**DAUGAVPILS UNIVERSITĀTES**

**STUDIJU KURSA APRAKSTS**

|  |  |
| --- | --- |
| Studiju kursa nosaukums | ***Stabilo izotopu ģeoķīmija*** |
| Studiju kursa kods (DUIS) | Ķīmi5038 |
| Zinātnes nozare | Ķīmija; ģeoloģija |
| Kursa līmenis |  |
| Kredītpunkti | 2 |
| ECTS kredītpunkti | 3 |
| Kopējais kontaktstundu skaits | 32 |
| Lekciju stundu skaits | 12 |
| Semināru stundu skaits | 10 |
| Praktisko darbu stundu skaits | 0 |
| Laboratorijas darbu stundu skaits | 10 |
| Studējošā patstāvīgā darba stundu skaits | 48 |
|  | |
| Kursa autors(-i) | |
| Dr. ģeol., asoc. profesors Juris Soms | |
| Kursa docētājs(-i) | |
| Dr. ģeol., asoc. profesors Juris Soms | |
| Priekšzināšanas | |
| Ķīmi5001 Neorganiskā ķīmija; | |
| Studiju kursa anotācija | |
| KURSA MĒRĶIS:  Studiju kursa mērķis ir nodrošināt maģistra studiju programmas studējošo patstāvīgo studiju darbu par stabilo izotopu ģeoķīmijas teorētiskajiem un eksperimentālajiem aspektiem, izotopu sastāvu un ģeoķīmiskajiem procesiem dažādās planētas Zeme sistēmās, šo procesu cēloņiem un sekām, kā arī laboratorijas darbu laikā nostiprināt teorētiskā kursa ietvaros iegūtās zināšanas un attīstīt zinātniskā darba prasmes un kompetences, un veicināt zinātniskas diskusijas iemaņu stiprināšanu.  KURSA UZDEVUMI:  1) sniegt jaunākās atziņas par stabilo izotopu ģeoķīmijas zinātnes metodoloģiju un pētījumu rezultātiem, to pielietojumu vides ķīmijas un praktiskās bioanalītikas jomās;  2) sniegt zināšanas par atsevišķu stabilo izotopu izplatību dabā un to sastāva variēšanu tādās Zemes sistēmās kā mantija, garoza, hidrosfēra, atmosfēra un biosfēra;  3) iedziļināties procesos un norisēs, kuru rezultātā notiek stabilo izotopu frakcionēšana;  4) apskatīt stabilo izotopu un to savienojumu aprites ciklus un šo ciklu mijiedarbību;  5) iepazīties ar mūsdienu metodēm izotopu sastāva noteikšanā.  6) attīstīt studējošo kompetenci veikt pētījumus, apkopot informācijas resursus un korekti apstrādāt un vizualizēt datus. | |
| Studiju kursa kalendārais plāns | |
| L12, S10, Ld10, Pd48  1. Stabilo izotopu ģeoķīmija kā mūsdienu integratīva starpnozaru zinātne, tās vieta dabaszinātņu, ķīmijas un Zemes zinātņu sistēmās. Izotopu ģeoķīmijas pētījumu objekts un metodoloģija. Izotopu ģeoķīmijas teorētiskie un eksperimentāli aspekti, tās zinātniskā un praktiskā nozīme. L1, Pd2  2. Izotopu vispārīgs raksturojums. Izotopu frakcionēšanas procesa teorētiskie un lietišķie pamati. Izotopu apmaiņa, frakcionēšanas faktors, iztvaikošanas-kondensācijas procesi. Masas atkarīgie un masas neatkarīgie izotopu efekti. Elementa kodola tilpuma un magnētisma efekti. Difūzija. Citi faktori, kas ietekmē izotopu frakcionēšanu. L1, Ld2, Pd6  3. Masspektrometrijas pamati. Izotopu attiecības monitoringa masspektrometrija. Paraugu sagatavošana. Mikroanalītiskās metodes – ICP masspektrometrija, sekundārā jonu masspektrometrija, multikolektoru ICP masspektrometrija, Ramana spektroskopija. Biežāk izmantotie stabilo izotopu standarti (*Isotopic reference materials*), to sagatavošana. Ld2, Pd4  4. Stabilo izotopu sastāva variēšana dabā. Stabilo izotopu sastāva variēšana ārpuszemes ķermeņos – meteorītos, komētās. Stabilo izotopu sastāva variēšana uz Mēness, Marsa un Venēras. Atsevišķu elementu - O; H; C; N; S; metālu izotopu sastāvs ārpuszemes kosmiskajos ķermeņos un uz citām planētām. L1, S2, Pd4  5. Zemes sastāvā ietilpstošo stabilo iztopu sastāvs, tā salīdzinājums ar citu kosmisko ķermeņu ķīmisko un izotopu sastāvu. Atsevišķu Zemes sistēmu ķīmiskais un izotopu sastāvs. Zemes garozas iztopu sastāvs. Zemes mantijas iztopu sastāvs. Zemes kodola izotopu sastāvs. Zemes litosfēras, t.i. augšējās mantijas un garozas atsevišķu izotopu sastāvs (O; H; C; N; S; Li; B). L1, Pd2  6. Magmatisms un magmatiskie ieži. Nestabilo (radioaktīvo) izotopu nozīme magmatiskajos procesos. Izotopu frakcionēšanās magmas kristalizācijas gaitā. Izotopu sastāva atšķirības intruzīvajos (plutoniskajos) un efuzīvajos (vulkāniskajos) magmatiskajos iežos. Magmatisko sistēmu gaistošās frakcijas. Vulkāniskās gāzes un termālie ūdeņi, atsevišķu izotopu sastāvs tajos (O; H; C; N; S). Izotopu termometri ģeotermālajās sistēmās. L1, Ld2, Pd2  7. Hidrotermālo procesu norise, minerālo resursu iegulu un rūdu veidošanās saistībā ar stabilo izotopu ķīmiskajiem un fizikālajiem procesiem. Minerālo resursu iegulu un rūdu veidojošo šķidrumu izcelsme – magmatisma ūdeņi un metamorfisma ūdeņi. Hidrotermālie karbonāti. Sēra savienojumi un izotopu sastāvs minerālo resursu iegulās un rūdās. Metālu izotopu sastāvs minerālo resursu iegulās un rūdās. L1, Pd2  8. Hidrosfēra un tās izotopu sastāvs. Juvenīlais ūdens. Ūdens veidošanās uz Zemes problemātika. Nokrišņu ūdens, kriosfēras, pazemes ūdeņu, okeāna ūdeņu izotopu sastāvs. Skābekļa un ūdeņraža izotopu sastāva raksturojums. Izotopu frakcionēšana iztvaikošanas un kondensācijas gaitā. Ūdens riņķojuma dabā nozīme izotopu frakcionēšanā. L1, S2, Pd4  9. Dabisko ūdeņu izotopu ķīmija. Ūdens ķīmiskā sastāva veidošanās un izmaiņas dažādu vides faktoru ietekmē. Okeāna un saldūdens sistēmās izšķīdušo un suspendēto vielu izotopu sastāvs mūsdienās. Atsevišķu izotopu (C; Si; N; O; S) sastāva raksturojums. Okeāna izotopu sastāvs un tā mainība Zemes evolūcijas gaitā, atsevišķu izotopu (O; C; S; Li; B; Ca) sastāva mainība ģeoloģiskajā vēsturē. L1, Pd2  10. Atmosfēra un tās izotopu sastāvs. Ūdens tvaiks atmosfērā. Atmosfēras gāzu izotopu sastāva raksturojumus (N2 un tā oksīdi; O2; CO2; CO; CH4; H2; SO2). Masas neatkarīgo izotopu efekti atmosfēras sastāvā. Skābekļa atmosfēras evolūcija Zemes ģeoloģiskās attīstības vēsturē. CO2 satura atmosfērā ilgtermiņa izmaiņas. S2, Pd4  11. Biosfēra un tās izotopu sastāvs. Organisko savienojumu atsevišķu izotopu sastāva raksturojums. Dzīvo organismu matērija. Vielmaiņas indikatori. Antropogēnā vides piesārņojuma identificēšana biosfērā. Sauszemes un okeāna ekosistēmu izotopu sastāvs. Fosilā organiskā matērija (akmeņogles, nafta, dabas gāze). Fosilie enerģijas avoti. Dzīvās matērijas bioloģiskās aktivitātes ķīmiskā specifika. L1, Pd2  12. Nogulumiežu veidi un to izotopu sastāvs. Māla minerāli. Klastiskie (drupu) nogulumieži. Si saturoši nogulumieži. Karbonāti. Kaļķakmeņi, dolomīti, saldūdens kaļķieži. Fosfātu savienojumi, dzelzs un citu metālu savienojumi, sēra savienojumi nogulumiežos. Nogulumiežus veidojošo savienojumu izotopu sastāva raksturojums. L1, Pd2  13. Stabilo izotopu un elementu dabisko savienojumu nozīme un pielietojums paleoklimatoloģijā un seno vides apstākļu rekonstruēšanā. Sauszemes sistēmās esošie klimata mainības indikatori. Marīnajās sistēmās esošie klimata mainības indikatori. Paleoklimatoloģijā izmantojamo izotopu sastāva ieguves avoti: koksnes gadskārtas, organiskās vielas, jūras, ezeru un purvu nogulumi, speleotermas. Paleoklimatoloģijas problēmjautājumi saistībā ar stabilo izotopu sastāvā variēšanu. S2, Ld4, Pd4  14. Metamorfisma procesi un metamorfo iežu izotopu sastāvs. Kontaktmetamorfisms, reģionālais metamorfisms, hidrotermālais metamorfisms. Sastāva izmaiņas spiediena un temperatūras ietekmē. Izotopu ģeotermometri metamorfismā. L1, Pd2  15. Ķīmisko elementu stabilo izotopu transports un aprite vidē, vielas apmaiņa starp litosfēru, atmosfēru un hidrosfēru. Izplatītāko stabilo izotopu nozīmīgākie bioģeoķīmiskie cikli. Antropogēnā ietekme, bioģeoķīmisko ciklu un izotopu sastāva izmaiņas cilvēka darbības rezultātā. S2, Pd4  16. Stabilo izotopu ģeoķīmijas pielietojuma sfēras vides ķīmijā un bioanalītikā. Ķīmisko elementu izotopu veidotie savienojumi kā resursi. Atjaunojamie un neatjaunojamie resursi. Metālu rūdas. Ķīmiskās rūpniecības izejvielas. Būvmateriālu dabiskās izejvielas. Pazemes ūdens resursi. Zemes dzīļu resursu patēriņš un tā prognozes nākotnē. Nestabilo (radioaktīvo) izotopu nozīme un pielietojums. Ģeohronoloģija un radiogēnie marķieri. Nestabilo (radioaktīvo) izotopu izmantošana Zemi veidojošo iežu vecuma noteikšanai, metožu būtība. L1, Pd2.  L - lekcija  S - seminārs  Ld – laboratorijas darbi  Pd – patstāvīgais darbs | |
| Studiju rezultāti | |
| ZINĀŠANAS:  1. izprot stabilo izotopu ģeoķīmiju kā modernu integratīvu un starpnozaru zinātni, šīs zinātnes vietu dabas un Zemes zinātņu sistēmā;  2. demonstrē zināšanas par nozīmīgākajā metodēm stabilo izotopu ģeoķīmiskajos pētījumos;  3. izprot ķīmisko elementu izotopu atšķirības un to frakcionēšanas dažādos mehānismus;  4. demonstrē zināšanas par Zemes un citu kosmisko ķermeņu stabilo izotopu sastāvu un tā saistību ar veidošanās apstākļiem un ģeoloģisko attīstību;  5. pārzina nozīmīgāko stabilo izotopu sastāva variēšana dabā;  6. pārzina magmatisko un hidrotermālo procesu norisi un to ietekmi uz stabilo izotopu sastāvu un izplatību;  7. izprot dabisko ūdeņu, atmosfēras un biosfēras izotopu sastāva veidošanos un to apriti galvenos bioģeoķīmiskos ciklos dabā;  8. pārzina stabilo izotopu un elementu dabisko savienojumu nozīmi un pielietojumu klimata rekonstrukcijās un citās nozarēs.    PRASMES:  9. prot apkopot, atlasīt un analizēt datus par izotopu frakcionēšanas faktoru un aprēķināt faktoru vērtības;  10. prot pielietot stabilo izotopu sastāva un koncentrāciju datus ģeotermometrijas aprēķinos un dabisko savienojumu veidošanās apstākļu noteikšanai;  11. prot izmantot 18O/16O izpētes un klimata datus δ18O aprēķinos un paleoklimata apstākļu noteikšanai;  12. analizē dažādus informācijas avotus un prot iegūt un apkopot papildus informāciju par ķīmisko elementu stabilajiem iztopiem, to sastopamību un elementu veidotajiem dabiskajiem savienojumiem un izmantošanu;  13. prot lietot zinātniskās literatūras datu bāzes (t.sk. SCOPUS, WoS, ScienceDirect u.c) informācijas atlasei un prezentācijas sagatavošanai;  14. prot argumentēti iesaistīties zinātniskā diskusijā un pamatot savu viedokli.  KOMPETENCE:  15. orientējas ģeoķīmisko laboratorijas pētījumu pamatmetožu izmantošanā zinātnisko pētījumu veikšanai ķīmijā un zemes zinātnēs;  16. spēj apstrādāt, noformēt un prezentēt laboratorijā veikto pētījumu datus, publiski aizstāvēt iegūtos rezultātus un pamatot savu viedokli;  17. orientējas stabilo izotopu ģeoķīmijas informācijas izmantošanā atjaunojamo resursu izpētes, izmantošanas un pārvaldības jautājumu risināšanā, kā arī zinātnisko un lietišķi orientēto jautājumu risināšanā;  18. spēj patstāvīgi strādāt ar literatūru, zinātniskajām publikācijām un Interneta resursiem stabilo izotopu ģeoķīmijas jomā. | |
| Studējošo patstāvīgo darbu organizācijas un uzdevumu raksturojums | |
| Pirms katras nodarbības studējošie iepazīstas ar nodarbības tematu un atbilstošo zinātnisko un mācību literatūru un periodiku.  Patstāvīgais darbs paredzēts pēc katras lekcijas un pēc katra laboratorijas darba, kā arī pirms katra semināra un ir saistīts ar apskatāmo tēmu padziļinātu analīzi un patstāvīgo uzdevumu izpildi. Patstāvīgā darba ietvaros tiek veikta literatūras un informācijas avotu apkopošana un analīze, uz kuras pamata tiek izpildīti un elektroniski iesniegti definētie uzdevumi. Patstāvīgais darbs arī paredz individuālu vai grupu darbu, sagatavojot prezentācijas semināriem par kursa aprakstā definētajām tēmām.  Studējošie patstāvīgā darba ietvaros gatavojas kursa starppārbaudījumiem (4 kontroldarbi *e*-studiju vidē MOODLE) un noslēguma pārbaudījumam – eksāmenam.  1. kontroldarbs. Ģeoķīmija kā zinātne, tās metodoloģija. Izotopu frakcionēšanas procesi un faktora noteikšana.  2. kontroldarbs. Stabilo izotopu sastāva variēšana kosmiskajos ķermeņos un uz Zemes.  3. kontroldarbs. Hidrosfēras izotopu sastāvs. Atmosfēra izotopu sastāvs. Biosfēras izotopu sastāvs.  4. kontroldarbs. Stabilo izotopu un elementu dabisko savienojumu nozīme un pielietojums klimata rekonstrukcijās un citās nozarēs. | |
| Prasības kredītpunktu iegūšanai | |
| STUDIJU REZULTĀTU VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI  Studiju kursa apguve tā noslēgumā tiek vērtēta 10 ballu skalā saskaņā ar Latvijas Republikas normatīvajiem aktiem un atbilstoši "Nolikumam par studijām Daugavpils Universitātē" (apstiprināts DU Senāta sēdē 17.12.2018., protokols Nr. 15), vadoties pēc šādiem kritērijiem: iegūto zināšanu apjoms un kvalitāte, iegūtās prasmes un kompetence atbilstoši plānotajiem studiju rezultātiem.  Semestra laikā ir izstrādāti un ar sekmīgu atzīmi novērtēti visi studiju kursa programmā paredzētie laboratorijas darbi, sekmīga dalība 5 semināros, sekmīgi nokārtoti 4 kontroldarbi un sekmīgi nokārtots rakstisks eksāmens kursa noslēgumā.  Gala atzīmi par studiju kursu veido sekojošie rezultāti: (1) eksāmenā – 50%, (2) laboratorijas darbos iegūtie vērtējumi – 20%, (3) semināros iegūtie vērtējumi – 20%, (4) kontroldarbos iegūtie vērtējumi – 10%, ar noteikumu, ka katrā no kopējās atzīmes komponentiem vērtējums nedrīkst būt zemāks par 4 ballēm.  Gala atzīmi docētājs nosaka, summējot kursa apguves laikā saņemtos vērtējumus eksāmenā, kontroldarbos, semināros un laboratorijas darbos, attiecinot iegūto rezultātu % pret konkrētajā studiju kursā maksimāli iegūstamo punktu skaitu. Gadījumā, ja studējošais kursa apguves laikā visus uzdevumus ir veicis ar vērtējumu „9 (teicami)” vai „10 (izcili)”, docētājs var atbrīvot viņu no noslēguma eksāmena kārtošanas un izlikt atzīmi uz semestra darba rezultātu pamata.  STUDIJU REZULTĀTU VĒRTĒŠANA   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Pārbaudījumu veidi | Studiju rezultāti | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. | 13. | 14. | 15. | 16. | 17. | 18. | | 1.starppārbaudījums | X | X | X |  |  |  |  |  | X | X |  | X | X | X | X | X |  | X | | 2.starppārbaudījums |  |  | X | X | X | X |  |  |  |  |  | X | X | X |  | X |  | X | | 3.starppārbaudījums |  |  |  | X | X |  | X | X |  |  |  | X | X | X |  | X | X | X | | 4.starppārbaudījums |  |  |  | X |  |  | X | X | X | X | X | X | X | X |  | X |  | X | | Eksāmens | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | |
| Kursa saturs | |
| L12, S10, Ld10; Pd48  **Lekcijas (12)**  1. Stabilo izotopu ģeoķīmija kā mūsdienu integratīva starpnozaru zinātne. Izotopu ģeoķīmijas pētījumu objekts un metodoloģija. Izotopu ģeoķīmijas teorētiskie un eksperimentāli aspekti, tās zinātniskā un praktiskā nozīme. Izotopu vispārīgs raksturojums. Izotopu frakcionēšanas procesa teorētiskie un lietišķie pamati. L2, Pd2  2. Stabilo izotopu sastāva variēšana dabā. Zemes sastāvā ietilpstošo stabilo iztopu sastāvs, tā salīdzinājums ar citu kosmisko ķermeņu ķīmisko un izotopu sastāvu. Atsevišķu Zemes sistēmu ķīmiskais un izotopu sastāvs. L2, Pd2  3. Magmatisms, magmatiskie procesi un magmatiskie ieži. Izotopu frakcionēšanās un sastāvs magmatiskajos iežos un gaistošajā frakcijā. Hidrotermālo procesu norise, minerālo resursu iegulu un rūdu veidošanās saistībā ar stabilo izotopu ķīmiskajiem un fizikālajiem procesiem. L2, Pd2  4. Hidrosfēra un tās izotopu sastāvs. Juvenīlais ūdens. Ūdens veidošanās uz Zemes problemātika. Dabisko ūdeņu izotopu ķīmija. Ūdens ķīmiskā sastāva veidošanās un izmaiņas dažādu vides faktoru ietekmē. L2, Pd2  5. Biosfēra un tās izotopu sastāvs. Organisko savienojumu atsevišķu izotopu sastāva raksturojums. Antropogēnā vides piesārņojuma identificēšana biosfērā. Fosilā organiskā matērija. Nogulumieži un to veidojošo savienojumu izotopu sastāva raksturojums. L2, Pd2  6. Metamorfisma procesi un metamorfo iežu izotopu sastāvs. Stabilo izotopu ģeoķīmijas pielietojuma sfēras vides ķīmijā un bioanalītikā. Ķīmisko elementu izotopu veidotie savienojumi kā resursi. Ģeohronoloģija un radiogēnie marķieri. Nestabilo (radioaktīvo) izotopu izmantošana Zemi veidojošo iežu vecuma noteikšanai, metožu būtība. L2, Pd4  **Laboratorijas darbi**  1. Izotopu frakcionēšanas faktors. Frakcionēšanas faktora noteikšana. Izotopu sastopamības atomārā un molekulārā attiecība. Frakcionēšanas faktora noteikšana viena elementa divu izotopu veidoto ķīmisko savienojumu molekulās. Frakcionēšanas faktora noteikšana viena elementa trīs izotopu veidoto ķīmisko savienojumu molekulās. Ld2, Pd6  2. Paraugu sagatavošana stabilo izotopu analīzēm, masspektrometrija, Ramana spektroskopija Ld2, Pd4  3. Izotopu termometri ģeotermālajās sistēmās. Cirkona titāna ģeotermometrija. Sulfātu-ūdens sistēmas ģeotermometrija. Ld2, Pd2  4.18O/16O izotopu frakcionēšanas mehānismi un ietekmējošie faktori, δ18O noteikšana un izmantošana paleoklimatiskajās rekonstrukcijās. Ld4, Pd4.  **Semināri**  1. Stabilo izotopu sastāva variēšana kosmiskajos ķermeņos – meteorītos, komētās un uz citām planētām. S2, Pd4  2. Hidrosfēras atsevišķu sastāvdaļu (saldūdeņu, kriosfēras, pazemes ūdeņu, okeāna ūdeņu) izotopu sastāvs. Ūdens riņķojuma dabā nozīme izotopu frakcionēšanā. S2, Pd4  3. Atmosfēra un tās izotopu sastāvs. Atmosfēras gāzu izotopu sastāva raksturojumus. Skābekļa atmosfēras evolūcija Zemes ģeoloģiskās attīstības vēsturē. CO2 satura atmosfērā ilgtermiņa izmaiņas. S2, Pd4  4. Stabilo izotopu un elementu dabisko savienojumu nozīme un pielietojums paleoklimatoloģijā un seno vides apstākļu rekonstruēšanā. S2, Pd2  5. Ķīmisko elementu stabilo izotopu transports un aprite vidē, vielas apmaiņa starp litosfēru, atmosfēru un hidrosfēru. Antropogēnā ietekme, bioģeoķīmisko ciklu un izotopu sastāva izmaiņas cilvēka darbības rezultātā. S2, Pd4.  *L - lekcija*  *S - seminārs*  *Ld – laboratorijas darbi*  *Pd – patstāvīgais darbs* | |
| Obligāti izmantojamie informācijas avoti | |
| 1. Hoefs J., 2021. Stable Isotope Geochemistry, 9th ed. Springer, 504 pp.  2. Misra C.K., 2012. Introduction to Geochemistry. Principles and Applications. Chichestre, John Wiley & Sons, 438 pp. | |
| Papildus informācijas avoti | |
| 1. Albarède F., 2009. Geochemistry: An Introduction. 2nd edit. Cambridge, UK, Cambridge University Press, 356 pp.  2. Anderson D.L., 2007. New Theory of the Earth. UK, Cambrdige University Press, 384 pp.  3. Ahuja S., 2016. Chemistry And Water: The Science Behind Sustaining The World's Most Crucial Resource. Elsevier Science Publishing Co Inc.  4. Blake S., Burton K., Harris N., Parkinson I., Rogers N., Widdowson M., 2008. An Introduction to Our Dynamic Planet. Rogers N. (Ed.). Cambridge, Cambridge University Press, 390 pp.  5. Grotzinger J., Jordan T.H., Press F., Siever R., 2007. Understanding Earth. 5th edit. New York, W.H.Freeman and Company, 579 pp.  6. Armstrong F., Weller M., Rourke J., Overton T., 2018. Inorganic Chemistry 7th eevised edition. Oxford University Press  7. Reed R., Jones A., Dean J., Jones A.M., Holmes D.A., Weyers J., 2017.Practical Skills in Chemistry 3rd New Edition. Pearson Education Limited  8. Segliņš V., 2007. Zemes dzīļu resursi. Rīga, RaKa, 380 lpp.  9. Segliņš V., 2007. Minerāli un ieži. 1.d.: minerāli. Rīga, Raka, 230 lpp.  10. Segliņš V., 2007. Minerāli un ieži. 2.d.: ieži. Rīga, Raka, 125 lpp. | |
| Periodika un citi informācijas avoti | |
| 1. Journal of Geochemical Exploration (Journal for Environmental and Economic Geochemistry) (ELSEVIER, ISSN 0375-6742) <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-geochemical-exploration>  2. Applied Geochemistry (Journal of the International Association of GeoChemistry) (ELSEVIER, ISSN 0883-2927) <https://www.sciencedirect.com/journal/applied-geochemistry>  3. Elements. An International Magazine of Mineralogy, Geochemistry and Petrology (ISSN 1811-5209 Elements) <https://www.elementsmagazine.org/about-elements/>  4. Ilustrētā zinātne  5. DU abonētās datubāzes ScienceDirect, Scopus, WoS, EBSCO <https://du.lv/par-mums/struktura/biblioteka/datubazes/> | |
| Piezīmes | |
| Akadēmiskās maģistra studiju programmas “Ķīmija” studiju kurss. B daļa apakšspecialitātei  “Vides ķīmija”.  Kurss tiek docēts latviešu valodā. | |