuti mitmete heterogeensete reaktsioonide kineetikale (E.Lust, J.Tamm). On koostatud elektrilise kaksikkihi- ja hübriidkondensaatorid, mida on testitud erinevate ekstreemsete tingimuste korral (E.Lust jt.).

9. On välja arendatud mõningad elektrokeemilised meetodid raskemetallide katioonide analüüsiks erinevates keskkondades (H.Keis).

10. On uuritud elektrit juhtivate polümeeridega modifitseeritud elektroodide elektrokeemilisi omadusi ning on arendatud välja meetodid ionide liikuvuse reguleerimiseks polümeerides (J.Tamm, T.Tamm, T.Silk).

11. Töötati välja amperomeetrilisel hapniku sensoril baseeruvad biosensorid orgaaniliste ainete (näiteks glükoos, fenoolid) määramiseks keskkonnas ja biokeemilise hapniku vajaduse määramiseks heitvetes, kasutades ensüümi või bakteri sidumist sensori membraanile (T.Rinken, T.Tenno, J.Järv).

12. Testiti katalüütiliselt aktiivseid materjale (õhukesekihilised metall-elektroodid (Pt, Au, Hg) hapnikusensorite uute mudelite väljatöötamisel (T.Tenno, K.Tammeveski).

13. Uuriti võre- ja lisandidefektide mõju leelismuldmetallide sulfiidide (LMS) ja oksiidide (LMO) luminestsentsomadustele. Töötati välja uus tehnoloogia LMS luminofooride sünteesiks ja termoluminestsentsdetektorite kalibreerimiseks ning kasutamiseks automaatrežiimis ja/või kaugkontrollis (M.Danilkin, M.Kerikmäe).

2001.a. rahvusvahelise teadusevalveerimise tulemusena on TÜ KO uurimisgruppide kõrgeima võimaliku hinde (excellent) pälvinud I.Koppeli, M.Karelsoni, J.Järve ja M.Danilkini juhitud kollektiivid.

Valdav osa uuringutest on teostatud koostöös arvukate (üle 100) välispartneritega Euroopast, Põhja-Ameerikast, Jaapanist ja Austraaliast.

Viimase tosina aasta jooksul on KO töötajad publitseerinud üle 500 artikli ja monograafia, sh. viimase 5 aasta jooksul ligemale 300 nimetust, mis moodustab ligi 10% analoogilisest teadustoodangust kogu EV-s. Keemiaosakonna on viimase 12 aasta jooksul lõpetanud bakalaureusekraadiga 310 üliõpilast. Magistrikaade on alates 1993.a. kaitstud 93 ja doktorikraade kokku 30 (sh. 20 viimase viie aasta jooksul). Lisaks ülalmainitud neljale EV riiklikule preemiale on TÜ KO töötajad viimase 5 aasta jooksul saanud 9 sihtfinantseerimis- või järeldoktori projekti, üle 50 ETF granti, arvukaid grante või uurimistoetusi EIF, ESTAG-ilt, EV KM, jne. ning kümme granti, projekti jms. EV ja rahvusvahelistelt organisatsioonidelt (FW5, PHARE, INCO jne). Hetkel moodustab TÜ KO erinevatest kodu- ja välismaistest allikatest laekuv toetussumma üle 26 miljoni krooni, sh ca 6 miljonit krooni haridusrahadest, ca 7 miljonit krooni EVHM teadusrahadest, üle 3 miljonit krooni ETF summadest ja rohkem kui 10 miljoni krooni ulatuses rahvusvahelistest grantidest ja projektidest ning EV tööstusettevõtetelt ja teistelt valitsusasutustelt.

2002.a. novembris omistati EV haridusministri käskkirjaga TÜ keemiaosakonna ja TTÜ keemiateaduskonna töötajaid ühendavale kollektiivile (juhid I.Koppel ja E.Mellikov) keemia- ja materjaliteaduse tippkeskuse staatus.

## Keemiaosakonna õppekavad

Peeter Burk

Alates 2002. aastast toimub õppetöö Tartu Ülikoolis uute õppekavade järgi, mis enamusel erialadel (välja arvatud arstiteaduse, hambaarstiteaduse ja proviisori erialadel) koosnevad kolmest astmest:

bakalaureuseaste - mahuga 120 ainepunkti (AP) ja nominaalse õppeajaga 3 aastat

magistriaste - mahuga 80 AP ja nominaalse õppeajaga 2 aastat

doktoriaste - mahuga 160 AP ja nominaalse õppeajaga 4 aastat.

Üks ainepunkt vastab 40 tunnile õppetööle, mille hulka on arvatud nii loengute, seminaride ja praktikumide kestus kui ka üliõpilase iseseisvale tööle kulunud aeg, samuti teadmiste kontrollile kulunud aeg.

Tuleb siiski arvestada, et nimetatud uued õppekavad rakenduvad järk-järguliselt - sellel õppeaastal toimus uute kavade järgne vastuvõtt vaid bakalaureuseõppesse ja uued magistriõppekavad rakenduvad ilmselt alates 2005. aastast.

### Bakalaureuseõppekavade ülesehitus

Vastavalt Tartu Ülikooli õppekavade avamise korrale on keemiaosakonna bakalaureuseõppekavade maht 120 AP ning nominaalne õppeaeg 3 aastat. Suurem osa bakalaureuseõppekavast on üles ehitatud erinevat tüüpi moodulitest. Moodul on teatud õppeinete komplekt, mis on õppekavas fikseeritud ja tuleb tervikuna läbida. Moodulid on mahuga 16 AP ja 4 AP. Moodul võib olla kohustuslik või valitav. Ka kohustusliku mooduli sees võib olla valitavaid õppeaineid (näiteks tuleb kolmest alternatiivsest ainekst valida üks).

Lisaks erinevatele moodulitele sisaldavad kõik õppekavad vabaaineid 8 AP mahus. Vabaaine on üliõpilase vabalt valitud õppeaine oma või ka mõnest muust ülikoolist. Vabaaineks võib valida kõiki ülikoolis õpetatavaid õppeaineid, kui nende eeldused on varem tehtud.

Iga bakalaureuseõppekava sisaldab peaainet, milleks on fikseeritud ainetekomplekt, mille läbimine on üliõpilasele kohustuslik bakalaureusetaseme saavutamiseks. Peaaine koosneb kahest alusmoodulist (16 + 16 AP), ühest suunamoodulist (16 AP), ühest erialamoodulist (16 AP) ja bakalaureusetööst (4 AP). Seega on peaaine maht kokku 68 AP.

Alusmoodul on baas- ja üldainete komplekt. Iga õppekava sisaldab kahte alusmoodulit (a 16 AP), mis on üliõpilasele kohustuslikud. Keemiaosakonna õppekavade üks alusmoodul on ühine kõigi täppisteaduste valdkonna õppekavadega.

Suunamoodul on ainetekomplekt valdkonna (täppisteadused) siseseks spetsialiseerumiseks. Üliõpilane on kohustatud sooritama ühe suunamooduli antud õppekavast, teise suunamooduli võib ta valida kas samast või ka mõnest teisest õppekavast. Nii võib keemia tudeng valida omale teiseks suunamooduliks kas keemia teise suunamooduli või siis näiteks majandusteaduse mooduli (kui ta on eelnevalt läbinud majandusteaduse suunamooduli eeldused). Teiseks suunamooduliks võib valida ka mõne erialamooduli, kui selle mooduli valimise eeltingimused on täidetud.

Erialamoodul on ainetekomplekt, mille baasil on võimalik jätkata erialaõpinguid magistritasemel. Ka kahest erialamoodulist on üks üliõpilasele kohustuslik antud õppekavast, teise võib aga valida kas samast või mõnest teisest õppekavast.



Teiseks erialamooduliks võib valida ka suunamooduli.

Valikainete moodulid on 4 AP mahus ained või ainete komplektid, mida üliõpilane võib valida kõigist õppekavadest. Bakalaureuseõppekava täitmiseks tuleb valida 3 valikmoodulit (seega kokku 12 AP). Valikmoodulite mõte on võimaldada õppijal sooritada teise õppekava suuna- või erialamooduli eeldusaineid või omandada laiemaid teadmisi peaines. Üliõpilasel on vabadus valida, kumba varianti ta kasutab. Valikmoodulite ning suuna- ja erialamooduli valimine väljastpoolt oma õppekava annab üldjuhul lisavõimaluse vastava eriala magistriõppesse kandideerimiseks. Selline bakalaureuseõppekavade kohustuslik struktuur annab tudengitele suhteliselt vabad käed oma õpingute planeerimisel. Võimalik on õppida ainult oma peaainet ja saada selles juba kolme aastaga piisavalt sügavad teadmised. Samas on võimalik ka lähtudes oma huvidest valida selline valitavate moodulite komplekt, mis võimaldab edukat jätkamist mitmetes piirteadustes, mida bakalaureusetasemel ei õpetata. Paraku kaasneb sellise vabadusega aga oht, et tudeng võib valida sellise valikmoodulite komplekti, millest tal bakalaureusetaseme lõpetamise järel erilist kasu ei ole ja tuleb magistritasemel hoopis osa bakalaureuseastme aineid järele võtta. Seetõttu soovitaksin kõigil üliõpilastel hoolega järele mõelda, enne kui hakata valida valikmooduleid väljastpoolt oma peaainet. Peaaine valikmoodulid on eriala tundjate poolt sügavalt läbi mõeldud ja sellistena annavad ka kindluse, et saadud teadmised on piisavad valitud erialal jätkamiseks.

Õppekava toodud struktuur seadis raskesse olukorda ka õppekavade koostajad, kuna tuli arvestada võimalustega, et õppekavast sooritatakse vaid kohustuslik osa (kaks alusmoodulit, üks suuna- ja üks erialamoodul). Samas peab aga ka see suhteliselt väike osa (umbes pool varasemast nelja-aastasest õppekavast) andma tudengile põhiteadmised oma peaainet ja võimaldama jätkamist magistrantuuris. Samuti tuleb uue õppekava erialamoodulite ja magistritaseme õppekavade planeerimisel arvestada tudengite erineva ettevalmistusega sõltuvalt läbitud peaaine moodulite arvust.

## **Magistriõppekavade ülesehitus**

Vastavalt Tartu Ülikooli õppekavade avamise korrale on keemiaosakonna bakalaureuseõppekavade maht 80 AP ning nominaalne õppeaeg 2 aastat. Magistriõppekava koosneb magistriõpingutest (60 AP) ja magistritööst (20 AP). Magistriõpingud sisaldavad vabaaineid 4 AP mahus.

Erinevalt senistest õppekavadest, kus magistrikraad oli esimeseks teaduskraadiks, annab uue magistriõppekava läbimine vaid akadeemilise kraadi. Seetõttu on nõuded magistikraadi saamiseks ka mõnevõrra lihtsamad, eriti teadustöö osas - ennekõike ei nõuta uutelt magistrilt oma teadustöö publitseerimist rahvusvaheliselt retsenseeritud ajakirjas (kuigi see on soovitatav).

## **Keemiaosakonna õppekavad**

Keemiaosakonnas on käesoleval ajal bakalaureusetasemel võimalik õppida keemiat, materjaliteadust (koostöös füüsikaosakonnaga) ja keskkonnatehnoloogiat (koostöös bioloogia-geograafiateaduskonnaga).

Magistritasemel saab õppida keemiat, rakenduskeemiat, gümnaasiumi keemiaõpetajaks, molekulaartehnoloogiat, materjalitehnoloogiat (koostöös

füüsikaosakonnaga) ja keskkonnatehnoloogiat (koostöös bioloogia-geograafia-teaduskonnaga).

Doktoritasemel on keemiaosakonnas võimalik õppida keemiat, keskkonna- ja molekulaartehnoloogiat.

### **Keemia bakalaureuseõppekava**

Lähtudes ülaltoodud kohustuslikust õppekava struktuurist ja vajadusest arvestada erinevate õppekava läbimise viisidega sai oluliselt muudetud ka keemia õppekava ülesehitust. Eelneva, keemia eri suundadel põhineva ülesehituse asemel püüti rakendada rohkem integreeritud lähenemist, kus igal aastal leiaksid põhimõtteliselt käsitlemist kõik keemia põhiharud ja iga järgnev aasta võimaldaks varasemate aastate baasil samas üha sügavamat ainekäsitlust. Eesmärgiks oli asendada senine keemia õpetamise praktika, kus tudeng sai "mosaiikpildi keemiast" kokku alles studiumi lõpuks lähenemisega, kus igal õppeaastal omandaks pilt üha rohkem sügavust ja värve. Esimesel aastal õpetatakse keemia erialal lisaks matemaatikale ja füüsikale kursust "Keemia alused". Kursus põhineb tunnustatud inglise keelset Loretta Jonesi ja Atkinsi õpikul "Foundations of chemistry" ja annab üliõpilastele põhiteadmised kõigil keemia aladel (näiteks füüsikalises, analüütilises, anorgaanilises, orgaanilises ja biokeemias). Edasised, enam spetsialiseeritud keemia kursused saavad seega baseeruda ja edasi arendada juba omandatud teadmisi.

Keemia õppekava teine aasta koosneb kahest olulisest kursusest -"Keemia teoreetilised alused", kus käsitletakse kõiki keemia tähtsamaid teooriaid (koosneb põhiosas füüsikalises keemiast) ja "Analüütiline keemia", mis annab ülevaate kõigist keemias kasutatavatest eksperimentaalsetest (analüüsi) meetoditest. Kohustuslik suunamoodul sisaldab mõlema kursuse põhialuseid ja valitavas suunamoodulis antakse põhjalikum aine käsitus.

Keemia õppekava kolmas aasta sisaldab endas juba spetsialiseeritumaid kursusi, nagu orgaaniline keemia, bioorgaaniline keemia, anorgaaniline keemia, keskkonnakeemia, füüsikaline keemia jne. ning lõpeb bakalaureusetöoga.

### **Materjaliteaduse bakalaureuseõppekava**

Kolmeaastane bakalaureuseõpe materjaliteaduses koosneb esimesel aastal peamiselt baasainetest täppisteadustes (füüsika, matemaatika, keemia). Teisel aastal läbitakse materjaliteaduse suunaõpe (aine ehituse, füüsikaliste uurimismeetodite ning analüütilise keemia kursused). Eksperimendioskusi arendavad ulatuslikud laboratoorsed praktikumid nii füüsikas kui keemias. Kolmandal aastal õpitakse tundma materjalitehnoloogiaid ja eriotstarbelisi materjale ning koostatakse materjaliteaduse-alane arendusprojekt.

### **Keskkonnatehnoloogia bakalaureuseõppekava**

Keskkonnatehnoloogia on interdistsiplinaarne eriala ning hõlmab ettevalmistust nii loodusteadustes, sh. keemias, bioloogias, geograafias ja füüsikas kui ka insenertehnilistes distsipliinides. Keskkonnatehnoloogid saavad hea ettevalmistuse keskkonnakeemias, keskkonnanfüüsikas, keskkonnanalüüsi meetodites ning seire tehnoloogias, samuti biotehnoloogiliste protsesside tundmaõppimisel,

mikrobioloogias, ökoloogias ning keemiatööstuse protsesside alal. Kuna keskkonnaprojektide teostamine nõuab sageli ka kompetentsi nii seadusandluse kui ka ökonomika alal, on keskkonnatehnoloogide õppekavva lülitatud keskkonna temaatikaga seostatud vastavad juriidilised ja majandusalased distsipliinid.

Keskkonnatehnoloogia erialal on võimalik spetsialiseeruda järgmistele kitsamatele erialadele: maastiku- ja ökosüsteemide tehnoloogia, heitmete töötlemise tehnoloogia, mikroobsete protsesside keskkonnatehnoloogia ja keskkonnaseire tehnoloogia. Valikainete arvel on võimalik õppida kõrvalainena majandust.

### **Keemia magistriõppekavad (keemia, rakenduskeemia ja keemiaõpetaja)**

Magistritasemel on keemias võimalik valida kolme magistriõppekava vahel: keemia, rakenduskeemia ja keemiaõpetaja. Keemia ja rakenduskeemia õppekavas toimub õppetöö järgmistel kitsamatel erialadel anorgaanilise keemia, kolloid- ja keskkonnakeemia, füüsikalise ja elektrokeemia, orgaanilise keemia, bioorgaanilise keemia, füüsikalise ja analüütilise keemia või teoreetilise ja arvutuskeemia kitsamal erialal.

Keemia ja rakenduskeemia õppekavad sisaldavad 6 AP kõigile suundadele ühiseid aineid, 14 AP suunaspetsiifilisi kohustuslikke aineid, konsultatiivtöö metoodikat (4 AP), menetlus- või tööstuspraktikat (8 AP), magistriseminarit (4 AP), valikaineid 20 AP ja vabaaineid 4 AP. Arvestades võimalust, et osa magistrante pole kõiki keemia bakalaureuseõppekava aineid (valitavad suuna ja erialamoodulid), on määratud reale ainetele eeldusained bakalaureuseõppekavast, mis tuleb tudengil magistriõppes läbida valikainete arvelt.

Keemiahariduse magistriõppekava sisaldab üldkasvatusteaduslikke ja psühholoogilisi õpinguid (16 AP), gümnaasiumi keemiaõpetaja tasemeained (22 AP), ainedidaktilisi õpinguid (8 AP), pedagoogilist praktikat (10 AP), vabaained (4 AP) ja magistritööd keemia didaktikas (20 AP). Kui gümnaasiumi keemiaõpetaja tasemeained on varasemate õpingute käigus sooritatud, siis tuleb nende asemel võtta valikaineid või siis omandada põhikooli õpetaja kvalifikatsioon ühes sama valdkonna ainetest (matemaatika, informaatika või füüsika), sooritades vastava põhikooli õpetaja erialabloki (32 AP) need ained, mis pole läbitud varasemate õpingute käigus.

### **Materjalitehnoloogia magistriõppekava**

Materjalitehnoloogia magistriõpe annab põhjalikud, sh. teadus- ja arendustöö tegemiseks piisavad teadmised materjalitehnoloogias, oskuse anda selles valdkonnas erialaseid konsultatsioone, oskuse töötada meeskonnas ja osaleda projektides. Materjalitehnoloogia magistriõppekava on keemiaosakonnal ühine füüsikaosakonnaga, kusjuures keemiaosakond viib läbi õppetööd keemilise materjalitehnoloogia suunal ja füüsikaosakond füüsikalise materjalitehnoloogia suunal. Õppekava sisaldab 32 AP ulatuses kohustuslikke aineid, millest 20 AP ulatuses aineid on mõlemal suunal ühised ja 12 AP ulatuses on suunale spetsiifilisi aineid. Lisanduvad konsultatiivtöö metoodika (4 AP), magistriseminar (4 AP), menetluspraktika (8 AP) ja magistritöö (20 AP). Valikainete maht on 8 AP ja vabaaineid on 4 AP.

## **Molekulaartechnoloogia magistriõppekava**

Molekulaartechnoloogia magistriõpe on molekulaartechnoloogia valdkonnas (molekulaardisain, molekulaartootmine) tehnoloogiliseks arendustööks kvalifitseeritud spetsialistide ettevalmistamine ettevõtlusele, teadus-arendusasutustele ning riiklikele struktuuridele.

Molekulaartechnoloogia magistriõppekava sisaldab 26 ainepunkti ulatuses kohustuslikke aineid, konsultatiivtöö metoodikat (4 AP), menetluspraktikat (8 AP), magistriseminarit (4 AP), valikaineid 14 AP ja vabaaineid 4 AP. Arvestades võimalust, et osa magistrante pole kõiki keemia bakalaureuseõppekava aineid (valitavad suuna ja erialamoodulid), on määratud reale ainetele eeldusained bakalaureuseõppekavast, mis tuleb tudengil magistriõppes läbida valikainete arvelt.

## **Keskonnatechnoloogia magistriõppekava**

Keskonnatechnoloogia magistriõppe eesmärgiks on anda terviklik akadeemiline keskkonnatechnoloogiline haridus, alusteadmised õpingute jätkamiseks doktoriõppes ja pädevus töötamiseks keskkonnatechnoloogia spetsialistina. Spetsialiseeruda on võimalik mikroobsete protsesside tehnoloogia, geotechnoloogia, ökosüsteemide tehnoloogia, ökotechnoloogia, heitmete tehnoloogia ja keskkonnaseire tehnoloogia erialadel.

Keskonnatechnoloogia magistriõppekava sisaldab ühe kõigile kohustusliku erialamooduli (20 AP), erialase valikmooduli (36 AP) ja vabaaineid 4 AP.

## **Doktoriõppekavad**

Doktoritasemel on keemias võimalik valida kolme õppekava vahel: keemia, keskkonnatechnoloogia ja molekulaartechnoloogia. Keemia õppekavas toimub õppetöö järgmistel kitsamatel erialadel: anorgaaniline keemia, kolloid- ja keskkonnakeemia, füüsikaline ja elektrokeemia, orgaaniline keemia, bioorgaaniline keemia, füüsikaline ja analüütiline keemia või teoreetiline ja arvutuskeemia. Eesmärgiks on kõrgeima teadusliku kvalifikatsiooniga spetsialistide ettevalmistamine.

Doktoriõppe sisuks on põhiliselt teaduslik uurimistöö, sellega seonduv innovaatiline tegevus ning tulemuste publitseerimine. Doktoritöö kaitsmisele võtmiseks peab dissertandil olema ilmunud vähemalt kolm artiklit rahvusvahelise levikuga teadusajakirjades.

Doktoriõpe koosneb doktoriõpingutest (40 AP), sealhulgas kohustuslik õppetöö, ja doktoritööst (120 AP). Doktorandi teadus- ja arendustöö tulemuslikkust hinnatakse kord aastas doktorantide atesteerimisel ja kokkuvõtlikult doktoritöö kaitsmisel.

## Keemiaosakond ja keemiaolümpiaad

Rein Pullerits, Uno Mäeorg

Iseseisva töö hästitoimivaks stiimuliks õpilastele on neile võimaluse loomine võrdlemaks oma teadmisi ja oskusi eakaaslaste omadega.

2003. a möödub pool sajandit esimese täppisteaduste olümpiaadi korraldamisest Eestis. Rahvusvahelist keemiaolümpiaadi (RKO) on korraldatud 34 korda. Eesti osalemine RKO-l sai võimalikuks tänu A/S "Alexela" toetusele ja tema juhatuse esimehe Urmas Pasti vahetule tegutsemisele 1993. a.

Meie õpilaste iga-aastane keemiaolümpiaad koosneb ülesannete lahendamise lahtisest võistlusest, kooli-, piirkonna- ja üle-eestilisest võistlusest, enne Balti keemiaolümpiaadi nädal aega kestvast I treeningkogunemisest, nädal aega kestvast II treeningkogunemisest ja vahetult enne RKO-d korraldatavast kvalifikatsioonivõistlusest. Kõike seda organiseerib EV Haridusministeeriumi vahenditega TÜ Täppisteaduste kool. Läbiviijaks on TÜ keemiaosakonna õppejõud, teadurid, laborite töötajad, kraadiõppurid ja üliõpilased - igal aastal kokku üle 30 inimese. Lahtise võistluse, piirkondliku ja üle-eestilise olümpiaadi ülesanded ja lahendused on siiani ilmunud 11 kogumikus (40. keemiaolümpiaad ilmus 1993. a ja 49. keemiaolümpiaad ilmus 2002. a). RKO-le saab iga osalev riik saata neli võistlejat. Viimasel, 34. RKO-l oli osalejaid maid 57. Õpilasi autasustatakse edukuse alusel - esimesed 10% saavad kuldmedali, järgmised 20% hõbe- ja järgmised 30% pronksmedali. Õpilased, kelle tulemus esimese 60% hulka ei mahu, kuid on lahendanud vähemalt ühe probleemi veatult, saavad diplomi "Kiitusega märgitud".

### Rahvusvahelistel keemiaolümpiaadidel on autasustatud:

#### 26. RKO. Oslo. 1994

Jaak SUURPERE, Tallinna Reaalkool (pronks). Lõpetas TÜ keemiaosakonna Matti MÖTTUS, Tartu Miina Härma Gümni (diplom). TÜ füüsika doktorant. Ain UUSTARE, Tartu Hugo Treffneri Gümni (diplom). TÜ keemia doktorant.

#### 27. RKO. Peking. 1995

Ain UUSTARE (pronks)  
Jaak SUURPERE (pronks)

#### 28. RKO. Moskva. 1996

Ain UUSTARE (hõbe)  
Olga TŠUBRIK, Tallinna Tõnismäe Reaalkool (pronks). TÜ keemia doktorant.  
Artur JÕGI, Tallinna 53. Keskkool (pronks). TÜ keemiagaster.  
Aleksi LULLA, Narva Pähklimäe Gümni (pronks). TÜ biokeemia magistrant.

#### 29. RKO. Montreal. 1997

Valeria SIZEMSKAJA, Narva Pähklimäe Gümni (hõbe). TÜ biokeemia magistrant  
Anton ŠAMUSSENKO, Tallinna 6. Õhtukeskkool (pronks). Õppis TÜ-s keemiat.  
Olga TŠUBRIK (pronks) Kaido VIHT, Tallinna Pirita Majandusgümni (diplom). TÜ keemia magistrant.

30. RKO. Melbourne, 1998

Valeria SIZEMSKAJA (pronks)

31. RKO. Bangkok, 1999

Erki TEMPEL, Türi Majandusgümn (pronks). Õpib TÜ-s keemiat.

32. RKO. Kopenhagen, 2000

Tavo ROMANN, Tartu Hugo Treffneri Gümn (pronks). Õpib TÜ-s keemiat.

Kirill VASSILKOV, Narva Pähklimäe Gümn (pronks). Õppis TÜ-s keemiat.

Aleksei BREDIHHIN, Kohtla-Järve Ühisgümn (diplom). Õpib TÜ-s keemiat.

Jevgenia KOŽEVNIKOVA, Narva Pähklimäe Gümn (diplom). Õpib TÜ-s geeni-tehnoloogiat.

33. RKO. Mumbai, 2001

Tavo ROMANN (hõbe)

Pavel STARKOV, Tallinna Lasnamäe Gümn (pronks). Õpib TÜ-s keemiat.

Mikk EELMETS, Nõo Realgümn (diplom). Õpib TÜ-s geenitehnoloogiat.

34. RKO. Gröningen, 2002

Vladislav IVANIŠTŠEV, Tallinna 53. Keskkooli õpilane (hõbe).

Pavel STARKOV (hõbe).

Siim KARUS, Tartu Hugo Treffneri Gümn (diplom). Õpib TÜ-s majandust.

Jevgenia TAMJAR, Narva Pähklimäe Gümn õpilane (diplom).

## Keemilise füüsika instituut

Ilmar Koppel

TÜ Keemiaosakonna keemilise füüsika instituut (KFI) loodi 1992.a. senise analüütilise keemia kateedri, osa orgaanilise keemia kateedri, keemilise kineetika ja katalüüsi labori ning bioorgaanilise keemia labori baasil. Alates algpäevadest on KFI juhatajaks olnud prof. I.Koppel.

Käesoleval ajal koosneb KFI analüütilise keemia, keemilise füüsika ja teoreetilise keemia õppetoolidest. (vt. lühiülevaateid nende tegevusest käesolevas kogumikus). Pikema aja jooksul, kuni 01.05.2001.a., kuulus KFI koostisse ka bioorgaanilise keemia õppetool, mis seejärel transformeerus orgaanilise ja bioorgaanilise keemia instituudi koosseisu. Tuleb aga mainida, et tänaseni jätkub nimetatud õppetooli ja KFI koostöö ühtse sihtfinantseerimisteema raames.

KFI koosseisu kuulub 2 professorit, 4 dotsenti, 1 lektor, 1 emeriitprofessor, 3 vanemteadurit, 13 teadurit ning 10 inimest abipersonali. Kaks KFI töötajat on Eesti TA akadeemikud. Instituudi juures töötab 17 doktoranti ja 15 magistranti.

KFI õppejõud ja teadurid õpetavad bakalaureuse, magistri ja doktoriõppes kokku 67 kursust (loengud, seminarid, praktikumid) füüsika-keemiateaduskonna, arstiteaduskonna ja bioloogia-geograafiateaduskonna üliõpilastele, magistrantidele ja doktorantidele.

### KFI tegevuse põhisuundadeks on senini olnud:

1. Keemiliste ühendite reaktsioonivõime ja omaduste teooria ja rakendused
2. Raku retseptorite funktsioneerimise molekulaarsed mehhanismid
3. Proteiinkinaaside spetsiifilisus ja toimemehhanismid
4. Aine ehituse uurimine radiospekroskoopia meetoditega
5. Happe-aluseliste tasakaalude eksperimenditaalne ja arvutuslik uurimine gaasifaasis ja dipolaarsetes aprotoonsetes lahustites
6. Superhapete- ja aluste disaini ja rakenduste uurimine
7. Termoluminestsentsdetektorite sünteesi tehnoloogia väljatöötamine
8. Leelismuldmetallsulfiidide kristallvõredefektide moodustamine ja omadused
9. Kvantitatiivne teoreetilis-arvutuslik ja eksperimenditaalne struktuuri ja keskkonna mõju reaktsioonivõimele
10. Keemiametroloogia
11. Leelismetallide kalkogeniidid
12. Aatomemissioon- ja aatomabsorptsioon-spektrokeemiline elementanalüüs
13. Kromatograafiliste meetodite kasutamine toidulisandite uurimisel
14. Metallide komplekside kromatograafiline uurimine
15. ATP analoogide uurimine
16. Prototroopse tautomeeria ja intermolekulaarsete komplekside uurimine
17. Haruldaste ja haruldaste muldmetallide tootmistehnoloogia täiustamine ja väljatöötamine

KFI kaastöötajad on ajavahemikus 1993-2002 publitseerinud üle 400 täismahulise artikli ja monograafia, kaitstud on 19 Ph.D. ja 43 M.Sc. dissertatsiooni.

KFI töötajad on saanud 1 EV teaduse elutöö preemia (V.Palm) ja 3 EV teaduse aastapreemiat (I.Koppel, P.Burk, I.Leito, V.Mäemets 1998, J.Järv 1999, M.Karelson 2001) EV teaduse elutöö preemia sai 2000.a. ka aastatel 1993-1996 KFI keemilise füüsika õppetooli juhtinud E.Lippmaa, kelle põhitöökoht on Rahvuslikus Keemilise füüsika ja Biofüüsika Instituudis.

KFI-l on 3 sihtfinantseerimisteemat, 15 ETF granti, 3 FW5 projekti ning arvukaid EV valitsusasutuste ning eraettevõtluse poolt toetatavaid projekte.

Veebruaris 2001 hindas rahvusvaheline evalvatsioonikomisjon KFI nelja töörühma (M.Danilkin, I.Koppel, J.Järv, M.Karelson) teadustegevuse analüütilise, anorgaanilise ja füüsikalise keemia valdkonnas kõrgeima võimaliku hinde "excellent" vääriliseks (vt. <http://www.ekak.euedu.ee/eval/physical-analytical-and-inorganic-chemistry.htm>, lk. 37, 2.1.7 lõpust).

KFI-l on koostöösidemed rohkem kui 70 ülikooli ja teadusasutusega USA-st, Jaapanist, Saksamaalt, Rootsist, Soomest, Venemaalt, Ukrainast, Hispaaniast, Prantsusmaalt, Inglismaalt, Itaaliast jne., EV juhtivate keemiaalaste õppe- ja teadusasutustega (TTÜ, KBFI, TÜ/FI jt.), EV ministeeriumidega (EV KM, EV MM jt.), ametitega ning tööstus- (näit. A/S Silmet, A/S Estiko jt.) ja äriühingutega.



## Analüütilise keemia õppetool

Ilmar Koppel

Analüütilise keemia kui iseseisva teadusharu kujunemine Eestis sai alguse 19.sajandi I poolel Uurali plaatinamaardlast saadud tooraine analüüsi-alastest (G.Osann) ja element ruteeniumi avastamisele viinud uuringutest (C.Claus). 19. sajandi teisel poolel andsid analüütilise keemia arengusse tõhusa panuse W.Ostwaldi uuringud elektrolüüdi-lahuste alal ning C.Schmidti tööd bioloogiliselt aktiivsete ühendite, kohalike maavarade, jms. analüüsi alal.

Peale keemiaosakonna taasavamist 1947.a. moodustati 1948.a. iseseisev analüütilise keemia kateeder (esimene juhataja dots. H.Ottas, hilisemad juhatajad dots. A.Moskvin, dots. M.-L.Allsalu, dots. L.Suit,prof. Ü.Haldna, dots. H.Laanpere ja prof. I.Koppel), mis eksisteeris kuni ühtesulamiseni 1992.a. koos osa orgaanilise keemia kateedri, keemilise kineetika ja katalüüsi labori ning bioorgaanilise keemia laboriga keemilise füüsika instituudiks, mille koosseisus moodustus seniajani tegutsev analüütilise keemia õppetool (juh. prof. I.Koppel).

Kuni 80-aastate keskpaigani olid 1948-1992.a. eksisteerinud kateedri teadus- ja arendustöös domineerinud luminescentsmaterjalide sünteesi ja uurimise alased projektid, samuti ka ioonvahetuse ning gaasi- ja ioonkromatograafia-alased uuringud. Hiljem lisandusid neile kõrgetemperatuursete ülijuhtide alased tööd, happelis-aluseliste tasakaalude uurimine mittevesilahustes ja gaasifaasis, keemilise metroloogia- ja mitmesuguste instrumentaalanalüüsi meetodite rakendamise seonduvad probleemid ja mitmed muud teemaatikad.

### Personal

#### Õppejõud

professor. Ilmar Koppel emeritprofessor Viktor Palm  
dotsendid Ivo Leito, Uldo Mölder, Jaan Pentšuk  
lektor Lilli Paama

#### Teadustöötajad

vanemteadur Mihhail Danilkin  
teadurid Natalia Palm, Toomas Rodima, Ivari Kaljurand, Juta Koppel, Aime Lust, Viljar Pihl, Tiina Tenno, Vilve Nummert, Mare Piirsalu, Vahur Mäemets

#### Tehniline personal

keemikud M.Steinberg, Maire Tamme, Koit Herodes, Eed Pärnoja, Mare Must, Lilli Sooväli

arvutispetsialist Ivar Koppel, Juhan Põldvere  
tehnoloogiaspetsialist Mihkel Kerikmäe.

laborant Ester Uibopuu

sekretär Marju Rosenthal



*Analüütilise keemia professor  
akadeemik Ilmar Koppel*

## Doktorandid

Aleksander Trummal, Alar Rummel, Priit Alumaa, Mihkel Kerikmäe, Koit Herodes, Eve Koort, Lilli Sooväli, Ivori Kaljurand, Urmas Pille, Mare Piirsalu

## Magistrandid

Juri Hahhalev, Lauri Jalukse, Iris Kahn, Maike Käärik, Signe Leito, Ako Rodima, Villu Ruusmann, Eva-Ingrid Rõõm, Liisi Strauss, Jelena Sramova, Pärt Taev, Julia Traks, Kristi Õige

## **Õppetöö**

### Põhiõppe kursused

Aatomispektromeetria ja keskkonna analüütika (2 AP)

Tehnilise analüüsi praktikum (3 AP)

Analüütilise keemia praktikum I (3,5 AP)

Analüütilise keemia praktikum II (4 AP)

Eripraktikum analüütilises ja füüsikalises keemias (6 AP)

Analüütiline keemia I (2 AP)

Analüütiline keemia II (2 AP)

Analüütilise keemia praktikum I (2 AP)

Analüütilise keemia praktikum II (4 AP)

Analüütiline keemia I (3 AP)

Analüütiline keemia II (2 AP)

Kursusetöö analüütilises keemias (2 AP)

Analüütilise keemia praktikum I (3 AP)

Analüütilise keemia praktikum II (3 AP)

Analüütiline keemia II (1 AP)

Keemia ja inglise keel (2 AP)

Keemia ja internet (2 AP)

Analüütiline keemia I (3 AP, proviisoriõpe)

Analüütiline keemia II (4 AP, proviisoriõpe)

Ravimite kromato-mass-spektromeetiline analüüs ja identifitseerimine (0,5 AP)

Sissejuhatus arvutuskeemiasse (3 AP)

Metroloogia keemias (2 AP)

### Magistriõpe

Eriseminar analüütilises ja füüsikalises keemias (16 AP)

Kromatograafia, elektroforees ja mass-spektromeetria (6 AP)

Vastasmõjud industriaalühiskonnas - tehnoloogia transformatsioon (2,5 AP)

Füüsikalised uurimismeetodid (4 AP)

Instrumentaalanalüüsi meetodid (6 AP)

Modernsed kvantkeemia programmid (3 AP)

Superhapped ja -alused (3 AP, materjaliteadus 4)

Heterogeenne katalüüs (3 AP, materjaliteadus 4)

Materjalide uurimise füüsikalised meetodid (3 AP)

### Doktoriõpe

Moodsad instrumentaalanalüüsi meetodid (6 AP)

Hapete ja aluste keemia (4 AP)

Praktiline arvutuskeemia (4 AP)

Solvendiefektid keemias (4 AP)

Kaasaegse füüsikalise keemia, analüütilise keemia ja füüsikalise orgaanilise keemia valitud peatükid (6 AP)

Eriseminar analüütilises ja füüsikalises keemias (24 AP)

Õppemetoodiline töö keemias (6 AP)

### **Teadustöö põhisuunad**

Analüütilise keemia õppetoolile on iseloomulik uurimis- ja arendustöö ning tehnoloogiline väljatöötlus, mis hõlmab järgmisi põhisuundi:

1. Keemiliste ühendite struktuur ja reaktsioonivõime ja nende rakendused kõrgefektiivsete materjalide ja tehnoloogiate disainis (prof. I. Koppel, I, dots. Leito, dots. P. Burk).

2. Elektronstruktuuri ja lahusti mõju keemiliste ainete ja materjalide omadustele uurimine- (prof. I. Koppel, dots. P. Burk, dots. I. Leito).

3. Hape - alus tasakaalude eksperimentaalne (FT ICR) ja arvutuslik uurimine gaasifaasis ja mittevesilahustes. Neutraalsete superhapete ja -aluste disain ja selle rakendused. Vähimkoordineeruvad anioonid, ioonsed vedelikud ja nende võimalik rakendamine liitiumioonpatareides ning superkondensaatorites - (prof. I. Koppel, dots. P. Burk, dots. I. Leito, teadur T. Rodima, teadur I. Kaljurand).

4. Metallioonide komplekside, toidulisandite, humiinhapete ja polütsükliiliste aromaatssete ainete vaheliste komplekside kromatograafiline uurimine - (dots. J. Pentšuk).

5. Spektroskoopiliste meetodite (UV/VIS, FT NMR, AAS, AES, GC-MS) analüütilised rakendused - (dots. I. Leito, lektor L. Paama, teadur V. Mäemets).

6. Termoluminesentsdetektorite ja luminesentsmaterjalide teooria, disain ja kasutamine (van. teadur M. Danilkin, spetsialist M. Kerikmäe).

7. Kromatograafiliste materjalide väljatöötamine ja arendamine (dots. J. Pentšuk).

8. Metroloogia ja kvaliteeditagamise keemias (dots. I. Leito, teadur V. Pihl).

### **Põhilistest teadustulemustest võib märkida järgmist:**

1. Saavutati olulist edu hape - alus tasakaalude teoreetilise ja eksperimantaalse uurimise alal gaasifaasis ja lahuses. Töötati välja uus printsiip (prof. I. Koppel, dots. P. Burk, dots. I. Leito, Ph.D. Ivar Koppel) ülitugevate Br<sub>n</sub>stedti hapete disainiks ja ennustati uute superhapete olemasolu, mille happelisus läheneb 200 kcal/mol tasemele, s.o. üle 1070 korda suurem väävelhappe tugevusest (closo-CB<sub>11</sub>H<sub>13</sub> karboraanid). Saadud tulemused omavad suurt potentsiaali rakendusteks liitiumioon patareide ja superkondensaatorite arendamisel, kõrgefektiivsete katalüsaatorite loomisel orgaanilise sünteesi tarbeks, haruldaste muldmetallide tootmiseks ja puhastamiseks. Fosfaseenide ja fosfori üliidide teoreetilise ja eksperimentaalse uurimise tulemusena saadi olulist uut informatsiooni nende orgaaniliste superaluste omaduste ja rakendatavuse kohta. Loodi ühtne happesuste ja aluselisuste skaala rea tugevate hapete ja aluste jaoks atseetonitriili keskkonnas. Uurimuste tsükkel "Hape - alus tasakaalude uurimine gaasifaasis ja lahustes" pälvis 1998 a. riikliku preemia keemia ja molekulaarbioloogia alal (prof. I. Koppel, dots. P. Burk, dots. I. Leito, teadur V. Mäemets).

2. Erinevatele instrumentaalanalüüsi meetoditele (FTNMR, FTICR, ICP, AAS, AAE, GC, GC/MS, HPLC) leiti rida huvitavaid rakendusi toiduainete, ajalooliste mõrte, kattmaterjalide analüüsi alal. (dots. I. Leito, lektor L. Paama, dots. J. Pentšuk, teadur V. Mäemets).

3. Töötati välja happelis-aluselise tiitrimise meetodid apolaarse solvendi heptaani keskkonnas (dots. I.Leito, prof. I.Koppel) ning esitati ulatuslik ioon-paari-aluselise skaala THF keskkonnas (dots. I.Leito, teadur T.Rodima, teadur I.Kaljurand, prof. I.Koppel).

4. Töötati välja uued sorbendid ionkromatograafia vajadusteks (dots. J.Pentõuk).

5. Sünteesiti suur hulk kõrgaluselisi fosfaseenide derivaate (teadur T.Rodima).

6. Töötati välja ja uuriti mitmete uute leelismuldmetallsulfiididel ja -oksiididel baseeruvate luminofooride ja nendel baseeruvate termolumi-nestsentsdetektorite töömehhanismi, omadusi ja rakendusi (van.teadur M.Danilkin, spetsialist M.Kerikmäe).

7. Õnnestus realselt käivitada õppetooli kureerida oleva TÜ Katsekoja (KK) tegevus (KK direktor I.Leito).

Analüütilise keemia õppetooli töötajad publitseerisid viimase 5.a. jooksul üle 60 Current Contents'i tasemel publikatsiooni. Valik publikatsioonidest on toodud käesoleva õppetooli kirjutise lõpuosas. Eesti teaduse rahvusvahelise hindamise tulemusena hinnati Tartu Ülikooli keemilise füüsika instituuti, kuhu grupp kuulub, füüsikalise, analüütilise ja anorgaanilise keemia alal 2001. aasta veebruaris Eesti 8 sarnase asutuse hulgas kõrgeima hindega (excellent) (vaata <http://www.ekak.euedu.ee/eval/physical-analytical-and-inorganic-chemistry.htm>). Õppetoolil on tihedad teaduskontaktid rohkem kui 50 välispartneriga kõigil kontinentidel peale Aafrika ja Lõuna-Ameerika.

### Muu tegevus

Eesti TA liige prof. Ilmar Koppel USA Keemiaseltsi liige prof. Ilmar Koppel

Kuningliku Keemiaseltsi (Inglismaa) fellow- FRSC prof. Ilmar Koppel

WATOC liige prof. Ilmar Koppel

AAAS (American Association of Advancement of Science) liige prof. Ilmar Koppel

PHARE Teaduse ja Kõrghariduse reformi programmi (HESR) juhtkomitee liige prof.

Ilmar Koppel

Riigi teaduspreemiate komisjoni liige prof. Ilmar Koppel

TÜ ja TTÜ tehnoloogiakeskuste nõukogude liige prof. Ilmar Koppel

Eesti Teadusfondi nõukogu liige (ekspertkomisjoni esimees - keemia ja molekulaarbioloogia) prof. Ilmar Koppel

TÜ Nõukogu liige prof. Ilmar Koppel

TÜ Katsekoja nõukogu esimees prof. Ilmar Koppel

EV Keemia ja materjaliteaduse tippkeskuse juht prof. Ilmar Koppel

TÜ Katsekoja direktor dots. I.Leito

EV MM metroloogianõukogu liige dots. I.Leito

### Publikatsioonid

1. I.A. Koppel, P.Burk, I.Koppel, I. Leito, T.Sonoda, M.Mishima, Gas-Phase Acidities of Some Neutral Superacids: a DFT and Ab initio Study J. Am. Chem. Soc. 2000, 122, 5114-5124.

2. P. Burk, I.A. Koppel, I.Koppel, R. Kurg, J.-F.Gal, P.-C. Maria, M. Herreros, R. Notario, J.-L.M.Abboud, F. Anvia, R.W. Taft, Revised and Expanded Scale of Gas-Phase Lithium-Cation Basicities. An Experimental and Theoretical Study, *J.Phys, Chem.A.*, 2000, 104, 2824-2833.

3. I.A. Koppel, P. Burk, I. Leito, Generalized Principle of Designing Neutral Superstrong Brønsted Acids, *J. Am. Chem.Soc.*, 2002, 124, 5594-5600.

4. I.Kaljurand, T. Rodima, I. Leito, I.A. Koppel, R. Schwesinger, Self-Consistent Spectrophotometric Basicity Scale in Acetonitrile Covering the Range Between Pyridine and DBU, *J.Org. Chem.*, 2000, 65, 6202-6208.

5. I.A. Koppel, R.W. Taft, F. Anvia, S.-Z. Zhu, L.-Q. Hu, K.-S. Sung, D.D. DesMarteau, L.M. Yagupolskii, N.V. Kondratenko, A. Yu. Volkonskii and V.M. Vlasov, The Gas-phase Acidities of Very Strong Neutral Brønsted Acids. *J. Am. Chem. Soc.* 1994. 116. 7. 3047-3057.

6. I.A.Koppel, R.Schwesinger, T.Breuer, P.Burk, K.Herodes, I.I.Koppel, I.Leito, M.Mishima, Intrinsic Basicities of Phosphorus Imines and Ylides. A.Theoretical Study, *J.Phys.Chem.A*, 2001, 105, 9575-9586.

7. T. Rodima, I. Kaljurand, A. Pihl, I. Leito, I.A. Koppel, Acid-Base Equilibria in Nonpolar Media 2. Self-Consistent Basicity Scale in THF Solution Ranging from 2-methoxypyridine to EtP1(pyrr) Phosphazene. *J. Org. Chem.* 2002, 67, 1873-1881.

8. V. Seeman, M. Danilkin, A. Ots, E. Pedak, L. Pung, (1998) "Fc- centres in plastically deformed CaS polycrystals" *Physica Status Solidi (b)* 208, 367-378.

9. L. Paama, E. Pärnoja, M. Must, P. Perämäki. Optimal conditions for europium and samarium determination in cathodoluminophors by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. *J. of Anal. Atomic Spectr.*, 2001, v.16/11, p.1333-1336.

10. Leito, L. Strauss, E. Koort and V. Pihl, Estimation of Uncertainty in Routine pH Measurement, Accreditation and Quality Assurance, 2002, 7, 242-249.

#### Kaitstud doktoritööd

Peeter Burk, Vahur Mäemets, Mihhail Danilkin, Ivo Leito, Jüri Ivask, Katrin Kollist, Ivar Koppel, Natalia Palm, Viljar Pihl

#### Kaitstud magistritööd

Viljar Pihl, Urmas Muinasmaa, Natalia Palm, Ivar Koppel, Koit Herodes, Mare Piirsalu, Mare Must, Kaido Sillar, Ivari Kaljurand, Aleksander Trummal, Alar Rummel, Kaido Tamm, Urmas Pille, Lilli Sooväli, Eve Koort

## Keemilise füüsika õppetool

Peeter Burk

Keemilise füüsika õppetool loodi Tartu Ülikoolis 1993. aastal. 1993-1996 oli keemilise füüsika professoriks akadeemik Endel Lippmaa. Seejärel oli õppetool mõnda aega täitmata, kuni 2001. aastal määrati õppetooli hoidjaks dotsent Peeter Burk. Seoses sellega on ka õppetooli teadustegevuse ja õppetöö peamised suunad märgatavalt seotud analüütilise keemia õppetooli suundadega.

Õppetooli teadustegevuse põhisuundadeks on gaasifaasiliste ioon - molekul reaktsioonide ja tasakaalude teoreetiline uurimine (näiteks hape - alus tasakaalud ja reaktsioonid Lewisi aluste ning leelismetallikatioonide vahel).

Õppetöös annavad põhikoormuse praegu uue 3+2 õppekava esimese aasta üldise keemia ained, mida õpetatakse koostöös anorgaanilise keemia õppetooliga. Lisaks õpetatakse (koostöös analüütilise keemia õppetooliga) veel mõningaid arvutuskeemia aineid.



*Keemilise füüsika õppetooli hoidja  
dotsent Peeter Burk*

### Personal

#### Õppejõud

Dotsent Peeter Burk

Doktorandid

Kaido Sillar, Kaido Tamm

Magistrandid

Sven Tamp, Kristo Taul

### Õppetöö

#### Põhiõppe kursused

Keemia alused (4 AP)

Keemia aluste seminar (4 AP)

Keemia aluste praktikum (4 AP)

Keemia aluste lühiseminar (2 AP)

Keemia aluste lühipraktikum (2 AP)

Keemia alused (4 AP)

#### Magistriõppe kursused

Sissejuhatus arvutuskeemiasse (3 AP)

Heterogeenne katalüüs (3 AP)

Superhapped ja -alused (3 AP)

## Teadustöö põhisuunad

Õppetooli väikesearvuline grupp on kontsentreerinud oma tegevuse gaasifaasiliste hape - alus tasakaalude uurimisele (sihtfinantseeritav uurimisteema "Superhapped ja -alused", koostöös analüütilise keemia õppetooli ja TÜ Tehnoloogiakeskusega) ning gaasifaasiliste Lewisi aluste ja leelismetallikatioonide vaheliste tasakaalude uurimisele (ETF grant 5196, sihtfinantseeritava teema taotlus 2003.-2007. aastateks).

Gaasifaasiliste hape - alus tasakaalude uurimine. Kvantkeemia ja tihedusfunktsionaali teooria meetoditega uuriti tugevaimate teadaolevate orgaaniliste aluste (fosfori imiinide e. fosfaseenide ja fosfori üliidide) gaasifaasilisi aluselisi ja seoseid nende struktuuri ja omaduste vahel. Tugevaimate teadaolevate aluste - leelismetallide oksiidide ja hüdroksiidide - teoreetilisel uurimisel tuvastati, et seni kirjanduses kasutatavad aluseliste eksperimentaalsed väärtused ei ole usaldusväärsed. Pakuti välja nende suuruste uued väärtused. Lähtudes arvutustest hinnati ka leelismetallide oksiidide ja hüdroksiidide tekkeentalpiate usaldusväärsust. Uuriti ka polü-üünide happelisuse ja teiste omaduste sõltuvust ahela pikkusest. Ahela pikenedes polü-üünide happelisus läheneb asümptootiliselt piirväärtusele, mis vastab lõpmata pikale ahelale. Samas sidemepikkuste alterneeruvus ei kao nagu varem kirjanduses oletatud. Gaasifaasiliste Lewisi aluste ja leelismetallikatioonide vaheliste tasakaalude uurimine. On kirjandusest eksperimentaalselt mõõdetud leelismetallide katioonide afiinsusi (nii suhtelised kui ka absoluutsed väärtused) ja loodud vastav andmebaas. Toimub erinevatest allikatest pärit andmete kooskõllalisuse ja vastavate absoluutsete skaalade ankurdamise kontroll lähtudes nii leitud eksperimentaalsetest andmetest kui ka kõrgetasemelistest kvantkeemilistest ja tihedusfunktsionaali teooria arvutustest. Teoreetilistel arvutustel põhinevate leelismetallide katioonide afiinsuste skaalade loomiseks anioonsete aluste tarbeks on teostatud esmased tihedusfunktsionaali teoorial põhinevad arvutused ja loodud esialgne skaala. Jätkub skaala täpsustamine ab initio (G2MP2) arvutustega. Leelismetallide katioonide ja aluste vaheliste komplekside moodustumise kooperatiivsete efektide (koordinatsioonitsentrite kauguse ja orientatsiooni, mitteklassikalise koordinatsiooni ja ligandi paindlikuse mõju) uurimise raames viidi läbi võrdlevad arvutused prootoni ja liitiumkatiooni liitumisest  $\pi$ -diike-tonidega (atsetüülatseton, heksafluoroatsetüülatseton, diatsetamiid ja heksafluordiatsetamiid). Näidati, et varem välja pakutud liitiumkatiooni liitumise mehhanism ei pea paika ja pakuti välja uus mehhanism.

## Muu tegevus

Ameerika Keemiaseltsi liige dots. P. Burk

Eesti Teadusfondi keemia ja molekulaarbioloogia ekspertkomisjoni liige dots. P. Burk

## Valitud publikatsioonid

1. Calculation of the properties of acid sites of the zeolite ZSM-5 using ONIOM method. Kaido Sillar, Peeter Burk, *J. Mol. Struct. THEOCHEM*, 589-590, 281-290 (2002).
2. Generalized Principle of Designing Neutral Superstrong Brønsted Acids. Ilmar A. Koppel, Peeter Burk, Ivar Koppel, Ivo Leito, *J. Am. Chem. Soc.*, 124, 19, 5594-5600 (2002).
3. Intrinsic Basicities of Phosphorus Imines and Ylides: A Theoretical Study. Ilmar A. Koppel, Reinhard Schwesinger, Thomas Breuer, Peeter Burk, Koit Herodes, Ivar Koppel, Ivo Leito, and Masaaki Mishima, *J. Phys. Chem.*, 105, 41, 9575-9586 (2001).
4. 1,10-Phenanthroline and its Complexes with Magnesium Compounds. Disproportionation Equilibria. Jaana Tammiku, Peeter Burk, and Ants Tuulmets *J. Phys. Chem.*, 105, 37, 8554-8561 (2001).
5. Gas-Phase Basicities and Proton Affinities of Alkali Metal Oxides and Hydroxides. A Theoretical Study. Peeter Burk, Kaido Sillar, and Ilmar A. Koppel, *J. Mol. Struct. THEOCHEM*, 543, 1-3, 223-231, (2001).
6. Quantum chemical calculations of geometries and gas-phase deprotonation energies of linear polyynes chains. Uldo Mölder, Peeter Burk, and Ilmar A. Koppel, *Int. J. Quant. Chem.*, 82, 2, 73-85 (2001).
7. Critical Test of Performance of B3LYP Functional for Prediction of Gas-Phase Acidities and Basicities. Peeter Burk, Ilmar A. Koppel, Ivar Koppel, Ivo Leito, and Oksana Travnikova, *Chem. Phys. Lett.*, 323, 482-489 (2000).
8. Why are carboxylic acids stronger acids than alcohols? The electrostatic theory of Siggel-Thomas revisited. Peeter Burk and Paul von Rague Schleyer, *J. Mol. Struct. THEOCHEM*, 505, 1-3, 161-167 (2000).
9. Gas-Phase Acidities of Some Neutral Brønsted Superacids: A DFT and ab Initio Study. Ilmar A. Koppel, Peeter Burk, Ivar Koppel, Ivo Leito, Takaaki Sonoda, and Masaaki Mishima, *J. Am. Chem. Soc.*, 122, 21, 5114-5124 (2000).
10. Revised and Expanded Scale of Gas-Phase Lithium-Cation Basicities. An Experimental and Theoretical Study. Peeter Burk, Ilmar A. Koppel, Ivar Koppel, Riho Kurg, Jean-Francois Gal, Pierre-Charles Maria, Marta Herreros, Rafael Notario, Jose-Luis M. Abboud, Frederick Anvia, and Robert W. Taft, *J. Phys. Chem.*, 104, 2824-2833 (2000).



## **Teoreetilise keemia õppetool**

Mati Karelson

Teoreetilise keemia õppetool loodi 1992. aastal. Alates selle loomisest on õppetooli juhtinud professor Mati Karelson.

Teadustööde põhirõhk on suunatud järgmisele neljale uurimisvaldkonnale:

\* Kvantkeemiliste meetodite teoreetilised uuringud ja praktilised rakendused molekulaarsüsteemide kirjeldamiseks kondenseeritud keskkondades (vedelikud, lahused, polümeerid).

\* Kaasaegse tehnoloogia ja tarkvara disain ja kasutamine kvantitatiivsete struktuur-omadus-sõltuvusmodelite leidmiseks, ning nende rakendamine keemiliste ühendite ja ravimite omaduste ja aktiivsuse ennustamiseks.

\* Tehisintellekti meetodite (tehisnärvivõrgud, andmekaevandamine jne) rakendamine keemias ja sellega seotud valdkondades, et avastada uusi teadmisi ja ennustada ettemääratud omadustega molekulaarstruktuure.

\* Kaasaegsete tehnoloogiliste protsesside ja materjalide raalprojekteerimine ja arendamine (väärismuldmetallide metallurgia, optiliselt mittelineaarsed materjalid).

Õppetöö põhikoormuse annavad magistri- ja doktoriõpingute läbiviimine. Õppetool koordineerib molekulaartehnoloogia õppekava läbiviimist.



*Teoreetilise keemia professor  
Mati Karelson*

### **Personal**

#### Õppejõud

professor Mati Karelson

#### Teadurid

vanemteadurid. Uko Maran, Sulev Sild, Jaan Leis

teadurid Rein Hiob, Csaba Hetenyi

#### Tehniline personal

keemikud Iris Kahn, Helle Kuura, Juri Hahhalev. tehnik Ants Aruksaar

#### Doktorandid

Andre Lomaka, Anti Perkson, Dan Cornel Fara, Konstantin Kirichenko, Magistrandid  
Iris Kahn, Juri Hahhalev, Villu Ruusmann

### **Õppetöö**

#### Põhiõppe kursused

Instrumentaalanalüüsi meetodid (6 AP)

Teoreetiline keemia (4AP)

Eripraktikum teoreetilises ja arvutikeemias (6 AP)

#### Magistriastme kursused

Valitud peatükke kvantkeemiast (6 AP)

Kaasaegsed kvantkeemia meetodid (2,5 A)P  
Kvantbioloogia ja kavantfarmakoloogia (3 AP)  
Struktuur-omadus sõltuvused (2 AP)  
Eriseminar teoreetilises ja arvutikeemias (16 AP)  
Keemia tarkvara (3 AP)  
Doktoriastme kursused  
Molekulaardisain (3 AP)  
Kemomeetria (4 AP)  
Eriseminar teoreetilises ja arvutikeemias (24 AP)

## Teadustöö

Professor M. Karelsoni poolt juhitud uurimisgrupp on saavutanud möödunud nelja aasta jooksul olulisi tulemusi mitmel erineval teoreetilise ja arvutikeemia suunal nii süvauringutes kui ka erinevates valdkonnaga seotud rakendustes. Esikohale tuleb tuua uut tüüpi ekspertsüsteemi loomine informatsioonirikaste kvantitatiiv-struktuur-omadus sõltuvuste tuletamiseks, mis toetub suurtele deskriptorite andmebaasidele. Seda originaalset arvutitarkvara on edukalt rakendatud erinevate komplektsete molekulaarsete süsteemide füüsikaliste, keemiliste ja bioloogiliste omaduste kirjeldamisel. Uued molekulaarsed deskriptorid ja vastavad kvantitatiivsed struktuuraktiivsus sõltuvused on võimaldanud kirjeldada ja ennustada uute potentsiaalsete meditsiiniliste agentide selektiivsust ja nende interaktsiooni bioloogiliste retseptoritega. Üks peamisi valdkonna rakendusi seisneb teoreetilise molekulaarsete deskriptorite rakendamises keeruliste molekulaarsete süsteemide keeruliste tehnoloogiliste omaduste täpsel hindamises.

Teisel peamisel uurimissuunal on analüüsitud, välja töötatud ja rakendatud uusi meetodeid molekulaarsete süsteemide teoreetiliseks kirjeldamiseks korrapäraselt kondenseeritud keskkondades (vedelikud, lahused, polümeerid, jne.). *Ab initio* ja poolempiiriliste kvantkeemia meetodite erinevatel tasemetel uurimine ning testimine on võimaldanud akumulierida uut ja olulist informatsiooni lahustuvuse fenomeni detailselt mehhanismist kondenseeritud keskkondades. Ümbritseva keskkonna poolt molekulide elektroonses ja geomeetriselises struktuuris initsieeritud muutuseid on modelleeritud kvantitatiivselt ja see on võimaldanud hinnata keskkonna efektide mõju ühendite spektrile ja keemilisele reaktsioonivõimele. Grupi viimase 5 aasta uurimustöö tulemused on avaldatud enam kui 50 CC artiklis ja reas monograafilistes ülevaadetes.

## Publikatsioonid

1. J. Leis, K.D. Klika, and M. Karelson, Solvent Polarity Effects on the E/Z Conformational Equilibrium of N-1-Naphthylamides, *Tetrahedron*, 54, 7497-7504 (1998).

2. T. Tamm, J. Tamm, and M. Karelson, A Quantum-Mechanical Study of Oxidized Oligopyrroles, *Int. J. Quant. Chem.* 71, 101-109 (1999).

3. A.R. Katritzky, U. Maran, V.S. Lobanov, and M. Karelson, Structurally Diverse QSPR Correlations of Technologically Relevant Physical Properties, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 40, 1-18 (2000).

4. R. Hiob and M. Karelson, Quantitative Relationship between Rate Constants of the Gas Phase Homolysis of C - X Bonds and Molecular Descriptors, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 40, 1062-1071 (2000).

5. A. Lomaka and M. Karelson, A Pivot Algorithm for Generating Lowest Energy Structures of Peptides, *Chem. Phys. Lett.*, 346, 322-328 (2001).

6. S. Sild and M. Karelson, A General QSPR Treatment for Dielectric Constants of Organic Compounds, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 42, 360-367 (2002)

7. A.R. Katritzky, D. Tatham, D. Fara, U. Maran, A. Lomaka, and M. Karelson, The Present Utility and Future Potential to Medicinal Chemistry of QSAR/QSPR with Whole Molecule Descriptors, *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 2, 1269-1287 (2002).

8. M. Karelson, *Molecular Descriptors in QSAR/QSPR*, J. Wiley & Sons, New York, 2000, 430 pp.

9. M. Karelson, Theoretical Treatment of Solvent Effects on Electronic and Vibrational Spectra of Compounds in Condensed Media, In: "Handbook of Solvents", Ed. G. Wypych, ChemTec Publishing, Toronto, 2001, pp. 607- 647.

10. M. Karelson, Quantum-Chemical Descriptors in QSAR, In: "Computational Medicinal Chemistry and Drug Discovery", Eds. J.P. Tollenaere, P. Bultnick, H. De Winter and W. Langenaeker, Marcel Dekker, New York, 2002.

#### Kaitstud doktoritööd

Ruslan Petrukhin, Sulev Sild, Jaan Leis, Uko Maran, Victor Lobanov, Toomas Tamm

#### Kaitstud magistritööd

Uko Maran, Jaan Leis, Kalju Kahn, Tiit Jürimäe, Sulev Sild, Tarmo Tamm, Andre Lomaka.

## Füüsikalise keemia instituut

Enn Lust

TÜ Keemiaosakonna füüsikalise keemia instituut (KFE) loodi 1992.a. senise orgaanilise keemia kateedri ja elektrokeemia labori baasil. Aastatel 1992-1994 oli juhatajaks prof. V.Past, 1994-1999 prof. T.Tenno, 1999-2002 prof. J.Tamm ja alates 2002 aasta märtsist prof. E.Lust.

Käesoleval ajal koosneb KFE orgaanilise keemia, füüsikalise keemia ja kolloid- ja keskkonnakeemia õppetoolidest. (vt. lühiülevaateid nende tegevusest käesolevas kogumikus). Elektrokeemia õppetool kuulub samuti KFE koosseisu, kuid on finantside puudumise tõttu senini avamata.

KFE koosseisu kuulub 3 professorit, 5 dotsenti, 3 assistenti, 4 lektorit, 1 emeriitprofessor, 2 vanemteadurit, 6 teadurit ning 17 inimest abipersonali. Füüsikalise keemia instituudi juures töötab 22 doktoranti ja 16 magistranti.

KFE õppejõud ja teadurid õpetavad bakalaureuse, magistri ja doktoriõppes kokku 140 kursust (loengud, seminarid, praktikumid) füüsika-keemiateaduskonna, arstiteaduskonna ja bioloogia-geograafiateaduskonna üliõpilastele, magistrantidele ja doktorantidele. Samuti osaletakse Avatud Ülikooli õppetöö läbiviimisel.

### **KFE tegevuse põhisuundadeks on senini olnud:**

1. Elektroodi pinna kristallograafilise struktuuri mõju faasidevahelise piirpinna omadustele.
2. Elektroodi pinna kareduse eksperimentaalne ja teoreetiline modelleerimine.
3. Tahke pinna energeetilise ebahütluse mõju adsorptsiooni seaduspärasustele.
4. Orgaaniliste ühendite adsorptsioon monokristalsetel pindadel.
5. Anioonide ja katioonide adsorptsiooni seaduspärasused tahketel pindadel.
6. Elektroodi materjali keemilise loomuse ja kristallograafilise ehituse mõju heterogeensete laenguülekandeprotsesside kineetikale.
7. Suure eripinna ja nanopoorsete süsinikelektroodide elektrokeemiline karakteriseerimine ja elektrilise kaksikkiihi kondensatorite uurimine.
8. Tahketel oksiididel põhinevate kütuselementide uurimine.
9. Elektrit juhtivate polümeeride süntees ja karakteriseerimine.
10. Raskmetalli katioonide analüüsi meetodika väljatöötamine looduslikes vetes ja bioloogilistes vedelikes.
11. Vase ja nikli elektrosadestamise meetodika täiustamine.
12. Elektrit juhtivate polümeeride kvantkeemiline modelleerimine.
13. Õhukeste metallkatete (Pt, Au, Ag ning sulamid) pinnastruktuuri ja elektronkatalüütiliste omaduste analüüs.
14. Mõningate biokeemiliselt aktiivsete ainete elektrokeemiliste omaduste iseloomustamine.
15. Piirpinna gaasiläbilaskvuse ning elektrokeemilistes sensorites toimuvate protsesside uurimine.
16. Hapniku elektrokeemiline redutseerumine ja vesinikperoksiidi süntees modifitseeritud elektroodidel.
17. Türosinaasi ja kolesterooli oksüdasi uurimine elektrokeemilise biosensori meetodil.
18. Mikroosensori konstrueerimine ja kasutusvõimalused keskkonnatehnoloogias.
19. Ühendite biodegradeeritavuse analüüs.
20. Vesiniku katoodse eraldumise seaduspärasused nikli monokristalli tahkudel.

21. Süsivesinike sorbentide valmistamine ja nende omaduste karakteriseerimine.

22. Üldhariduskoolide keemia ainekava analüüs.

KFE kaastöötajad on ajavahemikus 1993-2002 publitseerinud 3 monograafiat, üle 120 täismahulise artikli, kaitsnud on 5 Ph.D. ja 24 M.Sc. dissertatsiooni.

KFE-l on 2 sihtfinantseerimisteemat, 15 ETF granti, 1 FW5 projekt, 1 INCO-COPERNICUS projekt, 1 Eesti Tehnoloogiagentuuri projekt, 1 suuremahuline eraettevõtluse poolt finantseeritav projekt ning mõningaid teisi eraettevõtluse poolt finantseeritavaid projekte.

Veebruaris 2001 hindas rahvusvaheline evalvatsioonikomisjon KFE kolme töörühma (E.Lust, J.Tamm, T.Tenno) teadustegevuse anorgaanilise ja füüsikalise keemia valdkonnas hinde "good/excellent" vääriliseks.

KFE-l on koostöösidemed rohkem kui 30 ülikooli ja teadusasutusega USA-st, Saksamaalt, Rootsist, Soomest, Venemaalt, Ukrainast, Prantsusmaalt, Inglismaalt, Itaaliast jne., EV juhtivate keemiaalaste õppe- ja teadusasutustega (KBFI, TÜ/FI, EPMÜ, TÜ/MA jt.), EV ministriumidega (EV KM, EV HM jt.), ametitega ning tööstus-(näit. A/S Silmet, AS Elcogen, Tartu Tehnoloogiad OÜ jt.) ja äriühingutega.

## Anorgaanilise keemia õppetool

Jüri Tamm

Anorgaanilise keemia õppetool loodi Tartu Ülikoolis senise struktuuri reorganiseerimise tulemusena 1992.a. Õppetooli on kogu selle eksisteerimise vältel juhtinud anorgaanilise keemia korraline professor Jüri Tamm. Õppetool on teostanud õppetööd väga suures mahus eriti esimeste kursustega. Käesoleval ajal õpetatakse õppetooli õppejõudude poolt keemia aluseid (bioloogia-geograafia-teaduskonna esimene kursus), anorgaaniline keemia (farmaatsia esimene kursus), tahkisekeemia, keemia didaktika, anorgaaniline keemia magistri ja doktoritasemel.

### Personal

#### Õppejõud

professor Jüri Tamm  
dotsendid Rein Pullerits, Lembi Tamm  
lektorid Erika Jüriado, Tarmo Tamm  
assistent Jaak Arold

#### Teadurid

Ants Alumaa, Allan Hallik, Toomas Silk

#### Tehniline personal

laborandid Malle Moldau, Piret Tüür  
keemikud Peeter Vares, Urmas Johanson

#### Doktorandid

Tarmo Tamm, Jaak Arold, Liina Karolin-Salu

#### Magistrandid

Margus Marandi, Imbi Rauk, Marko Lätt

### Õppetöö

#### Põhiõppe kursused

Anorgaaniline keemia (4 AP)  
Anorgaanilise keemia praktikum (4AP)  
Keemia ajalugu (4 AP)  
Füüsikaline anorgaaniline keemia (4 AP)  
Koordinaatsiooniühendite keemia (2 AP)  
Tahked elektrolüüdid (2 AP)  
Anorgaaniline süntees (2 AP)  
Rakenduselektrokeemia (4 AP)  
Anorgaanilise keemia eripraktikum (6 AP)  
Konsultatiivtöö metoodika (4 AP)



*Anorgaanilise keemia professor  
Jüri Tamm*

Rakenduskeemia alused (4 AP)  
Valitud peatükke keemiast (4 AP)  
Praktiline keemia (2 AP)  
Keemia põhimõisted I (2 AP)  
Keemia põhimõisted II (2 AP)  
Keemiaülesannete lahendamine (2 AP)  
Tahkise keemia (2 AP)

#### Magistriastme kursused

Anorgaaniline keemia III (2 AP)  
Tahkise pinna omadused (2 AP)  
Vesinik energiakandjana (2 AP)  
Eriseminar anorgaanilisest keemiast (16 AP)  
Eriseminar keemia didaktikast (16 AP)  
Elektroaktiivsed polümeerid I (4 AP)

#### Doktoriastme kursused

Eriseminar anorgaanilisest keemiast (16 AP)  
Valitud peatükke anorgaanilisest keemiast (2 AP)  
Elektroaktiivsed polümeerid II (8 AP)  
Tahkise pinna omadused II (8 AP)

#### Õpetajakoolitus

Valitud peatükke anorgaanilisest keemiast (2 AP)  
Pedagoogiline praktika (10 AP)  
Orgaanilise keemia didaktika (3 AP)  
Keemia õpetamine põhikoolis ja gümnaasiumis (1 AP)  
Keemia didaktika (2 AP)  
Keemia didaktika praktikum (1 AP)  
Keemia riigieksamid (1 AP)  
Koolikeemia (4 AP)  
Koolikeemia praktikum (4 AP)  
Keemia eliitharidus (2 AP)  
Koolikeemia standard (2 AP)

#### Avatud Ülikool

Üldine keemia füüsikalise keemia alustega (5 AP)  
Üldise keemia praktikum (2 AP)  
Keemia didaktika (2 AP)  
Keemia didaktika praktikum (1 AP)

### **Põhilised uurimissuunad.**

Protsessid modifitseeritud piirpindadel ja konjugeeritud faasides ning rakendused keskkonna uuringutes. Selle teema raames uuritakse polümeerooliga modifitseeritud elektroodide elektrokeemilisi omadusi. On kindlaks tehtud, et paljudel juhtudel on polümeeridega modifitseeritud elektroodide omadused olulisel määral määratud anioonide liikumisega polümeeris. Eriti keerulised nähtused esinevad kui kasutada suurte mõõtmetega anioone, mille liikuvus on madal ja polümeerikile elektrokeemilised omadused on suurel määral määratud katioonide liikuvusega.

Eriomadustega elektronjuhtivad polümeerikiled. Uurimissuuna põhieesmärgiks on teoreetiliselt ja eksperimentaalselt välja töötada spetsiifiliste elektrokeemiliste

omadustega elektronjuhtivate kihtide sünteesi meetodid ja uurida saadud membraanide omadusi. Teoreetilised uuringud teostatakse kvantkeemiliste meetoditega. On kindlaks tehtud, et teatud tingimustes võivad polümeeriahelad omandada helikaalse kuju, mis tähendab, et on lootus saada kiraalsete omadustega polümeeriket. Eksperimentaalsed uuringud on näidanud, et polüüpürrooli süntees polükristallilisel kuldelektroodil algab pinna aktiivsetel tsentritel ning kujuneb saareline struktuur. Seda tuleb tõsiselt arvestada kui soovitakse homogeense struktuuriga kiled.

## Muu tegevus

Prof. J. Tamm on olnud Rahvusvahelise Elektrokeemia Ühingu (ISE) Eesti rahvuslik sekretär ja ISE nõukogu liige 1998-2002, Eesti Teadlaste Liidu volikogu liige 1997-2002, Eesti Tuuleenergia komisjoni liige alates 1997, Füüsikalise keemia instituudi juhataja 1999-2002, Tartu Ülikooli Professorite klubi president.

Dots. L. Tamm on HM keemia ainenõukogu esinaine, keemia riigieksamite parandamiskomisjoni juht ja keemia riigieksamite koostamise üks juhte. Dots. R. Pullerits on rea aastate vältel olnud üldhariduskoolide keemiaolümpiaadide korraldamise juht.

## Publikatsioonid:

1. J. Tamm, A. Alumaa, A. Hallik, V. Sammelselg. Electrochemical properties of cation sensitive polypyrrole films, *J. Electroanal. Chem.*, 1998, 448, 25-31.
2. T. Silk, Qi Hong, J. Tamm, R.C. Compton. AFM studies of polypyrrole film surface morphology. I. The influence of film thickness and dopant nature, *Synthetic Metals*, 1998, 93, 59-64.
3. T. Silk, Qi Hong, J. Tamm, R.C. Compton. AFM studies of polypyrrole film surface morphology. II. Roughness characterization by the fractal dimension analysis, *Synthetic Metals*, 1998, 93, 65-71.
4. T. Tamm, J. Tamm, M. Karelson. A semiempirical study of oxidised oligopyrroles, *Int. J. Quant. Chem.*, 1999, 71, 101.
5. J. Tamm, L. Tamm, P. Vares. Temperature dependence of hydrogen overvoltage on nickel and iron in acid solution, *Russ. J. Electrochem.*, 2000, 36, 1174-1178.
6. A. Hallik, A. Alumaa, V. Sammelselg, J. Tamm. A comparison of redox processes for polypyrrole/dodecylsulphate films in aqueous and non-aqueous media, 2001, 5, 4, 265-273.
7. J. Tamm, A. Alumaa, A. Hallik, V. Sammelselg. Redox properties of polypyrrole bilayers, *Electrochimica Acta*, 2001, 46, 4105-4112.
8. J. Tamm, A. Alumaa, A. Hallik, U. Johanson, L. Tamm, T. Tamm, Influence of anions on electrochemical properties of polypyrrole-modified electrodes, *Russian J. Electrochem.*, 2002, 38, 182-187.
9. Tamm, T., Tamm, J., Karelson, M.: A Theoretical Study of the Effect of Counter-Ions on the Structure of Pyrrole Oligomers - *Int. J. Quant. Chem.*, 2002, 88 (2), 296-301.



10. T. Silk, M. Suarez, J. Tamm, T. Yamamoto, N. Ono, R. G. Compton, AFM Studies of Polypyrrole Film Surface Morphology III. Comparison of in-situ Results for Polypyrrole and Poly(acenaphtho[1,2-c]pyrrole) films, (submitted)

Kaitstud magistritööd

J.Arold; U.Johanson; T.Tamm, A.Vinne, T.Lodeikina

## Füüsikalise keemia õppetool

Enn Lust

Füüsikalise keemia õppetool loodi 1992. aastal. Õppetooli juhataja oli 1992-1994 Prof. Vello Past, 1994-1997 oli õppetooli hoidja dots. Heldur Keis ning alates 1997 on juhataja prof. Enn Lust. Füüsikalise keemia õppetoolis tegeldakse teoreetilise ning rakendus-elektrokeemiaga ja elektroanalüüsiga.

### Personal

#### Õppejõud

professor Enn Lust  
emeriitprofessor Vello Past  
dotsendid Heldur Keis, Juha Ehrlich  
assistent Tiiu Ehrlich

#### Teadustöötajad

vanemteadurid Mart Väärtnõu, Alar Jänes  
teadurid Karmen Lust, Gunnar Nurk

#### Tehniline personal

laborandid Thomas Thomberg, Eneli Härk, Heili Kasuk  
keemikud Priit Möller, Silvar Kallip, Indrek Kivi, Jaak Nerut

#### Doktorandid

Karmen Lust, Tiiu Ehrlich, Gunnar Nurk, Rutha Jäger, Thomas Thomberg, Jaanus Kruusma, Jaanus Eskusson, Silvar Kallip

#### Magistrandid

Priit Möller, Kristjan Laes, Jaak Nerut, Eneli Härk, Heili Kasuk, Meeri Luht

### Õppetöö

#### Põhiõppe kursused

Füüsikaline keemia I (4 AP)  
Füüsikalise keemia praktikum I (3,5 AP)  
Füüsikaline keemia II (4 AP)  
Füüsikalise keemia praktikum II (4 AP)  
Rakenduselektrokeemia (3 AP)  
Keemia teoreetiliste aluste praktikum I (2 AP)  
Keemia teoreetilised alused II (2 AP)  
Keemia teoreetiliste aluste seminar II (2 AP)  
Keemia teoreetiliste aluste praktikum II (4 AP)  
Raskemetallid keskkonnas ja nende elektroanalüüs (2 AP)  
Elektrokeemia alused I (3,5 AP)  
Eripraktikum füüsikalisest keemiast (6 AP)  
Arvuti kasutamine füüsiko-keemilise eksperimendi töötlemisel (0,5 AP)  
Korrosioon ja elektrolüüs (4 AP)



*Füüsikalise keemia professor  
Enn Lust*

Nanopoorsete ja nanostruktuursete materjalide keemia (4 AP)

Elektrokeemia alused (6 AP)

Valitud peatükke elektrokeemiast (4 AP)

Elektrokeemilised meetodid materjalitehnoloogias (3 AP)

#### Magistriastme kursused

Füüsikaline keemia III (2 AP)

Elektrokeemia alused II (5 AP)

Elektrokeemiline kineetika I (8 AP)

Füüsikalised uurimismeetodid elektrokeemias (5 AP)

Raskemetallid keskkonnas ja nende elektroanalüüs (4 AP)

Elektrokeemilise kineetika uurimismeetodid (4 AP)

Elektrosünteesi alused (4 AP)

Poorsete materjalide elektrokeemia (2 AP)

Eriseminar füüsikalisest keemiast (16 AP)

Valitud peatükke elektrokeemiast (2 AP)

Valitud peatükke füüsikalisest keemiast (4 AP)

Nanostruktuursete ja nanopoorsete materjalide keemia (2 AP)

#### Doktoriastme kursused

Elektrokeemia alused III (7 AP)

Elektroanalüüs (4 AP)

Elektrokeemiline kineetika II (8 AP)

Eriseminar füüsikalisest keemiast (24 AP)

### **Teadustöö põhisuunad**

Elektroodi pinna kristallograafilise struktuuri ja keemilise loomuse mõju faasidevahelise piirpinna ehitusele, adsorptsiooniseaduspärasustele ning elektrokeemiliste reaktsioonide kineetikale. Elektrokeemilise impedantsi, kronoamperomeetria, kronopotsiomeetria, tsüklilise voltamperomeetria, tunnelelektronmikroskoopia, aatomjõumikroskoopia ja muude meetoditega uuritakse erinevalt valmistatud ja eeltöödeldud (elektrokeemiliselt söövitatud, keemiliselt lahustatud, vedela lämmastiku temperatuuril lõhestatud) Bi-, Sb- ja Cd-elektroodide elektrokeemilisi omadusi. Määratakse kindlaks erinevate materjalide elektrokeemilist käitumist kirjeldavad põhiparameetrid (null-laengupotentsiaal, ideaalse polariseeritavuse ala, piiriline Gibbsi adsorptsioon, adsorptsiooni Gibbsi vabaenergia, adsorptsiooni ja desorptsiooni relaksatsioonikonstandid, limiteeriva protsessi iseloom jne.) ning kasutatakse neid elektrilise kaksikkihi- ja adsorptsiooniteooria edasiarendamiseks. Vaadeldakse metallide keemilise loomuse ja retikulaarse tiheduse mõju heterogeensete laenguülekandeprotsesside kineetilistele seaduspärasustele (vahetusvool, laenguülekande kiiruskonstant ja formaalne laenguülekandekoefitsient).

Suure eripinnaga materjalide elektrokeemilised omadused ja elektrilise kaksikkihi kondensaatorid. Tsüklilise voltamperomeetria, elektrokeemilise impedantsi, kronoamperomeetria, kronopotsiomeetria, BET adsorptsiooni, elektronmikroskoopia ja muude meetoditega uuritakse õhukesekihiliste suure eripinnaga süsinikelektroodide (kiud-, vilt-, pulberelektroodid, elektrokeemiliselt ning laserablatsiooni meetodil sadestatud teemandisarnased elektroodid) elektrokeemilisi omadusi. Määratakse kindlaks erinevate süsinikmaterjalide elektrokeemilist käitumist kirjeldavad põhiparameetrid (adsorptsiooni ja desorptsiooni relaksatsioonikonstandid,

limiteeriva protsessi iseloom, RC-konstant, efektiivne poori ruumala, pooride mõõtmed ning nende jaotus suuruse järgi jne.) ning kasutatakse neid poorsete elektrootodide teooria arendamiseks, materjalide selekteerimiseks ning elektrilise kaksikkihi kondensaatorite ja teiste elektrotehniliste seadmete parameetrite optimeerimiseks.

Kaugdistsantsne laenguülekanne isestruktureeruvate monokihtidega modifitseeritud Bi ja Cd elektrootodidel. Uuritakse elektrootodimaterjali keemilise loomuse (Bi, Cd, Au, C, Ag, Hg) ning pinna kristallograafilise ehituse mõju väävelorgaaniliste ühendite ja suure molekulmassiga alifaatsete alkoholide ning karboksüülhapete adsorptsiooniliste monokihtide tekke seaduspärasustele ning stabiilsusele. Tehakse kindlaks erinevate redokssüsteemide ( $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  /  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ;  $[\text{Ru}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$  /  $[\text{Ru}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ;  $[\text{W}(\text{CN})_8]^{3-}$  /  $[\text{W}(\text{CN})_8]^{4-}$ ) käitumist kirjeldavad kineetilised parameetrid erinevalt töödeldud elektrootodidel. Analüüsitakse kompleksiooni redutseerumise kiiruse sõltuvust elektrootodi pinnalaengu tihedusest ning foonelektrolüüdi parameetritest.

Raskmetallide katioonide elektroanalüüs looduslikest vetest ning bioloogilistest vedelikest. Uuritakse kompleksimoodustumise protsesse raskmetallide katioonide ja ligandide vahel erineva keemilise koostisega süsteemides, kasutades õhukesekihilisi ning erinevalt modifitseeritud Hg-elektroode. Tehakse kindlaks komplekside ebapüsivuskonstandid jm parameetrid. Uuritakse raskmetallide katioonide määramisvõimalusi erinevates bioloogilistes süsteemides ultrahelivoo tingimustes. Tahketel oksiididel põhinevate kütuseelementide uurimine. Uuritakse võimalusi tahketel oksiididel põhinevate kütuseelementide optimaalse töötemperatuuri alandamiseks ning kõrgefektiivsete katoodide ja mõõdukatioonjuhtivust omavate elektrolüütide sünteesiks.

## Muu tegevus

Prof. E. Lust on Rahvusvahelise Elektrokeemia Ühingu (ISE) Eesti regionaalse sektsiooni sekretär ja ISE nõukogu liige alates 2002, Läänemeremaade Elektrokeemiakonverentsi organiseerimistoimkonna püsiliige, Füüsikalise keemia instituudi juhataja alates 2002.

Dots. H. Keis olnud Läänemere raskmetallide katioonide seireprogrammi koordinaator.

## Publikatsioonid

1. E. Lust Electrical Double Layers. Double Layers at Single Crystal and Polycrystalline Electrodes., in Bard, Stratman: Encyclopedia of Electrochemistry, Vol. 1, Wiley, pp. 188-224.

2. S. Trasatti, E. Lust, The Potential of Zero Charge, Modern Aspects of Electrochemistry, in R.E. White, B.E. Conway and J.O'M. Bockris (Editors), Modern Aspects of Electrochemistry, Vol. 33, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York and London, 1999, p. 1-216.

3. E. Lust, G. Nurk, A. Jänes, M. Arulepp, L. Permann, P. Nigu, P. Möller, Electrochemical properties of nanoporous carbon electrodes, Condensed Matter Physics 5 (2002) 307-327.

4. G. Nurk, A. Jänes, K. Lust and E. Lust, Adsorption kinetics of 2-methyl-2-butanol on the bismuth single crystal planes, J. Electroanal. Chem. 515 (2001) 17-32.

5. K. Lust, M. Väärtnõu and E. Lust, Adsorption of halide anions on bismuth single crystal plane electrodes, *Electrochimica Acta*, 45 (2000) 3543-3554.

6. T. Thomberg, and E. Lust, Electroreduction of peroxodisulfate anion at Cd(0001) single-crystal plane electrode, *J. Electroanal. Chem.* 485 (2000) 89-93.

7. E. Lust, A. Jänes, V. Sammelselg and P. Miidla, Influence of charge density and electrolyte concentration on the electrical double layer characteristics at rough cadmium electrodes, *Electrochimica Acta*, 46 (2000) 185-191.

8. E. Lust, A. Jänes, K. Lust, V. Sammelselg and P. Miidla, Influence of Surface Pretreatment of Bismuth and Cadmium Electrodes on the Electric Double Layer and Adsorption Characteristics of Organic Compounds, *Electrochimica Acta*, 42 (1997) 2861-2879.

9. E. Lust, A. Jänes, K. Lust and R. Pullerits, Adsorption of Organic Compounds and Hydrophilicity of Bismuth, Cadmium and Antimony Electrodes, *J. Electroanalyt. Chem.*, 431 (1997) 183-201.

10. K. Siegel, Ü. Mauer, H. Keis. Polarography and stripping voltammetry of some metal-polycarboxylate complexes on mercury drop and rotating disc electrodes, *Electrochimica Acta*, 42 (1997) 19, 2955-2960.

#### Kaitstud doktoritööd

Alar Jänes

#### Kaitstud magistritööd

Karmen Lust, Tiiu Ehrlich, Rutha Jäger, Jaanus Kruusma, Gunnar Nurk, Janne Pullat, Thomas Thomberg, Jaanus Eskusson, Silvar Kallip

## Kolloid- ja keskkonnakeemia õppetool

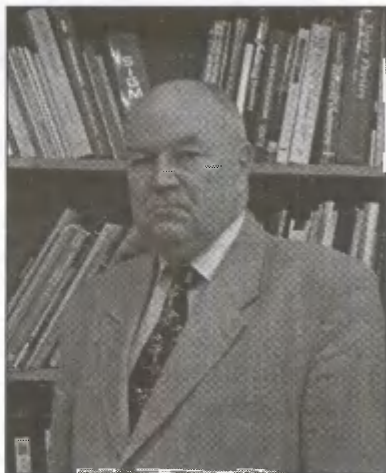
Kaido Tammeveski, Toomas Tenno

Kolloid- ja keskkonnakeemia õppetool loodi Tartu Ülikoolis 1991 aastal. 1991-2000 juhtis õppetooli prof Toomas Tenno. Alates aastast 2001 on õppetooli hoidjaks dots Kaido Tammeveski. Kolloid- ja keskkonnakeemia teadussuund on Tartu Ülikoolis suhteliselt noor, uurimisrühm eraldus omaette valdkonnana 10 aastat tagasi kui avati kraadiõpe kolloid- ja keskkonnakeemia erialal.

Õppetooli teadustegevuse põhisuundadeks on elektrokeemilisel hapnikuanduril põhinevate keskkonnauuringutes kasutatavate biosensorite väljatöötamine ning reovee puhastusega seotud uuringud. Seoses vajadusega määrata mitmesuguste saasteainete sisaldust keskkonnas on kujunenud keskseks teadusteamaks elektrokeemiliste biosensorite uurimine. Töötatakse välja erinevate biosensorite tööd iseloomustavaid matemaatilisi mudeleid ning kontrollitakse nende rakendatavust uute sensorite väljatöötamisel ja kalibreerimisel. Uuritakse mitmete praktilist tähtsust omavate elektroodimaterjalide katalüütilisi omadusi. Elektroodi pinda modifitseeritakse mitmesuguste ühenditega.

Viimastel aastatel on järjest suuremat tähelepanu pööratud ümbritsevas keskkonnas kulgevate protsesside uurimisele. See on tulenenud vajadusest tegeleda tõsisemalt keskkonnaprobleemide keemiliste aspektidega. Üheks teadustöö suunaks on seetõttu reoainete biodegradatsiooni uurimine aktiivmudaprotsessis. Selleks on välja töötatud aktiivmuda kiire hapnikutarbe määramise meetodika. Töörühmal on pikaajalised teadusliku uurimistöö kogemused keskkonnatehnoloogia-alasteks baasuuringuteks ja saadud tulemuste rakendamisel kaasaegsete tehnoloogiate väljatöötamisel.

Õppetöö jaguneb kaheks põhisuunaks: keskkonnauuringute ja reostatud keskkonna remediatsiooniga seotud loengukursused ja praktikumid ning kolloidkeemia loengud ja praktikumid. Lisaks keemia erialale on õppetöö sihtgrupiks keskkonnatehnoloogia, keskkonnateaduse ja põhikooli loodusteaduste õpetaja eriala üliõpilased jt.



*Kolloid- ja keskkonnakeemia  
professor Toomas Tenno*

### Personal

#### Õppejõud

Professor Toomas Tenno

Dotsent, õppetooli hoidja Kaido Tammeveski

Lektorid Kaja Orupõld, Karin Hellat

Assistent Aarne Pruks

#### Teadurid

Teadur Toonika Rincken

#### Tehniline personal

Vaneminsener Aleksei Mashirin

Keemikud Erik Mölder, Priit Nigu

Laborant Anne Paaver,  
Tehnoloogiaspetsialist Malle Viik

#### Doktorandid

Ave Sarapuu, Erik Mölder, Erik Teinemaa, Jaan Habicht, Riina Lepik, Sergei Jurtshenko, Signe Viggor, Siiri Velling

#### Magistrandid

Katri Vaik, Heleni Riik, Kristo Kärmas, Kert Saar, Lauri Jalukse, Edith Kuusk, Aare Selberg, Olav Ojala, Andero Vaarik

## Õppetöö

### **Keemia**

#### Bakalaureuseõpe

Keskkonnakeemia I (3AP)

Kolloid- ja pindnähtuste keemia I (2AP)

Keskkonna analüüs (2 AP)

Kolloid- ja pindnähtuste keemia praktikum (2 AP)

Reovee keemilise ja bioloogilise puhastuse alused (2 AP)

Eripraktikum kolloid- ja keskkonnakeemiast (6 AP)

Ökotoxikoloogia (2 AP)

Jäätmemajandus ja jäätmekäitlus (2 AP)

Kursusetöö kolloid- ja keskkonnakeemias (2 AP)

Keskkonna analüüsi praktikum (3 AP)

Roheline tehnoloogia (2 AP)

Pinnaste remediatsiooni tehnoloogia (2 AP)

Ohtlike jäätmete käitlemine (2 AP)

IKT keemiahariduses (4 AP)

#### Magistriõpe

Looduslike protsesside keemilised ja termodünaamilised alused (4 AP)

Kolloid- ja pindnähtuste keemia II (2 AP)

Keskkonnakeemia II (4 AP)

Protsesside modelleerimine heterogeensetes süsteemides (2 AP)

Eriseminar kolloid- ja keskkonnakeemiast, 16AP

Kahjulikud lisandid toidus (5 AP)

#### Doktoriõpe

Looduslike protsesside keemilised ja termodünaamilised alused (4 AP)

Mittestatsionaarsete protsesside modelleerimine heterogeensetes süsteemides (4 AP)

Eriseminar kolloid- ja keskkonnakeemiast, 24AP

Keskkonnakeemia III (4 AP)

Pindnähtuste keemia III (2 AP)

Õppe-metoodiline töö keemias (6 AP)

Loodusteaduste õpetaja põhikoolis

Kolloidkeemia (2 AP)

Keskkonnakeemia (2 AP)

Keemia meie kodudes (1 AP)

IKT keemiahariduses (4 AP)

Aktiivõpe loodusteaduste õpetamisel (4 AP)

Tutvumispraktika koolis (1 AP)

Vaatluspraktika (1 AP)

Loodusõpetuse didaktika (2 AP)

Pedagoogiline praktika (12 AP)

Alus- ja algõpetus, klassiõpetaja

Keemia loodus- ja tehiskeskkonnas I (2 AP)

Keemia loodus- ja tehiskeskkonnas II (2 AP)

Uurimuslik õpe I (2 AP)

Uurimuslik õpe II (2 AP)

Keemia loodus- ja tehiskeskkonnas III (2 AP)

Keskkonnatehnoloogia

Keskkonnakeemia (2 AP)

Kolloid- ja pindnähtuste keemia (2 AP)

Protsesside modelleerimine heterogeensetes süsteemides (4 AP)

Reovee keemilise ja bioloogilise puhastuse alused (2 AP)

Ökotoksikoloogia (2 AP)

Jäätmemajandus ja jäätmekäitlus (2 AP)

Keskkonna analüüs (3 AP)

Keskkonnatehnoloogia õppekursioon (1 AP)

Keskkonna analüüsi praktikum keskkonnatehnoloogidele (3 AP)

Roheline tehnoloogia (2 AP)

Keskkonnateaduse alused (4 AP)

Pinnaste remediatsiooni tehnoloogia (2 AP)

Ohtlike jäätmete käitlemine (2 AP)

Keskkonnateadus

Ökotoksikoloogia ja tervisekaitse (1 AP)

Keskkonnatehnoloogia õppekursioon (1 AP)

Keskkonnakeemia praktikum (2 AP)

Keskkonnakeemia alused (6 AP)

Hambaarstiteadus

Meditsiiniline keemia (2 AP)

Arstiteadus

Meditsiiniline keemia (3 AP)

Keskkonna saastumine ja selle mõju organismides toimuvatele protsessidele (1 AP)

Proviisoriõpe

Kolloidkeemia (3,5 AP)

Bioloogia

Kolloid- ja pindnähtuste keemia (2 AP)

Roheline tehnoloogia (2 AP)

Geoloogia

Kolloidkeemia (1 AP)



## Teadustöö

Elektrokeemiliste andurite väljatöötamine ja rakendamine keskkonnauuringutes. See suund sai alguse 1960-ndate aastate keskel kui tollases Anorgaanilise keemia kateedris konstrueeriti esimene membraaniga kaetud amperomeetriline hapnikuandur. Täiesti uudse lahendusena kasutatati anduri valmistamisel mitteväärismetallidest (nikkel, Ni-Cr ja Ni-Cu sulamid jt) katoode. Uuritud on hapnikuanduris kulgevaid elektrokeemilisi ja difusioonilisi protsesse. Erilist tähelepanu on pööratud anduris kulgevate protsesside matemaatilisele modelleerimisele. Hapnikuanduri baasil on konstrueeritud bakterisensor biokeemilise hapnikutarbe määramiseks ja immobiliseeritud ensüümidega sensorid erinevate ühendite määramiseks. Kõik teised õppetoolis viljeldavad teadusteemad (vt allpool) on alguse saanud hapnikuanduris kulgevate protsesside uurimisest.

Biosensorite uurimine ja modelleerimine. Uuritakse ja modelleeritakse tahke kandjaga seotud ensüümi osalemisel toimuvaid protsesse ning neid mõjutavaid tegureid. Välja on töötatud hapnikuanduril baseeruvates biosensorites toimuvaid protsesse kirjeldavad mudelid, mis on andnud häid tulemusi mitmete erinevatel oksidoreduktaasidel põhinevate biosensorite iseloomustamisel ja kalibreerimisel ning nende ensüümide aktiivsuse määramisel nii lahustunud kui immobiliseeritud kujul. Erinevatest biosensoritest on uuritud glükoosi, kusihaape, laktaatide ja piimas leiduvate lisandite ning karbamaatse pestitsiidi karbarüüli määramiseks kasutatavaid süsteeme; samuti optimeeritakse erinevate biosensorite konfiguratsiooni vastavalt läbiviidava analüüsi eesmärkidele. Ensüümide immobiliseerimiseks on võetud kasutusele tahked kandjad, mis ei ole sensoriga üheselt seotud ning võimaldavad katalüsaatori kontsentratsiooni ja biosensori difusioonilist takistust lihtsalt varieerida. Immobiliseeritud katalüsaatorit sisaldava kandja ja selle alusel biosensori valmistamise tehnoloogia kaitseks on esitatud patenditaotlus.

Veel on uuritud immobiliseeritud tsütokroom c baasil töötavat superoksiidioonitundlikku sensorit. Uuriti kuldelektroodile kovalentselt seotud tsütokroom c elektrokeemilisi omadusi ning elektroodi sensoromadusi superoksiidiooni detekteerimisel. Superoksiidisensorit on matemaatiliselt modelleeritud. Hapniku redutseerumisreaktsiooni uurimine. Sellealane uurimistöö tulenes vajadusest välja töötada mikroandur hapniku kontsentratsiooni määramiseks. Anduri katoodina kasutasime kulla ja plaatina õhukei kilesid. Edaspidi on juba põhjalikult uuritud hapniku redutseerumise kineetikat õhukesekilelistel metallelektroodidel. Õhukeseid metallkatted (Pt, Ag, Au) valmistati klaassüsinikust alusmaterjalile vaakumaurustamise meetodil. Saadud katete pinna morfoloogiat on uuritud läbiva elektronmikroskoopia ja aatomjõumikroskoopia meetoditega. Eesmärgiks oli välja selgitada, millisel määral sõltub elektroodi elektrokatalüütiline aktiivsus katalüsaatori kogusest elektroodi pinnal. Selleks määrati hapniku redutseerumise kineetilised parameetrid erinevate metallkatte paksuste korral. Selgus, et plaatinakatte paksuse vähenedes elektroodide aktiivsus mõnevõrra langeb. Viimasel ajal tegeleme põhiliselt vesinikperoksiidi elektrokeemilise sünteesi probleemide uurimisega. Eesmärgiks on leida sellised elektrodimaterjalid, mis katalüüsivad hapniku kaheelektronilist redutseerumist vesinikperoksiidiks.

Uurimistöö on suunatud sobiva elektrokatalüsaatori leidmisele, mis on aktiivne ja stabiilne pikaajalisel kasutamisel. Väga perspektiivne on kasutadaokinoonidega modifitseeritud elektroode. Uurides hapniku redutseerumist antrakinooniga modifitseeritud süsinikmaterjalidel leidsime, et pinnale adsorbeerunud kinoon suurendab oluliselt redutseerumisprotsessi kiirust. Modifitseeritud elektrodide aktiivsust hapniku redutseerumisel saab veelgi suurendada erinevate kinooni derivaatide sidumisel pinnaga.

Pindaktiivsete ainete mõju uurimine aeratsiooniprotsessidele. Bioloogilises rooveepuhastuses kasutatakse laialdaselt aeroobseid aktiivmudaprotsesse. Et tagada puhastusprotsesside efektiivne ja optimaalne toimimine tuleb aeratsioonibasseini juhtida õhku, mis varustab biodegradatsiooniprotsessi vajaliku koguse hapnikuga. Oluliseks hapniku difusiooni takistajaks õhust veefaasi on vesi-õhk piirpinnale adsorbeerunud pindaktiivsed ained.

Vedelik-õhk piirpinna summaarse takistuse mõõtmiseks hapniku massiülekandele on õppetoolis välja töötatud elektrokeemilisel hapnikuanduril põhinev mõõtesüsteem. Loodud seadme abil on uuritud erinevate pindaktiivsete ainete mõju hapniku massiülekandele läbi vedelik-õhk piirpinna. Katseandmete abil tehti kindlaks, et takistus hapniku massiülekandele sõltub nii pindaktiivse aine hulgast pinnal kui ka adsorbeerunud aine molekuli struktuurist. On välja töötatud matemaatilised mudelid hapniku massiülekande protsessi kirjeldamiseks läbi piirpinna.

Aktiivmuda protsesside uurimine puhastusseadmetes. Tööstuslike ja olmereovete bioloogilise puhastamise tehnoloogiate väljatöötamine ja täiustamine on toimunud kahe peamise eesmärgi realiseerimise suunas: 1) tehnoloogilise protsessi läbiviimiseks optimaalsete tingimuste väljaselgitamine ja 2) selle oskusteabe rakendamine paljude Eesti seni ebaefektiivselt töötavate roovepuhastite efektiivsuse tõstmiseks.

Aktiivmuda hapnikutarbe mõõtmisel põhinevat meetodikat on rakendatud erinevate ainete ja roovete biodegradeeritavust iseloomustavate parameetrite määramiseks, biolagunemise kiiruse ja lühiajalise biokeemilise hapnikutarbe hindamiseks.

Fenoolsete ühendite biodegradatsiooni uurimine. Põlevkivitööstuses tekkivad rooveed sisaldavad mitmesuguseid fenoolseid ühendeid, mille biodegradatsiooni uurimine on viimastel aastatel olnud mitmete bakalaureuse-, magistri-, ning doktoritööde teemaks. Arvestades vajadust tööstuslike roovete puhastamise järele, oleme välja töötanud meetodid, mis võimaldavad hinnata fenoolsete ühendite biodegradatsiooni roovepuhastites. Fenoolide biodegradatsiooni modelleerimiseks oleme kasutanud Michaelis-Menteni ja Haldane kineetikat. USA ja Eesti põlevkiviuuringute pikemaajalise programmi raames viime koos Tallinna Tehnikaülikooli keskkonnatehnika instituudiga läbi uurimistöid fenoolsete ühendite degradeerimise tehnoloogiate väljatöötamiseks.

Fosfori- ja lämmastikuärastuse uurimine biopuhastusprotsessis. Fosforiärastuse tõhustamiseks roove biopuhastusprotsessis on ainsaks võimaluseks suurendada fosforiühendite sisaldust aktiivmuda kuivaines ning sel teel eraldada fosforiühendid süsteemist koos jääkmudaga. Hoides aktiivmuda sobivalts valitud vahelduvates aeroobsetes ja anaeroobsetes tingimustes õnnestub Eesti puhastite aktiivmuda kuivaine fosforisisaldust märgatavalt suurendada. Erinevalt fosforist ei ole lämmastiku bioärastamise kaasaegsete meetodite korral liigmudaga eemaldatava

lämmastiku hulk määrav, kuna seda toiteelementi on võimalik eemaldada denitrifikatsiooniprotsessis tekkiva gaasilise produktina (N<sub>2</sub> või N<sub>2</sub>O). Lämmastiku tõhustatud bioärastamine veest on kaheastmeline protsess, mis koosneb nitrifikatsioonist ja denitrifikatsioonist. On uuritud mitmeid biokeemilise fosfori- ja lämmastikuärastuse protsesse mõjutavaid tegureid ning võimalusi disainida tehnoloogilisi lahendusi kahe protsessi samaaegseks kulgemiseks.

Keskonnaanalüüs ja ökotoksikoloogilised testid. Viimastel aastakümnetel on keskkonnaanalüüs kogu maailmas keskendunud mitmesuguste integraalsete meetodite väljatöötamisele, et saada informatsiooni saastainete ja reovete toimest keskkonna objektidele. Oleme osalenud ülevabariigilistel reovee ja põhjavee analüüsi interkalibreerimistel, et tagada nõutav kompetents analüüside tegemisel. Õppetoolis on juba kümme aastat uuritud Eesti keemiaettevõtetes tekkivate reovete toimet nii reoveepuhasti aktiivmuda nitrifikatsiooniprotsessile kui ka hapnikutarbe kiirusele ökotoksikoloogiliste testide abil. Ökotoksikoloogia kui uurimissuund omandab üha suurema tähtsuse keskkonnariskide ja ohtude määratlemisel, mistõttu peame ökotoksikoloogiliste meetodite väljaarendamist üheks oluliseks suunaks õppetooli arengus. Peamiselt tegeleme rahvusvaheliselt levinud testide adapteerimisega Eesti spetsiifilistele vajadustele ning ökotoksikoloogiliste rakendusuringutega keemiaettevõtete tellimusel. Osaleme ka Eesti-Läti-Leedu-Rootsi toksikoloogia-alase hariduse programmis, et kindlustada spetsialistide ettevalmistamist Eesti Vabariigi kemikaalseaduse täitmiseks.

## Muu tegevus

Rahvusvahelise konverentsi "First Baltic Symposium on Environmental Chemistry" 26. 29.09.2001 organiseerimine (Tartu orgkomitee, esimees prof Toomas Tenno)

Prof. Toomas Tenno - Eesti esindaja USA, Eesti, Läti ja Leedu keskkonnakeemiaalase ühiskonverentsi orgkomitees, Tartu Ülikooli juures tegutseva Keskkonnateaduste Nõukogu esimees, Eesti TA "KeemiaToimetiste" toimetuskolleegiumi liige, ajakirja "Soil and Sediments Pollution" toimetuse kolleegiumi liige, ajakirja "Environmental Science and Pollution Research" erinumbri (1. 2002) toimetaja, Euroopa Keemiaseltside Föderatsiooni keskkonnakeemia ja keemiahariduse divisjonide liige, pinnase remediatsiooni aladivisjoni esimees.

## Publikatsioonid

1. K. Tammeveski, T. Tenno, A. Mashirin, E.W. Hillhouse, P. Manning, C.J. McNeil. Superoxide electrode based on covalently immobilized cytochrome c: modelling studies, *Free Radical Biology & Medicine*, 25 (1998) 973-978.

2. T. Rinken, A. Rinken, T. Tenno, J. Järv. Calibration of glucose biosensors by pre-steady state kinetics, *Biosensors & Bioelectronics*, 13 (1998) 801-807.

3. K. Tammeveski, T. Tenno, A. Rosental, P. Talonen, L.-S. Johansson, L. Niinistö. The reduction of oxygen on Pt-TiO<sub>2</sub> coated Ti electrodes in alkaline solution, *Journal of the Electrochemical Society*, 146 (1999) 669-676.

4. R. Tungel, T. Rinken, A. Rinken, T. Tenno. Immobilisation and kinetic study of tyrosinase for biosensor construction, *Analytical Letters*, 32 (1999) 235-249.

5. K. Orupõld, K. Hellat, T. Tenno. Estimation of treatability of different industrial wastewaters by activated sludge oxygen uptake measurements, *Water Science and Technology*, 40 (1999) 31-36.

6. K. Orupõld, T. Tenno, T. Henrysson. Biological lagooning of phenols-containing oil shale ash heaps leachate, *Water Research*, 34 (2000) 4389-4396.

7. A. Sarapuu, K. Tammeveski, T. Tenno, V. Sammelselg, K. Kontturi, D.J. Schiffrin. Electrochemical reduction of oxygen on thin-film Au electrodes in acid solution. *Electrochemistry Communications*, 3 (2001) 446-450.

8. T. Rincken, T. Tenno. The dynamic signal lag of amperometric biosensors. Characterisation of glucose biosensor output. *Biosensors and Bioelectronics*, 16 (2001) 53-59.

9. K. Orupõld, A. Mashirin, T. Tenno. Estimation of biodegradation parameters of phenolic compounds on activated sludge by respirometry, *Chemosphere*, 44 (2001) 1273-1280.

10. E. Mölder, T. Tenno, A. Mashirin. The effect of surfactants on oxygen mass-transfer through the air-water interface, *Environmental Science and Pollution Research*, 2002, Special Issue 1, 39-42.

#### Kaitstud doktoritööd

Kaido Tammeveski, Toonika Rincken, Kaja Orupõld, Timo Kikas

#### Kaitstud magistritööd

Erik Mölder, Reet Tungel, Erik Teinemaa, Signe Viggor, Ave Sarapuu, Siiri Velling, Riina Lepik, Sergei Jurtshenko

## **Orgaanilise ja bioorgaanilise keemia instituut**

Jaak Järv

TÜ Keemiaosakonna orgaanilise ja bioorgaanilise keemia instituut (OKI) loodi ülikooli nõukogu otsusega nr. 26, 01.04.2001.a. senise orgaanilise keemia instituudi ja bioorgaanilise keemia õppetooli liitmisel. Viimane neist kuulus kuni 2001. aastani keemilise füüsika instituudi koosseisu. OKI koosseisu kuulub 1 korraline professor (J.Järv), 1 uurija-professor (A.Uri), 1 emeriitprofessor (A.Tuulmets), 2 dotsenti, 1 lektor, 1 assistent ja 0,5 erakorralist assistenti, 6 teadurit ning 6 tehnilist töötajat. Orgaanilise ja bioorgaanilise keemia instituudi juures töötab 14 doktoranti ja 14 magistranti.

OKI õppejõud ja teadurid õpetavad bakalaureuse, magistri ja doktoriõppes kokku 50 kursust (loengud, seminarid, praktikumid) füüsika-keemiateaduskonna, arstiteaduskonna ja bioloogia-geograafiateaduskonna üliõpilastele, magistrantidele ja doktorantidele. Samuti osaletakse Avatud Ülikooli õppetöö läbiviimisel.

Instituudi õppetoolide teadustöö ühiseks tunnuseks on mitmesuguste teoreetilist ja praktilist/tehnoloogilist huvi pakkuvate reaktsioonide ja protsesside mehhanismi uurimine kasutades keemilise kineetika meetodeid ja muid füüsikalise keemia uurimismeetodeid. Bioloogiliste süsteemide (ensüümid, retseptorid) korral on uuringud tihedalt seotud ka kaasaegsete molekulaarbioloogiliste meetodikate rakendamisega. Traditsioonilise suunana on arenenud kaasaegse orgaanilise sünteesi ja analüüsi meetodid. OKI kaastöötajad on ajavahemikus 1998-2002 publitseerinud üle 60 täismahulise artikli, kaitstud on 7 Ph.D. ja 21 M.Sc. dissertatsiooni.

OKI-l on 1 sihtfinantseerimisteema, 5 ETF granti, 3 välislepingut. OKI-l on koostöösidemed rohkem kui 20 ülikooli ja teadusasutusega USA-st, Saksamaalt, Rootsist, Soomest, Prantsusmaalt, Itaaliast, Hispaaniast, Belgiast ja Jaapanist, samuti Eesti juhtivate keemiaalaste õppe- ja teadusasutustega (TTÜ/KI, TÜ/FI jt.).

## Orgaanilise keemia õppetool

Jaak Järv

Professor Ants Tuulmets lahkus õppetooli juhataja kohalt 2001. aastal seoses emeriteerumisega ning õppetooli uueks juhatajaks sai orgaanilise keemia korraliseks professoriks valitud akadeemik Jaak Järv.

### Personal

#### Õppejõud

professor Jaak Järv dotsent Uno Mäeorg  
lektor Säde Viirlaid  
assistent Sirje Mäeorg  
erak.assistent (0.5 kohaga) Siim Salmar

#### Teadurid

uurija-professor Asko Uri  
erak. vanem-teadur (0.5 kohaga) Ants Tuulmets  
teadurid Olavi Loog, Dmitri Panov, Gerda Raidaru

#### Tehniline personal

Sekretär Sirje Kallastu  
Vanemlaborandid Urve Soonets, Vaike Timotheus  
Keemik (0.5 kohaga) Heiki Timotheus  
Konsultant (0.5 kohaga) Tullio Ilomets

#### Doktorandid

Olavi Loog, Meeri Sassian, Jaana Tammiku-Taul, Heli Väärtnõu-Järv, Gerda Raidaru, Siim Salmar, Hannes Hagu, Olga Tšubrik, Tanel Tätte

#### Magistrandid

Mats Hansen, Erki Enkvist, Kaido Viht, Anton Kotljarov, Artur Kaljo, Lauri Toom, Eerold Vellemäe, Liina Raus, Ruslan Svetlitski, Indrek Tulp

### Õppetöö

#### Põhiõppe kursused

Polümeeride keemia (3 AP)  
Materjalide keemia (3 AP)  
Orgaaniline süntees I (4 AP)  
Tööstuskeemia (2 AP)  
Orgaaniline süntees II (4 AP)  
Kromatograafia (3 AP)  
Orgaaniline keemia I (4 AP)  
Orgaaniline keemia II (4 AP)  
Orgaanilise keemia väike praktikum (1 AP)  
Keemia andmebaasid (2 AP)  
Orgaanilise keemia eripraktikum (6 AP)  
Literatuursüntees (2 AP)  
Orgaanilise keemia praktikum I (4 AP)



*Orgaanilise keemia professor  
akadeemik Jaak Järv*

Orgaanilise keemia praktikum II (5 AP)  
Orgaanilise keemia praktikum I (3 AP)  
Orgaaniline keemia II (3 AP)  
Materjalide keemia (2 AP)  
Struktuuranalüüs (4 AP)  
Orgaanilise sünteesi valikpraktikum (6 AP)  
Orgaaniline keemia (3 AP)  
Orgaanilise keemia praktikum (4 AP)

#### Magistriastme kursused

Materjalide keemia (3 AP)  
Orgaaniline süntees I (4 AP)  
Orgaaniline süntees II (4 AP)  
Kromatograafia (3 AP)  
Pestitsiidid. Keemia, tehnoloogia ja rakendamine (2 AP)  
Orgaaniline keemia III (2 AP)  
Orgaanilise keemia eriseminar (16 AP)  
Struktuuranalüüs (4 AP)  
Orgaanilise sünteesi valikpraktikum (6 AP)  
Sissejuhatus räniorgaanilisse keemiasse (2 AP)

#### Doktoriastme kursused

Orgaaniline süntees I (4 AP)  
Orgaaniline keemia IV (6 AP)  
Orgaanilise keemia kõrgem eriseminar (24 AP)  
Õppemetoodiline töö (6 AP)  
Kaasaegne üldhariduskoolide keemia õpik (2 AP)  
Keemiahariduse eriseminar (20 AP)  
Õppemetoodiline töö (6 AP)  
Sissejuhatus räniorgaanilisse keemiasse (2 AP)

#### Õpetajakoolitus

Loodusteaduste õpitarkvara (4 AP)

#### Täienduskoolitus

Keemiaalane õpitarkvara koolis (1 AP)

Õpitarkvara komplekt "Keemia õppetükid" Eesti koolidele (2 AP)

### **Põhilised uurimissuunad.**

Orgaaniliste reaktsioonide füüsiko-keemiline uurimine. Nende uuringute peamiseks eesmärgiks on arendada teoreetilist baasi reaktsioonide optimeerimiseks, arvestades nii fundamentaaluringute kaasaegseid suundi kui ka preparatiivsete meetodite ning tööstustehnoloogiate vajadusi. Lisaks reagentide struktuuri mõjule käsitletakse ainete solvatatsiooniga seotud nähtusi ja arendatakse nii arvutuslikke kui ka eksperimentaalseid meetodeid nende uurimiseks. Kvantitatiivsete meetoditega uuritakse ka mõningate tööstusele huvi pakkuvate reaktsioonide kineetikat ning solventide mõju neile reaktsioonidele (koostöö Dow Corning Corp., USA). Bioloogiliselt aktiivsete ainete süntees ja analüüs. Selle raames tegeldakse järgmiste probleemide uurimisega: a) uute hüdrasiini sünteesi reagentide ja meetodite uurimine, b) uute reagentide ja meetodite rakendamine 1,2-dioolide ja 1,2-aminoalkoolide

stereoselektiivsel sünteetil, c) multifunktsionaalsete teravik-mikroskoopia teravike valmistamine ja kasutamine pindade uurimisel, d) arvutusmeetodite rakendamine IP spektrite interpreteerimisel. Uurimistöö tulemusena on loodud rida uusi hüdrasiinide sünteesi reagente ja näidatud nende rakendamise võimalusi tetraasendatud hüdrasiinide sünteetil. Juurutati triarüülbismut(III)- ja -(V)ühendite süntees ning töötati välja meetod nende rakendamiseks hüdrasiinide selektiivseks arüülimiseks. Töötati välja meetod "segametalli", tsink-vask reagenti ja mõnede teiste reagentide kasutamiseks imiinide ja aldehüüdide redutseerivaks dimerisatsiooniks. Loodi meetod dopeeritud tinaoksiidil baseeruvast materjalist AFM/SNOM andurite valmistamiseks. Kasutades arvutusmeetodeid ja häiritusteooria põhimõtteid töötati välja meetod atsetüleenirea ühendite IP spektrite interpreteerimiseks.

## Muu tegevus

Balticum Organicum Syntheticum 2000 konverentsi korralduskomitee liige U.Mäeorg  
Bioorganic Chemistry (Academic Press, USA) toimetuskolleegiumi liige J.Järv  
Main Group Metal Chemistry (Brussels) toimetuskolleegiumi liige A.Tuulmets  
Eesti keemiapäevade korraldamine ja kogumike vastutav toimetaja U.Mäeorg  
FEBS Fellowships Committee liige J.Järv  
Eesti Teaduste Akadeemia bioloogia, geoloogia ja keemia osakonna juhataja J.Järv  
Euroopa Keemiaseltside Föderatsiooni Metallorgaanilise Keemia Divisjoni liige U.Mäeorg  
Eesti Keemia Seltsi Volikogu liige U.Mäeorg  
Eesti Rahvusvahelise Keemia Olümpiaadi võistkonna mentor U.Mäeorg

## Publikatsioonid:

1. A.T.Talvik, A.Tuulmets, E.Vaino. Kinetics and mechanism of aminolysis of aliphatic esters in aprotic solvents. *J. Phys. Org. Chem.* (1999), 12, 747-750.
2. Loog, M., Uri, A., Raidaru, G., Järv, J., Ek, P. Adenosine-5'-carboxylic acid peptidyl derivatives as inhibitors of protein kinases. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* (1999) 9, 1447-1452.
3. M.Loog, A.Uri, J.Järv, P.Ek. Bi-substrate analogue ligands for affinity chromatography of protein kinases. *FEBS Lett* (2000), 480, 244-248.
4. Loog, O., Mäeorg, U., Ragnarsson, U. Synthesis of hydrazines with aromatic substituents using triaryl bismuth reagents. *Synthesis* (2000), No. 11, 1591.
5. Tchubrik, O., Mäeorg, U. The combination of tert-buoxycarbonyl and triphenylphosphonium protecting groups in the synthesis of substituted hydrazines. *Org.Lett.* (2001), 3, 2297.
6. J.Tammiku, P.Burk, A.Tuulmets. 1,0-phenanthroline and its complexes with magnesium compounds. Disproportionation equilibria. - *J. Phys. Chem. A.* (2001), 105, 8554-8561.
7. A.Tuulmets, S.Salmar. Effect of ultrasound on ester hydrolysis in aqueous ethanol. - *Ultrasonics Sonochem.* (2001), 8, 209-212.
8. A.Tuulmets, ViPällin, J.Tammiku-Taul, P.Burk, K.Raie. Solvents effects in the Grignard reaction with alkynes. - *J.Phys.Org.Chem.* (2002), 15, 701-705.



9. M.Sassian, D.Panov, A.Tuulmets. Grignard reagents in toluene solutions. - Appl.Organomet.Chem., (2002), 16, 525-529.

10. Tätte, T., Avarmaa, T., Lõhmus, R., Mäeorg, U., Pistal, M.-E., Raid, R., Sildos, L., Lõhmus, A. Transparent and conductive Sb-doped tin oxide SPM tips prepared by sol-gel method. Materials Science and Engineering C. (2002), 19, 101-104.

#### Kaitstud magistritööd

Olavi Loog, Peep Raik, Meeri Sassian, Jaana Tammiku, Sirje Mäeorg, Riina Mahlapuu, Siim Salmar, Artur Jõgi, Annika Vaarmann, Hannes Hagu, Kristiina Raie, Tanel Tätte, Olga Tsubrik

#### Kaitstud doktoritööd

Dmitri Panov, Vello Pällin, Mart Loog, Boris V.Rogovoy

## **Bioorgaanilise keemia õppetool**

Jaak Järv

Kuni 2001. aastani juhatas õppetooli akadeemik Jaak Järv. Peale tema valimist orgaanilise keemia professoriks määrati õppetooli hoidjaks dotsent Ago Rinke.

### **Personal**

#### Õppejõud

Dotsent Ago Rinke

#### Teadurid

Teadurid Ain Uustare, Anton Terasmaa, Sergei Kopantsük

#### Tehniline personal

Keemik Raili Remmel

#### Doktorandid

Anton Terasmaa, Ain Uustare, Sergei Kopantsük, Kristjan Saal, Andres Kreegipuu

#### Magistrandid

Aleksei Kuznetsov, Nikita Oskolkov, Argo Vonk

### **Õppetöö**

#### Põhiõppe kursused

Biokineetika (4 AP)

Peptiidikeemia 2 AP)

Radioaktiivsed ained uurimistöös (2 AP)

Biotehnoloogia valikpeatükke: ensüümide puhastamine (6 AP)

Aminohapete analüüs (4 AP)

Eripraktikum bioorgaanilises keemias (6 AP)

Valkude keemia (6 AP)

Kursusetöö bioorgaanilises keemias (2 AP)

Biokeemia (2 AP)

#### Magistriastme kursused

Sissejuhatus retseptoloogiasse (2 AP)

Biokineetika (4 AP)

Peptiidikeemia 2 AP)

Valikpeatükke füüsikalisest biokeemiast (2 AP)

Radioaktiivsed ained uurimistöös (2 AP)

Kombinatoorse keemia põhimõtted (2 AP)

Biotehnoloogia valikpeatükke: ensüümide puhastamine (6 AP)

Aminohapete analüüs (4 AP)

Eriseminar bioorgaanilises keemias (16 AP)

#### Doktoriastme kursused

Sissejuhatus retseptoloogiasse (2 AP)

Valikpeatükke füüsikalisest biokeemiast (2 AP)



*Bioorgaanilise keemia õppetooli hoidja dotsent Ago Rinke*

Kombinatoorse keemia põhimõtted (2 AP)  
Eriseminar bioorgaanilises keemias (24 AP)  
Üldine neurokeemia (2 AP)  
Kaasaegne õpitarkvara: sellele esitatavad nõudmised ja praktika (2 AP)  
Õppemetoodiline töö (6 AP)

### **Teadustöö põhisuunad**

Närviimpulsi keemilise ülekande mehhanismi kineetilised aspektid. Uuringute üldiseks eesmärgiks on kirjeldada närviülekanDES osalevate retseptorite ja nendega seotud G valkude ja ensüümide regulatsiooni mehhanisme molekulaarsel tasemel. Erilist tähelepanu pööratakse varieeruva struktuuridega ligandide sidumise kineetika võrdlemisele ning allosteeriliste modulaatorite ning kofaktorite mõjule nende ligandide sidumisomadustele. Seejuures võrreldakse mudelsüsteemidena kasutatavate muskariinsete ja dopaminergiliste retseptorite omadusi purinergiliste (adenosiin A1 ja A2A) ja peptiidi (melanokortiini) retseptorite omadustega ning püütakse leida muutusi nendes regulatsioonimehhanismides erinevate patoloogiate korral.

Proteiinkinaaside spetsiifilisuse mudelid ning nende rakendused proteoomikas. Nende uuringute fundamentaalne osa hõlmab bioregulatsiooni võtme-ensüümide proteiinkinaaside poolt fosforüleeritavate substraatvalkude molekulaarse äratundmise mehhanismide täpsustamist ning neist lähtuvalt sünteetiliste substraatide, inhibiitorite ja afiinsuskromatograafia ligandide konstrueerimist. Substraatspetsiifilisuse mudeli abil püütakse prognoosida looduslike valkude potentsiaalseid post-translatoorse modifitseerimise kohti, lähtudes andmetest nende valkude aminohappelise järjestuse ning ruumilise struktuuri kohta.

### **Muu tegevus**

"3rd Nordic-Baltic symposium on molecular pharmacology of 7TM receptors"  
(Turku, 2000) organiseerimiskomitee liige A. Rincken  
FEBS Publication Committee liige 1997-2001. J. Järv

### **Publikatsioonid**

1. Rincken A., Harro J., Engström L. and Orelund L. Guanyl nucleotide dependent binding of cholecystokinin-8S to rat brain cortical membranes. *Biochem. Pharmacol.* (1998), 55(4) 423-431.

2. Kreegipuu, A., Blom, N. And Järv, J. Statistical analysis of protein kinase specificity determinants. *FEBS Lett.* (1998), 430, 45-50.

3. Rincken A., Finnman U.-B. and Fuxe K. Pharmacological characterization of dopamine-stimulated [35S]GTPγS binding in rat striatal membranes. *Biochem. Pharmacol.* (1999), 57(2) 155-162.

4. Terasmaa A., Andbjør B., Fuxe, K. and Rincken A. Striatal dopamine denervation decreases the GDP binding affinity in rat striatal membranes. *NeuroReport.* (2000), 11 (12) 2691-2694.

5. Terasmaa A., Finnman U.-B., Owman C., Ferré, S. Fuxe K and Rincken A. Modulation of [35S]GTPγS binding to CHO cell membranes by D2(short) dopamine receptors. *Neurosci.Lett.* (2000), 280(2) 135-138.

6. J.T.Laitinen, A.Uri, G.Raidaru, R.Miettinen. [35S]GTPγS autoradiography reveals a wide distribution of Gi/o-linked ADP receptors in the nervous system: close similarities with the platelet P2YADP receptor. *J. Neurochem.* (2001), 77, 505-518.

7. Rinken A., Terasmaa A., Raidaru G and Fuxe K. D2 dopamine receptor-G protein coupling. Cross-regulation of agonist and guanosine nucleotide binding site. *Neurosci.Lett.* (2001), 302(1) 5-8.

8. Uri, G. Raidaru, J. Subbi, K. Padari, M. Pooga. Identification of the Ability of Highly Charged Nanomolar Inhibitors of Protein Kinases to Cross Plasma Membranes and Carry a Protein into Cells, *Bioorg.Med.Chem.Lett.* (2002), 12, 2117-2120.

9. Lepiku, M., Järv,J., Fuxe, K., Rinken, A. Reversible and irreversible components of [3H]-N-propylnorapomorphine interaction with rat striatal membranes. *Neurosci.Lett.* (2002), 325, 111-114.

10.Saal K., Sammelselg V., Lõhmus A., Kuusk E., Raidaru G., Rinken T.and Rinken A. (2002) Characterization of glucose oxidase immobilization onto mica carrier by atomic force microscopy and kinetic studies. *Biomol. Eng.* 19, (2-6), 195-199.

#### Kaitstud magistritööd

Andres Kreegipuu, Anton Terasmaa, Annemari Arro, Sergei Kopantsuk, Ain Uustare, Aleksei Kuznetsov, Nikita Oskolkov, Kristjan Saal

#### Kaitstud doktoritööd

Katrin Sak, Toonika Rinken, Martin Lepiku

# TÜ Keemiaosakonna õppejõudude ja töötajate publikatsioonid 1998-2002

1998

1. I. Koppel, J. Koppel, P.-C. Maria, J.-F. Gal, R. Notario, V.M. Vlasov, R.W. Taft, Comparison of Brønsted Acidities of Neutral NH-Acids in Gas Phase, Dimethyl Sulfoxide, and Water. *Int. J. Mass. Spectr. and Ion Processes*, 1998, 175, 5, 61-71.
2. I. Leito, I. Kaljurand, I.A. Koppel, L.M. Yagupolskii, V.M. Vlasov, Spectrophotometric Acidity Scale of Strong Neutral Brønsted Acids in Acetonitrile, *J. Org. Chem.*, 1998, 64, 22, 7868-7874.
3. V. Mäemets, I. Koppel, Effect of ions on the  $^{17}\text{O}$  and  $^1\text{H}$  NMR chemical shifts of water, *J. Chem. Soc. Faraday Trans.*, 1998, 94, 3261-3269.
4. A. R. Katritzky, V. S. Lobanov, M. Karelson, Normal Boiling Points for Organic Compounds: Correlation and Prediction by a Quantitative Structure-Property Relationship, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 1998, 38, 28-41.
5. K. Sak, M. Karelson, J. Järv, Quantum Chemical Modelling of the Effect of Proline Residues on Peptide Conformation, *Int. J. Quant. Chem.*, 1998, 66, 391-396.
6. A.R. Katritzky, Lan Mu, M. Karelson, Relationships of Critical Temperatures to Calculated Molecular Properties, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 1998, 38, 293-299.
7. A.R. Katritzky, S. Sild, V. Lobanov, M. Karelson, Quantitative Structure-Property Relationship (QSPR) Correlation of Glass Transition Temperatures of High Molecular Weight Polymers, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 1998, 38, 300-304.
8. A.R. Katritzky, R.D. Burton, Ming Qi, P.A. Shipkova, C.H. Watson, Z. Dega-Szafran, J.R. Eyler, M. Karelson, U. Maran, M.C. Zerner, Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry and theoretical studies of gas phase  $\text{S}_{\text{N}}2$  nucleophilic substitution reactions at  $\text{sp}^3$ -carbon atoms, *J. Chem. Soc. Perkin Trans.*, 1998, 2, 825-834.
9. U. Maran, A.R. Katritzky, M. Karelson, Theoretical study of aminoalkylation in the Mannich reaction of furan with methyleneiminium salt, *Int. J. Quant. Chem.*, 1998, 67, 359-366.
10. J. Leis, K. D. Klika, M. Karelson, Solvent Polarity Effects on the E/Z Conformational Equilibrium of N-1-Naphthylamides Tetrahedron, 1998, 54, 7497-7504.
11. J. Leis, G.P. Schiemenz, M. Karelson, Stereochemistry of Arylamides. 1. NMR Spectra of Some N-(1-Naphthyl)amides ACH Models in Chemistry, 1998, 135, 157-171.
12. J. Leis, U. Maran, G.P. Schiemenz, M. Karelson, Stereochemistry of Arylamides. 2. AM1 SCF and SCRF Quantum-Chemical Modelling of Some N-(1-Naphthyl)amides ACH Models in Chemistry, 1998, 135, 173-181.
13. M.C. Menziani, P.G. De Benedetti, M. Karelson, Theoretical Descriptors in Quantitative Structure-Affinity and Selectivity Relationship Study of Potent N4-Substituted Arylpiperazine 5-HT $_{1A}$  Receptor Antagonists, *Bioorg. & Med. Chem.*, 1998, 6, 535-550.
14. A.R. Katritzky, P.A. Shipkova, M. Qi, R.D. Burton, C.H. Watson, J.R. Eyler, M. Karelson Cation tagging for monitoring gas phase reactions. Electrospray FTICR/MS study of ester pyrolysis, *Int. J. Mass Spectr. Ion Proc.*, 1998, 175, 149-157.

15. A.R. Katritzky, M. Karelson, S. Sild, T.M. Krygowski, K. Jug, Aromaticity as a Quantitative Concept - Part VII: Aromaticity Reaffirmed as a Multi-Dimensional Characteristic, *J. Org. Chem.*, 1998, 63, 5228-523.
16. J. Leis, A. Pihl, K. Pihlaja, M. Karelson, Reaktivn of 1-naphthylamine with methyl ketones ACH Models in Chemistry, 1998, 135, 573-581.
17. A.R. Katritzky, Y. Wang, S. Sild, T. Tamm, M. Karelson, QSPR Studies on Vapor Pressure, Aqueous Solubility and the Prediction of Water-Air Partition Coefficients, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 1998, 38, 720-725.
18. A.R. Katritzky, S. Sild, M. Karelson, General Quantitative Structure-Property Relationship Treatment of the Refractive Index of Organic Compounds, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 1998, 38, 840-844.
19. A.R. Katritzky, S. Sild, M. Karelson, Correlation and Prediction of the Refractive Indices of Polymers by QSPR, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 1998, 38, 1171-1176.
20. P. Oksman, K. Pihlaja, F. Fülöp, I. Huber, G. Bernth, M. Karelson, A. Perkson, Electron Impact Mass Spectrometric Studies of 2-Methyl, 2-Phenyl, 2-(1-Piperidyl), 2(2/3/4-Pyridyl), Piperidino and Pyrido[4,3-d]pyrimidin-4-ones, *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, 1998, 12, 1845-1858.
21. J.-L. Abboud, O. Castaño, M. Herreros, I. Leito, R. Notario, K. Sak. Thermodynamic Stability of Trichlorocyclopropenyl Cation. An Experimental (FTICR) and Computational [G2(MP2)] Study. *J. Org. Chem.* 1998, 63, 8995-8997.
22. L. Paama, I. Pitkänen, H. Rönkkömäki, P. Perämäki. Thermal and infrared spectroscopic characterization of historical mortars. *Thermochimica Acta*, 1998, 320, 127-133.
23. L. Paama and P. Perämäki. Determination of Trace Metals in Biological Samples. Microwave-Assisted Sample Preparation. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 1998, 28, 87-91.
24. V.Seeman, M.Danilkin, A.Ots, E.Pedak, L.Pung. Fc Centres in Plastically Deformed CaS Polycrystals. - *Physica Status Solidi (b)*, 1998, 208, 367-378.
25. S.O.Klimonsky, A.E.Primenko, V.D.Kuznetsov, M.I.Danilkin, V.Seeman. Magnetic Properties and Energy Transfer in the Luminophors CaS:Eu,Cl. - *Zhurnal Eksperimentalnoi i Teoreticheskoi Fiziki*, Moscow, 1998, 113, 1698-11707.
26. A. Rincken, J. Harro, L. Engström, L.Oreland Guanyl nucleotide dependent binding of cholecystokinin-8S to rat brain cortical membranes. *Biochem. Pharmacol.*, 1998 55(4)423-431.
27. J.P. Kukkonen, J. Näsman, A. Rincken, A. Dementjev, K.E.O. Åkerman Pseudo-competitive antagonism of M1, M3, and M5 muscarinic receptor-mediated Ca<sup>2+</sup> mobilization by muscarinic antagonists. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 1998, 243(1)41-46.
28. T. Rincken, A. Rincken, T. Tenno, J. Järv Calibration of glucose biosensors by pre-steady state kinetics. *Biosens. Bioelectr.*, 1998, 13(7/8) 801-807.
29. K. Sak, M.Kelve, A.Uri and J.Järv. Pyrimidinoceptor Potentiation by ATP in NG108-15 Cells; *FEBS Letters*, 1998, 439, 107.
30. J. Tamm, A. Alumaa, A. Hallik, V. Sammelselg. Electrochemical properties of cation sensitive polypyrrole films, *J. Electroanal.Chem.*, 1998, 448, 25-31.
31. T. Silk, Qi Hong, J. Tamm, R.C. Compton. AFM studies of polypyrrole

- film surface morphology. I. The influence of film thickness and dopant nature, *Synthetic Metals*, 1998, 93, 59-64.
32. T. Silk, Qi Hong, J. Tamm, R.C. Compton. AFM studies of polypyrrole film surface morphology. II. Roughness characterization by the fractal dimension analysis, *Synthetic Metals*, 1998, 93, 65-71.
33. E. Mölder, T. Tenno, P. Nigu. The influence of surfactants on oxygen mass transfer through the air-water surface, *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 1998, 28, 75-80.
34. K. Hellat, T. Tenno. Environmental Chemistry in the University of Tartu, *Critical Reviews in Analytical Chemistry* 1998, 28, 64-65.
35. K. Tammeveski, T. Kikas, T. Tenno, L. Niinistö. Preparation and characterization of platinum coatings for long lifetime BOD biosensor, *Sensors and Actuators, B*, 1998, 47, 21-29.
36. K. Tammeveski, T. Tenno, A. Mashirin, E.W. Hillhouse, P. Manning, C.J. McNeil. Superoxide electrode based on covalently immobilized cytochrome c: modelling studies, *Free Radical Biology & Medicine*, 1998, 25, 973-978.
37. T. Kikas, E. Sooba, K. Tammeveski, T. Tenno. Determination of BOD in phenolic wastewaters and a study of biodegradation of phenolic compounds, *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 1998, 28, 70-74.
38. T. Rincken, A. Rincken, T. Tenno, J. Järv. Calibration of glucose biosensors by pre-steady state kinetics, *Biosensors & Bioelectronics*, 1998, 13, 801-807.
39. T. Tenno, K. Orupõld, A. Pruks. Problems and chemical aspects of industrial and municipal wastewater treatments in Estonia, *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 1998, 28, 92-95.
40. U. Mäeorg, U. Ragnarsson. Synthesis, Application and Scope of a New Protected Hydrazine Reagent. *Tetrahedron Lett.*, 1998, 39, 681.
41. M. Pooga, A. Jureus, F. Rezaei, H. Hasavan, K. Saar, K. Kask, P. Kjellen, T. Land, J. Halonen, U. Mäeorg, A. Uri, S. Solyom, T. Bartfai, Ü. Langel. New Galanin Receptor Ligands. *J. of Peptide Res.*, 1998, 51, 65.
42. O. Loog, U. Mäeorg. Enantioselective Acyl Migration in 2,2,4-trimethylpentane-1,3-diol Monoesters in the Presence of Chiral BINOL Catalyst. *Proc. Estonian Acad. Sci. Chemistry*, 1998, 47(4), 193.
43. E. Lust, A. Jänes, K. Lust and P. Miidla, Adsorption of normal hexanol on bismuth single crystal plane electrodes, *J. Electroanal. Chem.*, 1998, 442, 189-200.
44. E. Lust, A. Jänes and K. Lust, Adsorption of adenosine on bismuth single crystal plane electrodes, *J. Electroanal. Chem.*, 1998, 449, 153-163.
45. M. Väärtnõu, E. Lust, An Impedance and chronocoulometric study of the adsorption of chloride and bromide ions on bismuth single crystal planes from solutions in methanol, *J. Electroanal. Chem.*, 1998, 445, 165-170.
46. E. Lust, A. Jänes, V. Sammelselg, P. Miidla and K. Lust, Surface roughness of bismuth, antimony and cadmium electrodes, *Electrochimica Acta*, 1998, 44, 373-383.
47. M. Väärtnõu, E. Lust, Adsorption of iodide ions on bismuth single crystal planes from solution in methanol, *Electrochimica Acta*, 1998, 44, 2437-2444.
48. A. Jänes, P. Miidla, E. Lust, Adsorption of 1-pentanol on bismuth single crystal plane electrodes, *J. of Solid State Electrochem.*, 1998, 3, 277-287.

49. H. Keis. Heavy metals in the environment of Estonia and in the Baltic Sea, *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 1998, 28, 66-69.
50. K. Sak, M. Kelve, A. Uri, and J. Järv, Pyrimidinoceptor potentiation by ATP in NG108-15 cells, *FEBS Lett.*, 1998, 439, 107-109.
51. T. Rincken, A. Rincken, T. Tenno, and J. Järv, Calibration of glucose biosensors by using pre-steady state kinetic data, *Biosens. Bioelectron.*, 1998, 13, 801-807.
52. K. Rosenthal, J. Lember, E. Karelson, and J. Järv, Activation of cAMP synthesis in rat brain cortical membranes by rubidium and cesium ions, *Biochem. Mol Biol Int.*, 1998, 45, 745-751.
53. A. Kreegipuu, N. Blom, S. Brunak, and J. Järv, Statistical analysis of protein kinase specificity determinants, *FEBS Lett.*, 1998, 430, 45-50.
54. J.-L.M. Abboud, O. Castano, J. Elguero, M. Herreros, N. Jagerovic, R. Notario, K.Sak. Superacid Chemistry in the Gas Phase: Dissociative Proton Attachment to Halomethanes. *International Journal of Mass Spectrometry and Ion Processes*, 1998, 175, 35-40.
55. P. Alumaa, J. Penchuk Ionic Strength Dependence of Heavy Metal Tartrate Complex Stabilities, *Chromatographia* 1998, V. 47, p. 77-80.
56. P. Kruus, L. Beutel, R. Aranda, J. Penchuk, R. Otson Formation of Complex Organochlorine Species in Water due to Cavitation *Chemosphere*, 1998, 36, 8, 1811-1824.

## 1999

57. Solute-Solvent and Solvent-Solvent Interactions in Binary Solvent Mixtures. Part 8. ET(30) Polarity of Binary Mixtures of Formamides with Hydroxylic Solvent, K. Herodes, I. Leito, I.Koppel, M. Rosés, *J.Phys. Org. Chem.*, 1999, 12, 109-115.
58. T. Tamm, J. Tamm, M. Karelson, A Quantum-Mechanical Study of Oxidized Oligopyrroles, *Int. J. Quant. Chem.*, 1999, 71, 101-109.
59. U. Maran, A.R. Katritzky, M. Karelson, A Comprehensive QSAR Treatment of the Genotoxicity of Heteroaromatic and Aromatic Amines, *Quant. Struct-Act. Rel.*, 1999, 18, 1-9.
60. M. Karelson, J. Leis, Quantum-Chemical Study of the Stereochemistry of Some N,N-Diarylamides, *Proc. Est. Acad. Sci Chem.*, 1999, 48, 3-12.
61. M. Karelson, A. Perkson, QSPR Prediction of Densities of Organic Liquids *Computers & Chemistry*, 1999, 23, 49-59.
62. J. Leis, K.D. Klika, K. Pihlaja, M. Karelson, Dynamic Processes in N-Acylated 1,2-dihydro-2,2,4-trimethylbenzo(h)quinoline: A Comparative Study by NMR Spectroscopy and Quantum Chemistry, *Tetrahedron*, 1999, 55, 5227-5238.
63. M. Karelson, U. Maran, Y. Wang, A.A. Katritzky, QSPR and QSAR Models Derived with CODESSA Multipurpose Statistical Analysis Software. *AAAI Tech. Report*, SS-99-01, 1999, 12-23.
64. B. Lucic, N. Trijnastic, S. Sild, M. Karelson, A.R. Katritzky, A new efficient approach for variable selection based on multiregression: Prediction of gas chromatographic retention times and response factors, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 1999, 39, 610-621.
65. A.R. Katritzky, T. Tamm, Y. Wang, S. Sild, M. Karelson, QSPR Treatment of Solvent Scales, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 1999, 39, 684-691.



66. A.R. Katritzky, T. Tamm, Y. Wang, M. Karelson, A Unified Treatment of Solvent Properties, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 1999, 39, 692-698.
67. M. Karelson, U. Maran, Y. Wang, and A.R. Katritzky, QSPR and QSAR models derived using large descriptor spaces, *Collect. Czech. Chem. Commun.*, 1999, 64, 1551-1571.
68. K. Sak, M. Karelson, J. Järv, Quantum chemical modeling of the amino acid side chain effects on peptide conformation, *Bioorg. Chem.*, 1999, 27, 434-442.
69. M.C. Menziani, M. Montorsi, P.G. De Benedetti, M. Karelson, Relevance of Theoretical Descriptors in QSAR Analysis of G-protein Receptor Antagonists, *Bioorg. & Med. Chem.*, 1999, 7, 2437-2451.
70. F. Ignatz-Hoover, A.R. Katritzky, V.S. Lobanov, M. Karelson, Insights into Sulfur Vulcanization from QSPR Studies. *Rubber Chem. and Technol.*, 1999, 72, 318-333.
71. A. Rinken, U.-B. Finnman, K. Fuxe Pharmacological characterization of dopamine-stimulated [35S]GTPγS binding in rat striatal membranes. *Biochem. Pharmacol.*, 1999, 57(2) 155-162.
72. R. Tungal, T. Rinken, A. Rinken, T. Tenno Immobilisation and kinetic study of tyrosinase for biosensor construction. *Anal. Lett.*, 1999, 32(2) 235-249.
73. A. Rinken, S. Ferré, A. Terasmaa, C. Owman, K. Fuxe Serotonergic agonists behave as partial agonists for D2 dopamine receptor. *NeuroReport*, 1999, 10(3) 493-495.
74. M. Loog, A. Uri, G. Raidaru, J. Järv, P. Ek. Adenosine-5'-carboxylic Acid Peptidyl Derivatives as Inhibitors of Protein Kinases. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 1999, 9, 1447.
75. M. Loog, A. Uri, G. Raidaru, J. Järv, P. Ek, Adenosine- 5'-carboxylic acid peptidyl derivatives as inhibitors of protein kinases, *Bioorg. Med. Chem. Letters*, 1999, 9, 1447 . 1452.
76. E. Schepetova, M. Eller, G. Raidaru, T. Ilomets, Analysis of dansyl derived amino acids of Proteinaceous Glues by HPLC, *Proc. Estonian Acad. Sci. Chem.*, 1999, 48(4), 156 - 162.
77. T. Tamm, J. Tamm, M. Karelson. A semiempirical study of oxidised oligopyrroles, *Int. J. Quant. Chem.*, 1999, 71, 101.
78. A. Tuulmets, D. Panov. Solvation effects in partially solvated Grignard reagents. - *J. Organomet. Chem.*, 1999, 575, 182-186.
79. D. Panov, A. Tuulmets. Are bidentate ligands always acting as bidentate? The case of Grignard reagents. - *Main Group Met. Chem.* 1999, 22, 297-300.
80. A. Tuulmets, P. Raik. Ultrasonic acceleration of ester hydrolyses. - *Ultrasonics Sonochem.* 1999, 6, 85-87.
81. V. Pällin, A. Tuulmets. Complexes PhMgBr.nMgBr2.mNEt3 in the reaction with acetylene. *J. Organomet. Chem.* 1999, 584, 185-189.
82. A. Tuulmets, M. Sassian. Reactions of partially solvated Grignard reagents with a ketone. - *J. Organomet. Chem.* 1999, 586, 154-149.
83. V. Pällin, E. Otsa, A. Tuulmets. Mechanism of the reaction of acetylene with Grignard reagents. - *J. Organomet. Chem.* 1999, 590, 149-152.
84. A. T. Talvik, A. Tuulmets, E. Vaino. Kinetics and mechanism of aminolysis of aliphatic esters in aprotic solvents. - *J. Phys. Org. Chem.* 1999, 12, 747-750.

85. K. Orupöld, K. Hellat, T. Tenno. Estimation of treatability of different industrial wastewaters by activated sludge oxygen uptake measurements, *Wat. Sc. Tech.*, 1999, 40, 31-36.
86. K. Orupöld, T. Henrysson. Biological Treatment of Oil Shale Ash Heap Leachate Containing Phenolic Compounds by Biofilm Reactors with Suspended Carriers, *Res. Environ. Biotechnol.*, 1999, 2, 219-233.
87. K. Tammeveski, A.A. Mashirin, T. Tenno. A new method to analyze polarization curves - its application for the determination of kinetic parameters for oxygen reduction, *Electrochemistry Communications*, 1999, 1, 415-418.
88. K. Tammeveski, T. Tenno, A. Rosental, P. Talonen, L.-S. Johansson, L. Niinistö. The reduction of oxygen on Pt-TiO<sub>2</sub> coated Ti electrodes in alkaline solution, of the *Electrochem. Soc.* 1999, 146, 669-676.
89. R. Tungel, T. Rinken, A. Rinken, T. Tenno. Immobilisation and kinetic study of tyrosinase for biosensor construction, *Anal. Lett.* 1999, 32, 235-249.
90. U. Mäeorg, T. Pehk, U. Ragnarsson. Synthesis of Substituted Hydrazines from Triprotected Precursors. *Acta Chemica Scandinavica*, 1999, 53, 1127.
91. O. Loog, U. Mäeorg. Selfcondensation of 2-methylpropanal with Homochiral BINOL Catalyst as a Model Asymmetric Aldol-Tishchenko Reaction. *Tetrahedron Asymmetry*, 1999, 10, 2411.
92. L. Brandsma, W.F. Niemenhuizen, J.W. Zwikker, U. Mäeorg. Reduction of Acetylenic Compounds to (E)-Olefins by Alkali Metals.-An Investigation of the Scope. *Eur. J. Org. Chem.*, 1999, 775.
93. S. Trasatti, E. Lust, The Potential of Zero Charge, in R.E. White, B.E. Conway and J.O'M. Bockris (Editors), *Modern Aspects of Electrochemistry*, Vol. 33, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York and London, 1999, p. 1-216.
94. M. Väärtnõu, E. Lust, Calculation of thermodynamic and inner layer characteristics of halide ions adsorbed on bismuth single crystal planes from solution in methanol, *J. Electroanal. Chem.*, 1999, 469, 182-188.
95. J. Ehrlich, T. Ehrlich, A. Jänes, E. Lust, The zero charge potential shift upon adsorption of various organic compounds at bismuth | solution interface, *Electrochimica Acta*, 1999, 45, 935-943.
96. E. Lust, A. Jänes, K. Lust, J. Ehrlich, Orientation of organic compounds at single crystal bismuth electrodes, *Electrochimica Acta*, 1999, 44, 4707-4720.
97. K. Sak, T. E. Webb, K. Samuel, M. Kelve, J. Järv, Only pyrimidinoceptors are functionally expressed in mouse neuroblastoma cell lines, *Mol Cell Biol Res. Commun.*, 1999, 1, 203-208.
98. A. Oras, J. Järv, K. E. Akerman, Influence of atropine on carbachol dual effect on Ca<sup>2+</sup> mobilization in SH-SY5Y neuroblastoma cells, *Biochem. Mol Biol Int.*, 1999, 47, 743-747.
99. M. Loog, A. Uri, G. Raidaru, J. Järv, P. Ek, Adenosine-5'-carboxylic acid peptidyl derivatives as inhibitors of protein kinases, *Bioorg. Med. Chem Lett.*, 1999, 9, 1447-1452.
100. J. Ivask, M. Kaljurand, Anions detection limits reduction in polar ice core analysis using correlation ion chromatography with detector signal processing. *Journal of Chromatography*, 1999, 844, 419-423.

101. F. O'Farrell, M. Loog, IM. Janson, P. Ek. Kinetic study of the inhibition of CK2 by heparin fragments of different length. *Biochim Biophys Acta*. 1999, 1433(1-2):68-75.

## 2000

102. P.Burk, I. Koppel, A. Rummel, A. Trummal, Can OH Acid Be More Acidic Than its SH Analog? A G2 Study of Fluoromethanols and Fluoromethylthiols, *J.Phys. Chem. A.*, 2000, 104, 1602-1607.

103. I. Kaljurand, T. Rodima, I. Leito, I.A. Koppel, R. Schwesinger, Self-Consistent Spectrophotometric Basicity Scale in Acetonitrile Covering the Range Between Pyridine and DBU, *J.Org. Chem.*, 2000, 65, 6202-6208.

104. P. Burk, I.A. Koppel, I.Koppel, R. Kurg, J.-F.Gal, P.-C. Maria, M. Herreros, R. Notario, J.-L.M.Abboud, F. Anvia, R.W. Taft, Revised and Expanded Scale of Gas-Phase Lithium-Cation Basicities. An Experimental and Theoretical Study, *J.Phys. Chem.A.*, 2000, 104, 2824-2833.

105. I.A. Koppel, P.Burk, I.Koppel, I. Leito, T.Sonoda, M.Mishima, Gas-Phase Acidities of Some Neutral Superacids: a DFT and Ab initio Study *J.Am. Chem. Soc.*, 2000, 122, 5114-5124.

106. I.A. Koppel, J. Koppel, V. Pihl, I. Leito, M. Mishima, V. Vlasov, L.M. Yagupolskii, R.W. Taft, Comparison of Brønsted Acidities of Neutral CH Acids in Gas Phase and Dimethyl Sulfoxide, *J. Chem. Soc. Perkin 2*, 2000, 1125-1133.

107. P. Burk, I.A. Koppel, I. Koppel, I. Leito, O. Travnikova, Critical Test of Performance of B3LYP Functional for Prediction of Gas-Phase Acidities and Basicities, *Chem. Phys. Lett.* 2000, 232, #5-6, 482-489.

108. T. Rodima, V. Mäemets, I. Koppel, Synthesis of N-Arylsubstituted Iminophosphoranes and NMR Spectroscopic Investigation of Their Acid-Base Properties in Acetonitrile, *J.Chem.Soc. Perkin Trans. I.*, 2000, 2637-2644.

109. A.R. Katritzky, U. Maran, V.S. Lobanov, M. Karelson, Structurally Diverse QSPR Correlations of Technologically Relevant Physical Properties, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 2000, 40, 1-18.

110. S. Yamamoto, G.H.F. Dierksen, M. Karelson, An ab initio CI study of electronic spectra of substituted free-base porphyrins, *Chem. Phys. Lett.*, 2000, 318, 590-596.

111. A.R. Katritzky, K. Chen, Y. Wang, M. Karelson, B. Lucic, N. Trinajstic, T. Suzuki, G. Schüürmann, Prediction of liquid viscosity for organic compounds by a quantitative structure-property relationship, *J. Phys. Org. Chem.*, 2000, 13, 80-86.

112. M. Karelson, *Molecular Descriptors in QSAR/QSPR*, J. Wiley & Sons, New York, 2000, 430 pp.

113. R. Hiob and M. Karelson, Quantitative Relationship between Rate Constants of the Gas Phase Homolysis of C - X Bonds and Molecular Descriptors, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 2000, 40, 1062-1071.

114. M. Karelson, S.Sild, and U. Maran, Non-linear QSAR Treatment of Genotoxicity, *Mol. Simulat.*, 2000, 24, 229-242.

115. P. Burk, I. A. Koppel, I. Koppel, I. Leito, O. Travnikova. Critical test of performance of B3LYP functional for prediction of gas-phase acidities and basicities. *Chem. Phys. Lett.* 2000, 323, 482-489.

116. S. Mäeorg, P. Burk, and U. Mäeorg, Comparative Calculations of Molecular Vibrations of Some Acetylenic Compounds. Proc.Estonian Acad.Sci.Chem., 2000, 49, 4, 240-243.
117. P. Burk and P.von R. Schleyer, Why are carboxylic acids stronger acids than alcohols? The electrostatic theory of Siggel-Thomas revisited. J. Mol. Struct. THEOCHEM, 2000, 505, 1-3, 161-167.
118. J. Tammiku, P. Burk, A. Tuulmets. UV-VIS Spectrum of 1,10-Phenathroline - Ethylmagnesium Bromide Complex. An Experimental and Computational Study. Main Group Metal Chemistry, 2000, 23, 301-305.
119. P.E. Lund, R. Shariatmadar, A. Uustare, M. Dethaux, M. Parmentier, J. P. Kukkonen, K. E. O. Åkerman The orexin OX1 receptor activates a novel Ca<sup>2+</sup> influx pathway necessary for coupling to phospholipase C. J Biol.Chem., 2000, 275(40), 30806-30812.
120. V.P.Denks, M.P.Kerikmäe, A.L.Lust, T.I.Savikhina, Photoluminescence of Concentration Series of CaF<sub>2</sub>:Mn Phosphors Excited by VUV Radiation, Physics of the Solid State, 2000, 42, 2, 261-269.
121. V. Nummert, M. Piirsalu, Kinetic study of hydrolysis of benzoates. Part XXII. Variation of the ortho inductive, resonance and steric terms with temperature in the alkaline hydrolysis of substituted phenyl benzoates in aqueous 2.25 M Bu<sub>4</sub>NBr. J. Chem. Soc., Perkin Trans. 2, 2000, 583-594.
122. L. Paama, I. Pitkänen, P. Perämäki. Analysis of archaeological samples and local clays using ICP-AES, TG-DTG and FTIR techniques. Talanta, 2000, v.51. p.349-357.
123. L. Paama, E. Pärnoja, P. Perämäki. Trace elements analysis of superconductor oxides by ICP-AES. Journal of Analytical Atomic Spectrometry, UK, 2000, v.15, p.571-572.
124. V.Seeman, M.Danilkin, E.Pärnoja, L.Pung, A.Ots, A.Lorentz. V- Centres and Cation Vacancies in Neutron-Irradiated CaS. - Solid State Communication, 2000, v.113, pp.171-174.
125. M.Danilkin, S.Klimonsky, J.Koksharov, V.Kuznetsov, M.Must, V.Nikiforov, A.Promenko, N.Solovieva, V.Seeman. Unusual Magnetic Properties of Solid Solutions Ca<sub>1-x</sub>EuxS and SrS<sub>1-x</sub>EuxS. - Izvestiya VUZov, Fizika, 2000, v.43, No8, pp. 64-68.
126. K.Sak, A.Uri, E.Änkvist, G.Raidaru, J.Subbi, M.Kelve, J.Järv. Adenosine Derived Non-Phosphate Antagonists for P2Y<sub>1</sub> Purinoceptors; Biochem. Biophys. Res. Commun., 2000, 272, 327.
127. M.Loog, A.Uri, J.Jarv, P.Ek. Bi-substrate analogue ligands for affinity chromatography of protein kinases. FEBS Lett, 2000, 480, 244.
128. A. Terasmaa, Ü.-B. Finnman, C. Owman, S. Ferré, K. Fuxe, A. Rinken Modulation of [35S]GTPγS binding to CHO cell membranes by D2(short) dopamine receptors. Neurosci.Lett., 2000, 280(2) 135-138.
129. J. Harro, A. Meriküla, M. Lepiku, A.-R. Modiri, A. Rinken, L. Oreland Lesioning of the Locus coreleus projections by DSP-4 treatment: The effect on amphetamine-induced hyperlocomotion and dopamine D2 receptor binding in the rat. Pharmacol. Toxicol., 2000, 86 197-202.
130. A. Terasmaa, B. Andbjer, K. Fuxe, A. Rinken, Striatal dopamine denervation decreases the GDP binding affinity in rat striatal membranes. NeuroReport., 2000, 11 (12) 2691-2694.

131. K. Sak, A. Uri, E. Enkvist, G. Raidaru, J. Subbi, M. Kelve, J. Järv, Adenosine Derived Non-phosphate Antagonist for P2Y1 Purinoceptors, *Biochem. Biophys. Res. Comm.*, 2000, 272, 327-331.
132. K. Sak, G. Raidaru, T.-E. Webb, J. Järv, Phosphate - substituted ATP analogs are antagonists at Human P2Y1 Purinoceptors, *Arch. Biochem. Biophys.*, 2000, 381(1), 171-172.
133. J. Tamm, L. Tamm, P. Vares. Temperature dependence of hydrogen overvoltage on nickel and iron in acid solution, *Russ. J. Electrochem.*, 2000, 36, 1174-1178.
134. V. Pällin, A. Tuulmets. Grignard reaction with acetylene in THF. - *Main Group Met. Chem.* 2000, 23, 179-182.
135. A. Tuulmets, A. T. Talvik. Activation energies of aminolysis of aliphatic esters in aprotic media. - *ACH Models in Chem.* 2000, 137, 111-119.
136. K. Orupõld, T. Tenno, T. Henrysson. Biological lagooning of phenols-containing oil shale ash heaps leachate, *Water Research*, 2000, 34, 4389-4396.
137. K. Tammeveski, T. Tenno, J. Niinistö, T. Leitner, G. Friedbacher, L. Niinistö. Thermal preparation of thin platinum coatings and their electrochemical and atomic force microscopic characterization. *Applied Surface Science*, 2000, 156, 135 - 142.
138. O. Loog, U. Mäeorg, U. Ragnarsson. Synthesis of Hydrazines with Aromatic Substituents Using Triaryl bismuth Reagents. *Synthesis*, 2000, No. 11, 1591.
139. U. Mäeorg, S. Viirlaid, H. Hagu, L. Brandsma. On the in situ Trimethylsilylation of Zinc Acetylides. *J. Organometal. Chem.*, 2000, 601, 341-342.
140. S. Mäeorg, P. Burk, U. Mäeorg. Comparative calculations of molecular vibrations of some acetylenic compounds. *Proc. Est. Acad. Sci. Chemistry*. 2000, 49/4, 240.
141. M. Väärtnõu, E. Lust, Calculation of the characteristics of Cl<sup>-</sup> and Br<sup>-</sup> ions adsorption on Bi single crystal planes from solution in 2-propanol, *Electrochimica Acta*, 2000, 45, 1623-1629.
142. T. Thomberg, E. Lust, Electroreduction of peroxodisulfate anion at Cd(0001) single-crystal plane electrode, *J. Electroanal. Chem.*, 2000, 485, 89-93.
143. K. Lust, M. Väärtnõu, E. Lust, Adsorption of halide anions on bismuth single crystal plane electrodes, *Electrochimica Acta*, 2000, 45, 3543-3554.
144. B.B. Damaskin, O.A. Baturina, V.A. Safonov, E. Lust, A. Jänes, Adsorption parameters of n-hexanol on single crystal faces of bismuth: a regression analysis of the differential capacitance data and comparing the capacitance and chronocoulometry measurements, *Russ. J. Electrochem.*, 2000, 36, 673-678.
145. K. Lust, E. Perkson, E. Lust, Kinetics of hydrogen evolution on single crystal bismuth electrodes, *Russian J. Electrochem.*, 2000, 36, 1257-1262.
146. E. Lust, R. Truu, K. Lust, Electroreduction of peroxodisulfate anion at Bi(111) single-crystal plane electrode, *Russian J. of Electrochemistry*, 2000, 36, 1195-1202.
147. E. Lust, A. Jänes, V. Sammelselg, P. Miidla, Influence of charge density and electrolyte concentration on the electrical double layer characteristics at rough cadmium electrodes, *Electrochimica Acta*, 2000, 46, 185-191.
148. H. Keis, J. Kruusma, J. Pullat. Polarography and stripping voltammetry of lead-polycarboxylate complexes on dropping mercury and rotating disc electrodes, *Proc. Estonian Acad. of Sci.*, 2000, 49, 3.

149. K. Sak, E. A. Barnard, J. Jarv, Dual effect of nucleotides on P2Y receptors, *IUBMB. Life*, 2000, 50, 99-103.
150. M. Loog, A. Uri, J. Jarv, P. Ek, Bi-substrate analogue ligands for affinity chromatography of protein kinases, *FEBS Lett.*, 2000, 480, 244-248.
151. K. Sak, G. Raidaru, T. E. Webb, J. Jarv, Phosphate-substituted ATP analogs are antagonists at human P2Y1 purinoceptors, *Arch. Biochem. Biophys.*, 2000, 381, 171-172.
152. K. Sak, A. Uri, E. Enkvist, G. Raidaru, J. Subbi, M. Kelve, J. Jarv, Adenosine-derived non-phosphate antagonists for P2Y(1) purinoceptors, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 2000, 272, 327-331.
153. K. Sak, J. Jarv, Adenosine triphosphate is full antagonist at human P2Y(1) purinoceptors, *Neurosci. Lett.*, 2000, 284, 179-181.
154. K. Sak, A. Kreegipuu, J. Jarv, P2Y-receptor-ligand database, *Trends Biochem. Sci.*, 2000, 25, 35.
155. M. Loog, R. Toomik, K. Sak, G. Muszynska, J. Jarv, P. Ek, Peptide phosphorylation by calcium-dependent protein kinase from maize seedlings, *Eur. J Biochem.*, 2000, 267, 337-343.
156. K. Sak, K. Samuel, M. Kelve, T. E. Webb. Pharmacological evidence for a novel pyrimidinoceptor in NG108-15 cells, 2000.
157. K. Sak, E.A. Barnard, J. Järvi, Dual effect of nucleotides on P2Y receptors. *IUBMB life*, 2000, 50(2), 99-103.
158. K. Sak, Are P2Y1 purinoceptors expressed in turkey erythrocytes? *Neurosci Lett*. 2000, 293(1):78-80.
159. J. Szczegielniak, A. Liwosz, I. Jurkowski, M. Loog, G. Dobrowolska, P. Ek, A.C. Harmon, G. Muszynska. Calcium-dependent protein kinase from maize seedlings activated by phospholipids. *Eur J Biochem*. 2000, (12):3818-27.
160. N. Palm and V. Palm, Verification of modified approach to solvation effects based on extended set of data series II: Procedure and verification results of averaged statistical significance of solvent constants scales. *Russ J Org Chem.*, 2000, 36, 1075-1104.
161. U. Kirso, P. Alumaa, N. Irha, V. Petersell, E. Teinemaa, J. Slet, E. Steinnes. Sorption of Pyrene to Two Estonian Soils. *Polycyclic Aromatic Compounds*, 2000, 20, 55-66.

## 2001

162. U. Mölder, P. Burk, I. A. Koppel, Quantum Chemical Calculation of Geometries and Gas-Phase Deprotonation Energies of Linear Polyynes Chains, *Int. J. Quant. Chem.*, 2001, 82, 73-85.
163. M. Karelson, Theoretical Treatment of Solvent Effects on Electronic and Vibrational Spectra of Compounds in Condensed Media, In: "Handbook of Solvents", Ed. G Wypych, ChemTec Publishing, Toronto, 2001, pp. 607-647.
164. J. Leis, M. Karelson, A QSPR model for the prediction of the gas-phase free energies of activation of rotation around the N-C(O) bond, *Computers & Chemistry*, 2001, 25, 169-174.
165. F. Ignatz-Hoover, R. Petrukhin, M. Karelson, QSPR correlation of free-radical polymerization chain-transfer constants for styrene, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 2001, 41, 295-299.

166. A.R. Katritzky, R. Petrukhin, D. Tatham, S. Basak, E. Benfenati, U. Maran, M. Karelson, Interpretation of quantitative structure-property relationships, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 2001, 41, 679-685.
167. A.R. Katritzky, R. Jain, A. Lomaka, R. Petrukhin, U. Maran, M. Karelson, Perspective on the Relationship between Melting Points and Chemical Structure, *Crystal Growth & Design*, 2001, 1, 261-265.
168. A. Lomaka, M. Karelson, A Pivot Algorithm for Generating Lowest Energy Structures of Peptides, *Chem. Phys. Lett.*, 2001, 346, 322-328.
169. A.R. Katritzky, R. Petrukhin, R. Jain, M. Karelson, QSPR Analysis of Flash Points, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 2001, 41, 1521-1530.
170. M. Karelson, A. Lomaka, Quantum-Chemical Modelling of the Tautomeric Equilibria of Modified Anionic Nucleic Acid Bases, *ARKIVOC*, III, 2001, 51-62.
171. I. A. Koppel, R. Schwesinger, T. Breuer, P. Burk, K. Herodes, I. Koppel, I. Leito, M. Mishima. Intrinsic Basicities of Phosphorus Imines and Ylides: A Theoretical Study. *J. Phys. Chem. A*, 2001, 105, 9575-9586.
172. P. Burk, U. Mölder, K. Tämm, Phosphorus-carbon diad tautomerism in phosphonium compounds. Theoretical study. *Estonian Acad. Sci. Chem.*, 2001, 50, 4, 241-253.
173. J. Tammiku, P. Burk, A. Tuulmets, 1,10-Phenanthroline and its Complexes with Magnesium Compounds. Disproportionation Equilibria. *J. Phys. Chem.*, 2001, 105, 37, 8554-8561.
174. P. Burk, T. Pehk, O. Tshubrik U. Mäeorg, Conformational analysis of 1-acetyl-2-methylhydrazine. *J. Mol. Struct. THEOCHEM*, 2001, 546, 119-125.
175. P. Burk, K. Sillar, I.A. Koppel, Gas-Phase Basicities and Proton Affinities of Alkali Metal Oxides and Hydroxides. A Theoretical Study. *J. Mol. Struct. THEOCHEM*, 2001, 543, 1-3, 223-231.
176. P. Burk, K. Sillar, Acidity of Saturated Hydrocarbons. *J. Mol. Struct. THEOCHEM*, 2001, 535, 1-3, 49-59. 177. L. Paama, E. Pärnoja, M. Must, P. Perämäki. Optimal conditions for europium and samarium determination in cathodoluminophors by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 2001, 1333-1336.
178. A. Rincken, A. Terasmaa, G. Raidaru, K. Fuxe. D2 dopamine receptor-G protein coupling. Cross-regulation of agonist and guanosine nucleotide binding site. *Neurosci. Lett.*, 2001, 302(1) 5-8.
179. K. Saal, V. Sammelselg, A. Lohmus, R. Lohmus, E. Kuusk, G. Raidaru, T. Rincken, A. Rincken. AFM characterization of enzyme immobilization onto glass and mica - Problems and perspectives. *Phys. Low-Dim. Struct.*, 2001, 3/4, 151-158.
180. Arro, A. Uustare, J. Harro, A. Rincken. Modulation of [3H]-8-OH-DPAT binding to rat brain membranes by metal ions. *Proc. Estonian Acad. Sci. Chem.*, 2001, 50(1), 28-38.
181. S. Kopanchuk, A. Rincken. The changes in membrane fluidity during the micelle formation determines the efficiency of the solubilization of muscarinic receptors. *Proc. Estonian Acad. Sci. Chem.*, 2001, 50(4), 229-240.
182. K. Saal, V. Sammelselg, A. Lohmus, E. Kuusk, S. Kopantõuk, G. Raidaru, T. Rincken, A. Rincken. Studies of the immobilization of glucose oxidase on the

- surface of mica by AFM and kinetic methods. *J. Microsyst. Techn.*, 2001, No 12, 30-33 (in Russian).
183. J.T.Laitinen, A.Uri, G.Raidaru, R.Miettinen. [(35)S]GTPgammaS autoradiography reveals a wide distribution of G(i/o)-linked ADP receptors in the nervous system: close similarities with the platelet P2Y(ADP) receptor. *J. Neurochem.* 2001, 77, 505.
184. A. Rincken, A. Terasmaa, G. Raidaru, K. Fuxe, D2 dopamine receptor.G protein coupling. Cross.regulation of agonist and guanosine nucleotide binding sites, *Neuroscience Letters*, 2001, 302, 5 - 8.
185. T. Laitinen, A. Uri, G. Raidaru, R. Miettinen, (35S)GTPgS autoradiography reveals a wide distribution of G1/0-linked ADP receptors in the nervous system: close similarities with the platelet P2YADP receptor, *Journ. of Neurochem.*, 2001, 77, 1 - 15.
186. K. Saal, V. Sammelselg, A. Löhmus, R. Löhmus, E. Kuusk, G. Raidaru, T. Rincken, A. Rincken. AFM characterization of enzyme immobilization onto glass and mica-problems and perspectives - *Phys. Low-Dim. Sctruct.*, 2001, 3/4, 151-158.
187. K. Saal, V. Sammelselg, A. Löhmus, E. Kuusk, S. Kopantshuk, G. Raidaru, T. Rincken, A. Rincken. Characterization of Glucose Oxidase Immobilization on Surface of mica by Atomic Force Microscopy and Kinetic Studies, *Mikrosistemnaja Tehnika*, 2001, Nr.12, 30 - 33 (in Russian).
188. A. Hallik, A. Alumaa, V. Sammelselg, J. Tamm. A comparison of redox processes for polypyrrole/dodecylsulphate films in aqueous and non-aqueous media, *J.Solid.State Electrochem.*, 2001, 5, 4, 265-273.
189. J. Tamm, A. Alumaa, A. Hallik, V. Sammelselg. Redox properties of polypyrrole bilayers, *Electrochimica Acta*, 2001, 46, 4105-4112.
190. A. Tuulmets, S.Salmar. Effect of ultrasound on ester hydrolysis in aqueous ethanol-Ultrasonics Sonochem. 2001, 8, 209-212.
191. J.Tammiku, P.Burk, A.Tuulmets. 1,10-phenanthroline and its complexes with magnesium compounds. Disproportionation equilibria. - *J.Phys.Chem.A* 2001, 105, 8554-8561.
192. K. Orupöld, A. Maõirin, T. Tenno. Estimation of biodegradation parameters of phenolic compounds on activated sludge by respirometry, *Chemosphere* , 2001, 44, 1273-1280).
193. I.A. Koppel, J. Koppel I. Leito, I. Koppel, M. Mishima, L.M. Yagupolskii., The Enormous Acidifying Effect of Supersubstituents =NSO2CF3 on Acidity of Derivatives of Benzenesulfonamide and para-Toluenesulfonamide in the Gas Phase and in Dimethyl Sulfoxide, *J.Chem.Soc. Perkin 2*, 229-232, 2001.
194. A. Sarapuu, K. Tammeveski, T. Tenno, V. Sammelselg, K. Kontturi, D.J. Schiffrin, Electrochemical reduction of oxygen on thin-film Au electrodes in acid solution. *Electrochemistry Communications*, 2001, 3, 446-450.
195. K. Tammeveski, K. Kontturi, R.J. Potter, R.J. Nichols, D.J. Schiffrin, Surface redox catalysis for O2 reduction on quinone-modified glassy carbon electrodes. *of Electroanal. Chem.*, 2001, 515, 101-11.
196. T.Rincken , T. Tenno. The dynamic signal lag of amperometric biosensors. Characterisation of glucose biosensor output. *Biosens. Bioelectr.*, 2001, 16, 53-59.



197. K. Saal, V. Sammelselg, A. Lõhmus, R. Lõhmus, E. Kuusk, G. Raidaru, T. Rinken, A. Rinken. AFM Characterization of Enzyme Immobilization onto Glass and Mica Problems and Perspectives. *Phys. Low-Dim. Struct.*, 2001, 3/4, 151-158.
198. K. Saal, V. Sammelselg, A. Lõhmus, E. Kuusk, S. Kopanchuk, G. Raidaru, T. Rinken and A. Rinken. Characterization of Glucose Oxidase Immobilization on Surface of Mica by Atomic Force Microscopy and Kinetic Studies. *J. Microsyst. Techn.*, 2001, 12, 30-33.
199. O. Tchubrik, P. Burk, T. Pehk, U. Mäeorg. Conformational analysis of 1-acetyl-2-methylhydrazine. *J. Mol. Structure (THEOCHEM)*. 2001, 546, 119.
200. O. Tchubrik, U. Mäeorg. The Combination of tert-Buoxycarbonyl and Triphenylphosphonium Protecting Groups in the Synthesis of Substituted Hydrazines. *Org. Lett.*, 2001, 3, 2297.
201. A. Kotljarov, A. Jõgi, S. Mäeorg, U. Mäeorg. Behaviour of 1-butoxy-9-tetradecyne in superbasic MEDA/EDA media. *Proc. Est. Acad. Sci. Chemistry*. 2001, 50/4, 226.
202. A. Jõgi, U. Mäeorg. Synthesis and isomerization of enyne-group containing compounds in NaEDA/EDA media. *ARKIVOC*. 2001, 2(4).
203. A. Jõgi, U. Mäeorg. Zn mediated regioselective Barbier reaction of propargylic bromides in THF/aq. NH<sub>4</sub>Cl solution. *Molecules*. 2001, 6, 964.
204. A. Kotljarov, A. Jõgi, S. Mäeorg, U. Mäeorg. Behaviour of 1-butoxy-9-tetradecyne in superbasic MEDA/EDA media. *Proc. Est. Acad. Sci. Chemistry*. 2001, 50/4, 226.
205. M. Väärtnõu, E. Lust. Adsorption of bromide ions on bismuth single crystal planes from solutions in ethanol, *J. Electroanal. Chem.*, 2001, 499, 136-143.
206. M. Väärtnõu, E. Lust. Adsorption of iodide ions on bismuth single crystal planes from solutions in ethanol, *Electrochimica. Acta*, 2001, 47, 997-1005.
207. G. Nurk, A. Jänes, K. Lust, E. Lust. Adsorption kinetics of 2-methyl-2-butanol on the bismuth single crystal planes, *J. Electroanal. Chem.*, 2001, 515, 17-32.
208. G. Nurk, A. Jänes, P. Miidla, K. Lust, E. Lust. Adsorption of 2-methyl-2-butanol on the bismuth single crystal planes, *J. Electroanal. Chem.*, 2001, 515, 33-44.
209. A. Jänes, E. Lust. Adsorption of D-ribose on bismuth single crystal plane electrodes, *Electrochim. Acta*, 2001, 47, 967-975.
210. M. Jolkkonen, A. Oras, T. Toomela, E. Karlsson, J. Jarv, K. E. Akerman, Kinetic evidence for different mechanisms of interaction of black mamba toxins MT alpha and MT beta with muscarinic receptors, *Toxicon*, 2001, 39, 377-382.
211. E. Isaksson, V. Pohjola, T. Jauhiainen, J. Moore, J-F. Pinglot, R. Vaikmäe, R.S.W. van de Wal, J-O. Hagen, J. Ivask, L. Karlöf, T. Martma, H.A.J. Meijer, R. Mulvaney, M.P.A. Thomassen, M. Van de Broeke, A new ice core record from Lomonosovfonna, Svalbard: viewing the data between 1920-1997 in relation to present climate and environmental conditions. *Journal of Glaciology*, 2001, 47(157), 335-345.
212. J. Ivask, J. Pentšuk, R. Vaikmäe, Ion chromatographic determination of major anions and cations in Antarctic ice. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Chemistry*, 2001, 50(1), 46-51.
213. K. Sak, K. Samuel, M. Kelve, T.E. Webb, Pharmacological characterisation of pyrimidinoceptor responses in NG 108-15 cells, *Eur.J Pharmacol*, 2001, 415(2-3), 127-33.

214. N.Palm, V. Palm, Check of a Modified Approach to Solvent Effects by Processing of an Extended Set of Solvent-Dependent Data Series. III. The Results of Statistical Treatment for the Individual Processes. *Zh. Org. Khim.*, 2001, 37, 987-992.
215. J. Ivask, J.Pentõuk, Ion chromatographic determination of major anions and cations in Antarctic ice; *Proc. Estonian Acad.Sci. Chem.*, 2001, V.50, N 1, 46-51.
216. A.Jalas, V.Palm, T.Tenno, Computerised System for Storage and Access of pKa of Hydrogen Acids, *Proc. Estonian Acad. Sci. Chem.*, 2001, 50, 3, 186-192.
217. pKa Database. Dissociation of Hydrogen Acids.  
<http://mega.chem.ut.ee/tktool/teadus/pkdb>, 2001.
218. P. Alumaa, E. Steinnes, U. Kirso, V. Petersell. Heavy metal sorption by different Estonian soil types at low equilibrium solution concentrations. *Estonian Acad. Sci. Chem.* 2001, 50(2), 104-115.
219. P. Alumaa, U. Kirso, V. Petersell, E. Steinnes. Sorption of toxic heavy metals to soil. *Int. J. Hyg. Environ. Health*, 2001, 204, 1-2.
220. J. Leis, A. Perkson, M. Arulepp, M. Käärrik, Svensson G. Carbon nanostructures produced by chlorinating aluminium carbide, *CARBON*, 2001, 39, 2043-2048.

## 2002

221. I.A.Koppel, P.Burk, I.Koppel, I.Leito, Generalized Principle of Designing of Neutral Superstrong Bronsted Acids, *J. Am. Chem. Soc.*, 2002, 124, 5594-5600.
222. T.Rodima, I. Kaljurand, A.Pihl, V.Mäemets, I.Leito, I.A.Koppel, Acid-Base Equilibria in Nonpolar Media 2. Self-Consistent Basicity Scale in THF solution Ranging from 2-Methoxy pyridine to EtPI (pyrr) Phosphazene, *J. Org. Chem.* 2002, 67, 1873-1881.
223. U.Pille, K.Herodes, I.Leito, P.Burk, V.Pihl, I.Koppel, Solvatochromism of Fullerene C60 in Solvent Mixtures: application of the preferential Solvation Model, *Proc. Estonian Acad. Sci. Chem.*, 2002, 51, 1, 3-18.
224. L.M.Yagupolskii, V.N.Petrik, N.V.Kondratenko, L.Soovali, I.Kaljurand, I.Leito, I.A.Koppel, The immense acidifying effect of the supersubstituent =NSO<sub>2</sub>CF<sub>3</sub> on the acidity of amides and amidines of benzoic acid in acetonitrile, *J. Chem. Soc. Perkin Trans. 2*, 2002, 1950-1955.
225. R. Hiob, M. Karelson, QSPR Models Derived for the Kinetic Data of the Gas-Phase Homolysis of the Carbon-Methyl Bond, *Computers & Chemistry*, 2002, 26, 237-243.
226. A.R. Katritzky, A. Lomaka, R. Petrukhin, R. Jain, M. Karelson, R. Rodgers, QSPR prediction of the melting point for the IL pyridinium bromides, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 2002, 42, 71-74.
227. S. Sild, M. Karelson, A General QSPR Treatment for Dielectric Constants of Organic Compounds, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 2002, 42, 360-367.
228. A.R. Katritzky, R. Jain, A. Lomaka, R. Petrukhin, M. Karelson, R. Rodgers, Correlation of Melting Points of Ionic Liquids (Imidazolium Bromides) using CODESSA program, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 2002, 42, 225-231.
229. K. Sak, J. Järv, M. Karelson, "Strain Effect" Descriptors for ATP and ADP Derivatives with Modified Phosphate Groups, *Computers & Chemistry*, 2002, 26, 341-346.

230. T. Tamm, J. Tamm, M. Karelson, A Theoretical Study of the Effect of Counter-Ions on the Structure of Pyrrole Oligomers, *Int. J. Quant. Chem.*, 2002, 88, 296-301.
231. R. Hiob, M. Karelson, Quantitative Relationship between Rate Constants of the Gas Phase Homolysis of N-N, O-O, and N-O Bonds and Molecular Descriptors *Internet Electron. J. Mol. Des.*, 2002, 1, 193-202.
232. W.L. Fitch, M. McGregor, A.R. Katritzky, A. Lomaka, R. Petrukhin, M. Karelson, Prediction of Ultraviolet Spectral Absorbance using Quantitative Structure-Property Relationships, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 2002, 42, 830-840.
233. Lučić, I. Bašić, D. Nadramija, A. Miličević, N. Trinajstić, T. Suzuki, R. Petrukhin, M. Karelson, A.R. Katritzky, Correlation of Liquid Viscosity with Molecular Structure for Organic Compounds Using Different Variable Selection Methods, *ARKIVOC*, IV, 2002, 45-59.
234. A.R. Katritzky, R. Petrukhin, S. Perumal, M. Karelson, I. Prakash, N. Desai, A QSPR Study of Sweetness Potency Using CODESSA Program, *Croat. Chim. Acta.*, 2002, 75, 475-502.
235. A.R. Katritzky, D. Tatham, D. Fara, U. Maran, A. Lomaka, M. Karelson, The Present Utility and Future Potential to Medicinal Chemistry of QSAR/QSPR with Whole Molecule Descriptors, *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 2002, 2, 1269-1287.
236. M. Karelson, Quantum-Chemical Descriptors in QSAR In: "Computational Medicinal Chemistry and Drug Discovery", Eds. J.P. Tollenaere, P. Bultnick, H. De Winter and W. Langenaeker, Marcel Dekker, New York, 2002.
237. I. Leito, E. Koort, K. Herodes, I. Kaljurand. MiC in Chemistry Curriculum at the University of Tartu: the current status. *Accred. Qual. Assur.* 2002, 7, 159-162.
238. I. Leito, L. Strauss, E. Koort, V. Pihl. Estimation of Uncertainty in Routine pH Measurement. *Accred. Qual. Assur.* 2002, 7, 242-249.
239. M. Inamo, T. Kohagura, I. Kaljurand, I. Leito. Sitting-Atop Complex Formation of 2,3,7,8,12,13,17,18-Octaethylporphyrin with Copper(II) Ion in Acetonitrile. *Inorganica Chimica Acta* 2002, 340C, 87-96.
240. A. Tuulmets, V. Pällin, J. Tammiku-Taul, P. Burk, K. Raie, Solvent effects in the Grignard reaction with alkynes. *J. Phys. Org. Chem.*, 2002, 15, 701-705 . 241. K. Sillar, P. Burk, Calculation of the properties of acid sites of the zeolite ZSM-5 using ONIOM method. *J. Mol. Struct. THEOCHEM*, 2002, 589-590, 281-290. 242. U. Mölder, R. Pikver, I. Koppel, P. Burk, I.A. Koppel, Photoelectron spectra of molecules. Part 12. Vinyl, allyl, and phenyl ethers and sulphides. *J. Mol. Struct. THEOCHEM*, 2002, 579, 205-220.
243. I. Jaek, M. Kerikmäe, A. Lust, Optically stimulated luminescence of some thermoluminescent detectors as an indicator of absorbed radiation dose, *Radiation Protection Dosimetry*, 2002, 100, 1-4, 459-462.
244. A. Lust, L. Paama, M. Kerikmäe, M. Must, P. Perämäki. Determination of Manganese in Thermoluminescence Materials by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry and Spectrophotometry. *Proc. Estonian Acad. Sci. Chem.*, 2002, 51, 2, 126-133.
245. S. Jurtchenko, T. Tenno, U. Mölder, M. Reinik, Determination of volatile N-nitrosamines by gas chromatography-mass spectrometry with positive-ion chemical ionization. *Proc. Estonian Acad. Sci. Chem.*, 2002, 51, 169-184.

246. R. Hiob, M. Karelson, Quantitative Relationship between Rate Constants of the Gas-Phase Homolysis of N-N, O-O and N-O Bonds and Molecular Descriptors, *Internet Electron. J. Mol. Des.*, 2002, 1, 193-202, <http://www.biochempress.com>.
247. V. Nummert, M. Piirsalu, Kinetic study of hydrolysis of benzoates. Part XXIII-Influence of the substituent and temperature on the kinetics of the alkaline hydrolysis of alkyl benzoates in aqueous 2.25 M Bu<sub>4</sub>NBr and 80 % DMSO. *J. Phys. Org. Chem.* 2002, 15, 353-361.
248. A. Lust, L. Paama, M. Kerikmäe, M. Must, P. Perämäki. Determination of manganese in thermoluminescent materials by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry and spectrophotometry. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Chemistry*, 2002, v.51, p.126-133.
249. M. Lepiku, J. Järv, K. Fuxe, A. Rincken Reversible and irreversible components of [3H]-N-propyl norapomorphine interactions with rat brain striatal membranes. *Neurosci. Lett.*, 2002, 325(2), 111-114.
250. K. Saal, V. Sammelselg, A. Lõhmus, E. Kuusk, G. Raidaru, T. Rincken, A. Rincken Characterization of glucose oxidase immobilization onto mica carrier by atomic force microscopy and kinetic studies. *Biomol. Eng.*, 2002, 19(2-6), 195-199.
251. A. Uri, G. Raidaru, J. Subbi, K. Padari, M. Pooga. Identification of the Ability of Highly Charged Nanomolar Inhibitors of Protein Kinases to Cross Plasma Membranes and Carry a Protein into Cells, *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 2002, 12, 2117.
252. A. Uri, G. Raidaru, J. Subbi, K. Padari, M. Pooga, Identification of the Ability of Highly Charged Nanomolar Inhibitors of Protein Kinases to Cross Plasma Membranes and Carry a Protein into Cells, *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 2002, 12 (16), 2117-2120.
253. K. Saal, V. Sammelselg, A. Lõhmus, E. Kuusk, G. Raidaru, T. Rincken, A. Rincken, Characterization of glycose oxidase immobilization onto mica carrier by atomic microscopy and kinetic studies, *Biomolecular Engineering*, 2002, 19, 195-199.
254. J. Tamm, A. Alumaa, A. Hallik, U. Johanson, L. Tamm, T. Tamm, Influence of anions on electrochemical properties of polypyrrole-modified electrodes, *Russian J. Electrochem.*, 2002, 38, 182-187.
255. V. Pällin, A. Tuulmets, K. Raie. Reactivity of PhMgBr towards an alkyne in THF and non-donating solvents. - *Main Group Met. Chem.* 2002, 25, 297-300.
256. M. Sassian, D. Panov, A. Tuulmets. Grignard reagents in toluene solutions. - *Appl. Organomet. Chem.* 2002, 16, 525-529.
257. S. Velling, K. Tammeveski, A. Mađirin, A., T. Tenno. Non-steady-state processes in amperometric biosensors: modelling studies, *Eesti Teaduste Akadeemia Toimetised*, 2002, 51, 38-48.
258. S. Velling, K. Orupõld, T. Tenno. Activated sludge based amperometric biosensor. *Environmental Science and Pollution Research*. 2002, Special Issue 3, 243-244.
259. A. Selberg, T. Tenno. Bioremediation of Oil-Contaminated Soil: Effects of Emulsifying Agent. *Environ. Sci. & Pollut. Res.*, 2002, Special Issue 3, 242.
260. R. Lepik, K. Orupõld, T. Tenno. Investigation of Biodegradation of Phenolic Compounds by Measurement of Oxygen Uptake Parameters. *Environmental Science and Pollution Research*, 2002, Special Issue 3, 198-199.

261. K. Saal, V. Sammelseg, A. Lõhmus, E. Kuusk, G. Raidaru, T. Rinken, A. Rinken. Characterization of glucose oxidase immobilization onto mica carrier by atomic force microscopy and kinetic studies, *Biomolecular Engineering*, 2002, 19, 195-199.
262. K.Kärmas, K. Hellat, T. Tenno. Green Technology in Municipal Wastewater Sludge Handling, *Environmental Science and Pollution Research*, 2002, Special Issue 3, 231.
263. S. Viggor, E. Heinaru, J. Lopenen, M. Merimaa, T. Tenno, A. Heinaru. Biodegradation of Dimethylphenols by Bacteria with Different Ring-Cleavage Pathways of Phenolic Compounds, *Environmental Science and Pollution Research*, 2002, Special Issue 1, 19-26.
264. E. Mölder, T. Tenno, A. Mashirin. The Effect of Surfactants on Oxygen Mass-Transfer Through the Air-Water Interface, *Environmental Science and Pollution Research*, 2002, Special Issue 1, 39-42.
265. Ü. Sõukand, R. Sõukand, A. Mashirin, T. Tenno. The Langmuir Two-Surface Equation as a Model for Cadmium Adsorption on Peat: A New Method of the Calculation of Equation Constants, *Environmental Science and Pollution Research*, 2002, Special Issue 1, 43-48.
266. T. Tätte, T. Avarmaa, R. Lõhmus, U. Mäeorg. M.-E. Pistol, R. Raid, I. Sildos, A. Lõhmus. Transparent and conductive Sb-doped tin oxide SPM tips prepared by sol-gel method. *Materials Science and Engineering C*. 2002, 19, 101-104.
267. A. Vaarmann, A. Kask, U. Mäeorg. A novel and selective high performance liquid chromatographic method based on electrochemical coulometric array detection for simultaneous determination of catecholamines, kynurenine and indole derivatives of tryptophan. *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications*. 2002, 769, 145.
268. A. Jänes, G. Nurk, K. Lust, E. Lust, Adsorption kinetics of normal-heptanol on the bismuth single crystal planes, *J. Russ. Electrochem.*, 2002, 38, 11.
269. E. Lust, G. Nurk, A. Jänes, M. Arulepp, L. Permann, P. Nigu, P. Möller, Electrochemical properties of nanoporous carbon electrodes, *Condensed Matter Physics*, 2002, 5, 307-327.
270. E. Lust. Electrical Double Layers. Double Layers at Single Crystal and Polycrystalline Electrodes., in Bard, Stratman: *Encyclopedia of Electrochemistry*, Vol. 1, Wiley, 2002, pp. 188-224.
271. K. Lust, M. Väärtnõu, E. Lust, Adsorption of anions on bismuth single crystal plane electrodes from various solvents, *J. Electroanal. Chem.* 2002, 532, 303-318.
272. K. Sak, J. Jarv, M. Karelson, Strain effect' descriptors for ATP and ADP derivatives with modified phosphate groups, *Comput. Chem.* 2002, 26, 341-346.
273. M. Lepiku, J. Jarv, K. Fuxe, A. Rinken, Reversible and irreversible components of [<sup>3</sup>H]-N-propylnorapomorphine interaction with rat striatal membranes, *Neurosci. Lett.*, 2002, 325, 111-114.
274. A. Oras, K. Kilk, S. Kunapuli, E. A. Barnard, J. Jarv, Kinetic analysis of [<sup>35</sup>S]dATP alpha S interaction with P2y(1) nucleotide receptor, *Neurochem. Int.* 2002, 40, 381-386.
275. K. Sak, T.-E. Webb, A retrospective of recombinant P2Y receptor subtypes and their pharmacology. *Arch Biochem Biophys.*, 2002, 397(1), 131-6.
276. M. Väärtnõu, E. Lust, Analysis of impedance spectra of the Bi single crystal planes in solution of LiClO<sub>4</sub> in ethanol, *J. Electroanal. Chem.* 2002, 533, 107-112.

277. A.Jänes, E.Lust. Adsorption of 1-heptanol on bismuth single-crystal plane electrodes, *J. Solid State Electrochemistry* (Corrected proof available: <http://link.springer.de/search.htm>).
278. E. Lust, G. Nurk, A. Jänes, M. Arulepp, P. Nigu, L. Permann, P. Möller, S. Kallip, V. Sammelselg, Electrochemical properties of nanoporous carbon electrodes in various nonaqueous electrolytes, *J. Solid State Electrochem.* 2002, 5, 307-327.
279. G. Nurk, J. Eskusson, R. Jaaniso, E. Lust Electrochemical properties of diamond-like carbon electrodes prepared by pulsed laser deposition method, *J. Solid State Electrochem.* (MS 2002-521, accepted).
280. J. Leis, A. Perkson, M. Arulepp, P. Nigu, G. Svensson. Catalytic effects of metals of the iron sub-group on chlorinating of titanium carbide to form nanostructural carbon, *CARBON*, 2002, 40, 1559-1564.
281. Y. Maletin, N. Strizhakova, S. Kozachkov, A. Mironova, S. Podmogilny, V. Danilin, J. Kolotilova, Y.V. Izotov, J. Cederström, S. Gordeev, J. Kukushkina, V. Sokolov, A. Kravchik, A. Perkson, M. Arulepp, J. Leis, L.W. Clarence J. Zheng. Supercapacitor and a method of Manufacturing such a supercapacitor, United States Patent Application Publication, US 2002/0097549.
282. M. Loog, A. Uri, J. Järv, P. Ek. WO070029A1: Method for the purification of protein kinase by affinity chromatography.
283. T. Ekström, M. Jacob, J. Zheng, P. Alberius-Henning, U. Palmqvist, J. Leis, A. Perkson. Method for producing a nanotubular carbon material, and the material produced thereby, PCT patent WO 01/16023, 2001.
284. T. Tätte, T. Avarmaa, R. Lõhmus, U. Mäeorg, M.-E. Pistol, M.-E. Raid, I. Sildos, A. Lõhmus. Meetod optiliselt läbipaistva elektrit juhtiva kiu saamiseks ja sellest kiust valmistatud teravikmikroskoobi andur. Patenditaotlus nr P200100450 24.08.2001.

## Keemiaosakonna lõpetajad

### Bakalaureuseaste

#### Keemia eriala

##### 1998

1. Arro, Annemari
2. Kaljurand, Ivari
3. Kall, Kristina
4. Käärrik, Maike
5. Lomaka, Andre, cum laude
6. Lääne, Tiina
7. Madi, Rando
8. Nurk, Gunnar
9. Permann, Liina
10. Pullat, Janne
11. Põldmaa, Tiina
12. Raik, Peep
13. Sarapuu, Ave, cum laude
14. Saro, Evelin
15. Sillar, Kaido
16. Suurpere, Jaak
17. Tammiku-Taul, Jaana, cum laude
18. Tämm, Kaido
19. Velling, Siiri
20. Verevmägi, Vaike

##### 1999

1. Bamberg, Marek
2. Hagu, Hannes
3. Jõgi, Artur, cum laude
4. Kopantsük, Sergei, cum laude
5. Kuningas, Maire
6. Lankots, Irina
7. Luht, Meeri, cum laude
8. Nekrassova, Olga
9. Parve, Kaur
10. Pille, Urmas
11. Raie, Kristiina
12. Šramova, Jelena
13. Salmar, Siim
14. Thomberg, Thomas
15. Vaarmann, Annika

## 2000

1. Ehrlich, Karin
2. Ennok, Annika
3. Eskusson, Jaanus
4. Hansen, Mats
5. Huik, Terje
6. Jurtšenko, Sergei
7. Kallip, Silvar
8. Kilk, Kalle
9. Klassen, Veiko
10. Koort, Eve
11. Kännaste, Astrid
12. Laus, Hilde
13. Lepik, Riina, cum laude
14. Lepp, Marika
15. Lippur, Reelika
16. Molodõk, Getlin
17. Möller, Priit
18. Ploomipuu, Inga
19. Ruukholm, Kairi
20. Rõõm, Eva-Ingrid
21. Saal, Kristjan, cum laude
22. Strauss, Liisi
23. Taev, Pärt
24. Taul, Kristo
25. Tšubrik, Olga, cum laude
26. Tulp, Indrek
27. Tätte, Tanel
28. Uustare, Ain, cum laude
29. Virro, Kristina

## 2001

1. Enkvist, Erki, cum laude
2. Jalukse, Lauri
3. Kaljo, Artur
4. Kotljarov, Anton
5. Kuusk, Edith
6. Kuznetsov, Aleksei
7. Laes, Kristjan
8. Lulla, Aleksei, cum laude
9. Marandi, Margus
10. Närep, Aivar
11. Oskolkov, Nikita
12. Paisert, Kaire
13. Reinald, Siim
14. Sizemskaja, Valeria, cum laude



15. Sooväli, Lilli
16. Tamp, Sven
17. Toom, Lauri, cum laude
18. Vaarik, Andero
19. Vellemäe, Eerold
20. Viht, Kaido, cum laude
21. Viks, Tarmo

## 2002

1. Aaviksaar, Tõnis
2. Hahhalev, Juri
3. Härk, Eneli
4. Kasuk, Heili
5. Lepasaar, Siret
6. Lukas, Heili
7. Mäll, Tarmo
8. Nerut, Jaak, cum laude
9. Pauskar, Priit
10. Pohla, Marek
11. Raus, Liina
12. Riik, Heleni
13. Ruusmann, Villu
14. Simuste, Hannes
15. Smolkina, Zinaida
16. Svetlitski, Ruslan
17. Traks, Julia
18. Vaik, Katri
19. Vonk, Argo
20. Õige, Kristi
21. Ööpik, Andrus

## Materjaliteadus

### 2002

1. Lätt, Marko
2. Pärn, Tanel
3. Reedo, Valter

## Magistriaste

### 1998

- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| 1. Eriste, Elo       | bioorgaaniline keemia |
| 2. Kreegipuu, Andres | bioorgaaniline keemia |

- |     |                |                                    |
|-----|----------------|------------------------------------|
| 3.  | Tõnutare, Ülle | keemia didaktika                   |
| 4.  | Vinne, Aivar   | keemia didaktika                   |
| 5.  | Jäger, Rutha   | füüsikaline ja elektrokeemia       |
| 6.  | Must, Mare     | füüsikaline ja analüütiline keemia |
| 7.  | Mölder, Erik   | kolloid- ja keskkonnakeemia        |
| 8.  | Rander, Reet   | kolloid- ja keskkonnakeemia        |
| 9.  | Teinemaa, Erik | kolloid- ja keskkonnakeemia        |
| 10. | Loog, Olavi    | orgaaniline keemia                 |
| 11. | Sild, Sulev    | teoreetiline keemia                |
| 12. | Tamm, Tarmo    | teoreetiline keemia                |

## 1999

- |    |                 |                              |
|----|-----------------|------------------------------|
| 1. | Terasmaa, Anton | bioorgaaniline keemia        |
| 2. | Kruusma, Jaanus | füüsikaline ja elektrokeemia |
| 3. | Sassian, Meeri  | orgaaniline keemia           |

## 2000

- |     |                     |                                    |
|-----|---------------------|------------------------------------|
| 1.  | Arro, Annemari      | bioorgaaniline keemia              |
| 2.  | Nurk, Gunnar        | füüsikaline ja elektrokeemia       |
| 3.  | Pullat, Janne       | füüsikaline ja elektrokeemia       |
| 4.  | Kaljurand, Ivari    | füüsikaline ja analüütiline keemia |
| 5.  | Rummel, Alar        | füüsikaline ja analüütiline keemia |
| 6.  | Sillar, Kaido       | füüsikaline ja analüütiline keemia |
| 7.  | Trummal, Aleksander | füüsikaline ja analüütiline keemia |
| 8.  | Viggor, Signe       | kolloid- ja keskkonnakeemia        |
| 9.  | Mäeorg, Sirje       | orgaaniline keemia                 |
| 10. | Mahlapuu, Riina     | orgaaniline keemia                 |
| 11. | Raik, Peep          | orgaaniline keemia                 |
| 12. | Štšepetova, Jelena  | orgaaniline keemia                 |
| 13. | Tammiku-Taul, Jaana | orgaaniline keemia                 |
| 14. | Lomaka, Andre       | teoreetiline keemia                |

## 2001

- |     |                   |                                    |
|-----|-------------------|------------------------------------|
| 1.  | Kopantsuk, Sergei | bioorgaaniline keemia              |
| 2.  | Uustare, Ain      | bioorgaaniline keemia              |
| 3.  | Thomberg, Thomas  | füüsikaline ja elektrokeemia       |
| 4.  | Pille, Urmas      | füüsikaline ja analüütiline keemia |
| 5.  | Tämm, Kaido       | füüsikaline ja analüütiline keemia |
| 6.  | Sarapuu, Ave      | kolloid- ja keskkonnakeemia        |
| 7.  | Velling, Siiri    | kolloid- ja keskkonnakeemia        |
| 8.  | Jõgi, Artur       | orgaaniline keemia                 |
| 9.  | Salmar, Siim      | orgaaniline keemia                 |
| 10. | Vaarmann, Annika  | orgaaniline keemia                 |

## 2002

- |     |                    |                                    |
|-----|--------------------|------------------------------------|
| 1.  | Saal, Kristjan     | bioorgaaniline keemia              |
| 2.  | Lodeikina, Tatjana | keemia didaktika                   |
| 3.  | Eskusson, Jaanus   | füüsikaline ja elektrokeemia       |
| 4.  | Kallip, Silvar     | füüsikaline ja elektrokeemia       |
| 5.  | Koort, Eve         | füüsikaline ja analüütiline keemia |
| 6.  | Sooväli, Lilli     | füüsikaline ja analüütiline keemia |
| 7.  | Jurtšenko, Sergei  | kolloid- ja keskkonnakeemia        |
| 8.  | Lepik, Riina       | kolloid- ja keskkonnakeemia        |
| 9.  | Hagu, Hannes       | orgaaniline keemia                 |
| 10. | Raie, Kristiina    | orgaaniline keemia                 |
| 11. | Tätte, Tanel       | orgaaniline keemia                 |
| 12. | Tšubrik, Olga      | orgaaniline keemia                 |

## Kaitstud doktoritööd

### 1998

1. Alar Jänes, füüsikaline ja elektrokeemia, Adsorption of organic compounds on antimony, bismuth and cadmium electrodes
2. Kaido Tammeveski, kolloid- ja keskkonnakeemia, Oxygen electroreduction on thin platinum films and the electrochemical detection of superoxide anion
3. Ivo Leito, füüsikaline ja analüütiline keemia, Studies of Brønsted acid-base equilibria in water and nonaqueous media
4. Jaan Leis, teoreetiline keemia, Conformational dynamics and equilibria in amides

### 2000

1. Toonika Rincken, kolloid- ja keskkonnakeemia, The modeling of amperometric biosensors based on oxidoreductases
2. Dmitri Panov, orgaaniline keemia, Partially solvated Grignard reagents
3. Kaja Orupõld, kolloid- ja keskkonnakeemia, Treatment and analysis of phenolic wastewater with microorganisms
4. Jüri Ivask, füüsikaline ja analüütiline keemia, Ion chromatographic determination of major anions and cations in polar ice core
5. Lauri Vares, orgaaniline keemia, Stereoselective synthesis of tetrahydrofuran and tetrahydropuran derivatives by use of asymmetric Horner-Wadsworth-Emmons and ring closure reactions
6. Martin Lepikult, bioorgaaniline keemia, Kinetic aspects of dopamine D2 receptor interactions with specific ligands
7. Katrin Sak, bioorgaaniline keemia, Some aspects of ligand specificity of P2Y receptors

## 2001

1. Vello Pällin, orgaaniline keemia, The role of solvation in the formation of Iotsitch complexes
2. Katrin Kollist, füüsikaline ja analüütiline keemia, Interactions between polycyclic aromatic compounds and humic substances
3. Ivar Koppel, füüsikaline ja analüütiline keemia, Quantum chemical study of acidity of strong and superstrong Brønsted acids
4. Viljar Pihl, füüsikaline ja analüütiline keemia, The study of the substituent and solvent effects on the acidity of OH and NH acids
5. Natalia Palm, füüsikaline ja analüütiline keemia, Specification of the minimum, sufficient and significant set of descriptors for general description of solvent effects
6. Sulev Sild, teoreetiline keemia, QSPR/QSAR approach for complex molecular systems
7. Ruslan Petrukhin, molekulaartehnoloogia, Industrial applications of the quantitative structure-property relationships

## 2002

1. Boris Rogovoy, orgaaniline keemia, Synthesis of (benzotriazolyl)carboximidamides and their application in reactions with N- and S-nucleophiles

## Keemiaosakonna töötajate kontaktandmed

Ilmar Koppel, osakonna juhataja, analüütilise keemia prof, dr (keemia), akadeemik, [ilmar@chem.ut.ee](mailto:ilmar@chem.ut.ee), tel 375 263, faks 375 264

**Füüsikalise keemia instituut** (FKFE, Jakobi 2-223, tel 375 172, 375 165, faks 375 160)

Enn Lust, juhataja, füüsikalise keemia prof, knd (keemia), [enn@chem.ut.ee](mailto:enn@chem.ut.ee), tel 375 165

Imbi Rauk, vastutav sekretär, [imbu@ut.ee](mailto:imbu@ut.ee), tel 375 172

Inge Ernits, tehnik 0,5 k, tel 375 166

Lauri Mardla, tehnik, 0,5 k, tel 375 184

### Anorgaanilise keemia õppetool

Jüri Tamm, prof, knd (keemia), [tamm@chem.ut.ee](mailto:tamm@chem.ut.ee), tel 375 159, 375 164

Rein Pullerits, dots, knd (keemia) koolikeemia lektoraadi juhataja, [reinp@chem.ut.ee](mailto:reinp@chem.ut.ee), tel 375 178

Lembi Tamm, dots, knd (keemia), [lembi@chem.ut.ee](mailto:lembi@chem.ut.ee), tel 375 159

Erika Jüriado, lektor, knd (keemia), [ej@chem.ut.ee](mailto:ej@chem.ut.ee), tel 375 169

Tarmo Tamm, lektor, mag (keemia), [tarmo@chem.ut.ee](mailto:tarmo@chem.ut.ee), tel 375 171

Jaak Arold, assistent, mag (keemia), [jaakar@ut.ee](mailto:jaakar@ut.ee), tel 375 161

Ants Alumaa, teadur, knd (keemia), [antsa@chem.ut.ee](mailto:antsa@chem.ut.ee), tel 375 170

Allan Hallik, teadur, knd (keemia), [allan@chem.ut.ee](mailto:allan@chem.ut.ee), tel 375 170

Toomas Silk, teadur, knd (keemia), [tsilk@chem.ut.ee](mailto:tsilk@chem.ut.ee), tel 375 169

Peeter Vares, keemik, knd (keemia), tel 375 159

Urmast Johanson, keemik 0,5 k, mag (keemia), [urmas@chem.ut.ee](mailto:urmas@chem.ut.ee), tel 375 159

Malle Moldau, vanemlaborant, [mall@ut.ee](mailto:mall@ut.ee), tel 375 161

Piret Tüür, vanemlaborant, [pirett@ut.ee](mailto:pirett@ut.ee), tel 375 161

### Füüsikalise keemia õppetool

Enn Lust, prof, instituudi juhataja, knd (keemia), [enn@chem.ut.ee](mailto:enn@chem.ut.ee), tel 375 165

Juha Ehrlich, dots, knd (keemia), tel 375 176

Heldur Keis, dots, knd (keemia), [heldur@chem.ut.ee](mailto:heldur@chem.ut.ee), tel 375 175

Tiiu Ehrlich, assistent, mag (keemia), tel 375 176

Alar Jänes, vanemteadur, PhD (keemia), [alar@chem.ut.ee](mailto:alar@chem.ut.ee), tel 375 178

Mart Väärtnõu, vanemteadur, knd (keemia), [martv@chem.ut.ee](mailto:martv@chem.ut.ee), tel 375 293

Karmen Lust, teadur, mag (keemia), [kar@chem.ut.ee](mailto:kar@chem.ut.ee), tel 375 165

Gunnar Nurk, teadur, mag (keemia), [gunnarn@ut.ee](mailto:gunnarn@ut.ee), tel 375 293

Priit Möller, keemik, tel 375 293

Silvar Kallip, keemik 0,5 k, tel 375 293

Jaak Nerut, keemik 0,5 k, tel 375 293

Indrek Kivi, keemik 0,5 k, tel 375 293

Thomas Thomberg, vanemlaborant 0,5 k, mag (keemia), [thomas@ut.ee](mailto:thomas@ut.ee), tel 375 176

Eneli Härk, laborant 0,25 k, tel 375 176

Heili Kasuk, laborant 0,25 k, tel 375 176

### Kolloid- ja keskkonnakeemia õppetool

Toomas Tenno, erakorr prof, knd (keemia), [tenno@chem.ut.ee](mailto:tenno@chem.ut.ee), tel 375 180, 375 181, faks 375 160

Kaido Tammeveski, dots, PhD (keemia), kaido@chem.ut.ee, tel 375 168  
Karin Hellat, lektor, mag (keemia), karinh@mega.chem.ut.ee, tel 375 179  
Kaja Orupõld, lektor 0,5 k, PhD (keemia), kajao@chem.ut.ee, tel 375 173  
Aarne Pruks, assistent, mag (keemia), aarnep@chem.ut.ee, tel 375 177  
Toonika Rinken, teadur, PhD (keemia), toonika@ut.ee, tel 375 167  
Aleksi Mashirin, vaneminsener 0,5 k, aleksei@tera.chem.ut.ee, tel 375 181  
Erik Mölder, keemik 0,5 k, mag (keemia), erikm@chem.ut.ee, tel 375 167  
Priit Nigu, keemik 0,25 k, priitn@park.tartu.ee, tel 375 184  
Anne Paaver, laborant, annep@chem.ut.ee, tel 375 177

**Keemilise füüsika instituut** (FKKM, Jakobi 2-319, kfi@ut.ee, tel 375 261 375 263, 375 265, faks 375 264)

Ilmar Koppel, juhataja, analüütilise keemia prof, dr (keemia), akadeemik, ilmar@chem.ut.ee, tel 375 263, faks 375 264  
Marju Rosenthal, sekretär, marju@chem.ut.ee, tel 375 261

### **Analüütilise keemia õppetool**

Ilmar Koppel, prof, instituudi juhataja, dr (keemia), akadeemik, ilmar@chem.ut.ee, tel 375 263, faks 375 264  
Peeter Burk, dots, prodekaan, dr (keemia), peeter@chem.ut.ee, tel 375 258  
Uldo Mölder, dots, knd (keemia), uldo@chem.ut.ee, tel 375 276  
Jaan Pentšuk, dots, knd (keemia), jpenchuk@chem.ut.ee, tel 375 252  
Ivo Leito, dots, PhD (keemia), ivo@chem.ut.ee, tel 375 259  
Lilli Paama, lektor, knd (keemia), lilli@chem.ut.ee, tel 375 251  
Mihhail Danilkin, vanemteadur, PhD (füüsika), danilkin@physic.ut.ee, tel 375 253 (Tähe 4), 375 538  
Mart Loog, vanemteadur, PhD (keemia)  
Ivari Kaljurand, teadur, MSc (keemia), manna@ut.ee, tel 375 274  
Juta Koppel, teadur, knd (keemia), juta@chem.ut.ee, tel 375 271  
Aime Lust, teadur, MSc (keemia), tel 375 253  
Vahur Mäemets, teadur 0,3 k, PhD (keemia), vahur@chem.ut.ee, tel 375 256  
Viljar Pihl, teadur, PhD (keemia), viljar@chem.ut.ee, tel 375 237  
Toomas Rodima, teadur, knd (keemia), rodima@chem.ut.ee, tel 375 252  
Koit Herodes, keemik, MSc (keemia), koit@chem.ut.ee, tel 375 265  
Mihkel Kerikmäe, keemik 0,3 k, MSc (keemia), mihkel@chem.ut.ee, tel 375 253  
Mare Must, keemik 0,25 k, MSc (keemia) tel 375 535 (Tähe 4-113)  
Eed Pärnoja, keemik 0,25 k, tel 375 535 (Tähe 4-113)  
Mihkel Steinberg, keemik 0,25 k, tel 375 265  
Juhan Põldvere, arvutispetsialist, juhan@chem.ut.ee, tel 375 256  
Ivar Koppel, arvutispetsialist, PhD (keemia), ivar@chem.ut.ee, tel 375 263  
Ester Uibopuu, laborant, ester@chem.ut.ee, tel 375 265

### **Teoreetilise keemia õppetool**

Mati Karelson, prof, knd (keemia), mati@chem.ut.ee, tel 375 255, faks 375 264  
Viktor Palm, emeriitprof, dr (keemia), akadeemik, palm@chem.ut.ee, tel 375 272  
Rein Hiob, teadur, knd (keemia), rein@chem.ut.ee, tel 428 893 (Riia 142-116)

Uko Maran, teadur, PhD (keemia), uko@chem.ut.ee, tel 375 254  
Vilve Nummert, teadur, knd (keemia), vilven@ut.ee, tel 375 236  
Natalia Palm, teadur, PhD (keemia), nataly@chem.ut.ee, tel 375 262  
Mare Piirsalu, teadur, MSc (keemia), mare@chem.ut.ee, tel 375 236  
Tiina Tenno, teadur, knd (keemia), tiina@chem.ut.ee, tel 375 262  
Iris Kahn, keemik, MSc (keemia), iris@chem.ut.ee, tel 375 254  
Helle Kuura, keemik, tel 428 893 (Riia 142-116)  
Maire Tamme, keemik, knd (keemia), tel 375 262  
Aino Pihl, keemik 0,5 k, knd (keemia), tel 375 270  
Ants Aruksaar, tehnik, ants@chem.ut.ee, tel 428 893 (Riia 142-116)

**Orgaanilise ja bioorgaanilise keemia instituut** (FKOK, Jakobi 2-314, tel 375 246, Jakobi 2-109, tel 375 235, faks 375 245)

Jaak Järv, juhataja, prof, dr (keemia), akadeemik, FK dekaan, audoktor (Kuopio), audoktor (Uppsala), jj@chem.ut.ee, tel 375 246, faks 375 247  
Sirje Kallastu, sekretär, sirka@chem.ut.ee, tel 375 235, faks 375 245

### **Orgaanilise keemia õppetool**

Uno Mäeorg, dots, knd (keemia), uno@chem.ut.ee, tel 375 233, 375 243  
Säde Viirlaid, lektor, MSc (orgaaniline keemia), sade@ut.ee, tel 375 242  
Sirje Mäeorg, assistent, MSc (orgaaniline keemia), sirje@chem.ut.ee, tel 375 243  
Siim Salmar, assistent 0,5 k, MSc (orgaaniline keemia), bismarck@ut.ee, tel 375 234  
Olavi Loog, teadur, MSc (orgaaniline keemia), Olavi.Loog@mail.ee, tel 375 240  
Gerda-Johanna Raidaru, teadur, MSc (keemia), gerdar@ut.ee, tel 375 273  
Dmitri Panov, teadur, PhD (orgaaniline keemia), panov@ut.ee, tel 375 234  
Ants Tuulmets, emeritprof, erak vanemteadur 0,5 k, dr (keemia), tuulmets@chem.ut.ee, tel 375 238  
Urve Soonets, vanemlaborant, tel 375 266  
Vaike Timotheus, vanemlaborant, tel 375 242, 375 266  
Heiki Timotheus, keemik 0,5 k, knd (keemia), tel 375 242  
Tullio Ilomets, konsultant 0,5 k, knd (keemia), tullio@chem.ut.ee, tel 375 244

### **Bioorgaanilise keemia õppetool**

Ago Rincken, õppetooli hoidja, dots, dr (med), knd (keemia), ago@ut.ee, tel 375 249  
Asko Uri, uurija-prof, knd (keemia), asko@chem.ut.ee, tel 375 275  
Anton Terasmaa, teadur, MSc (bioorgaaniline keemia), anton.terasmaa@neuro.ki.se, tel 375 296  
Ain Uustare, teadur, MSc (bioorgaaniline keemia), deffi@ut.ee, tel 375 296  
Raili Rimmel, keemik, raili@chem.ut.ee, tel 375 296

### **Tartu Ülikooli katsekoda**

(FKFT, katsekoda@ut.ee)

Ivo Leito, direktori kt, dots, PhD (keemia), ivo@chem.ut.ee, tel 375 259 (Jakobi 2-333)  
Marju Rosenthal, sekretär, marju@chem.ut.ee, tel 375 261 (Jakobi 2-319)  
Olev Saks, peametroloog, PhD (füüs), osaks@physic.ut.ee, tel 375 584, 050 58 878 (Tähe 4-015)  
Vladimir Shor, insener, vshor@physic.ut.ee, tel 375 584, 055 13 033 (Tähe 4-010)

## Sisukord

Tartu Ülikooli keemiaosakond 1802 - 1918	3
Keemia Tartu Ülikoolis aastatel 1919-1947	11
TÜ keemiaosakond aastatel 1947-2002	17
Keemiaosakonna õppekavad	24
Keemiaosakond ja keemiaolümpiaad	29
Keemilise füüsika instituut	31
Analüütilise keemia õppetool	33
Keemilise füüsika õppetool	38
Teoreetilise keemia õppetool	41
Füüsikalise keemia instituut	44
Anorgaanilise keemia õppetool	46
Füüsikalise keemia õppetool	50
Kolloid- ja keskkonnakeemia õppetool	54
Orgaanilise ja bioorgaanilise keemia instituut	61
Orgaanilise keemia õppetool	62
Bioorgaanilise keemia õppetool	66
TÜ Keemiaosakonna õppejõudude ja töötajate publikatsioonid 1998-2002	69
Keemiaosakonna lõpetajad	87
Bakalaureuseaste	87
Keemia eriala	87
Materjaliteadus	89
Magistriaste	89
Kaitstud doktoritööd	91
Keemiaosakonna töötajate kontaktandmed	93