

## Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci

**Kolegij: ANALITIČKA KEMIJA**

**Voditelj:** izv.prof.dr.sc. Dalibor Broznić, [dalibor.broznic@medri.uniri.hr](mailto:dalibor.broznic@medri.uniri.hr)

**Suradnici:** izv.prof.dr.sc. Marin Tota, [marin.tota@medri.uniri.hr](mailto:marin.tota@medri.uniri.hr)

dr.sc. Iva Vukelić, [iva.vukelic@medri.uniri.hr](mailto:iva.vukelic@medri.uniri.hr)

**Katedra:** Zavod za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju

**Studij:** Preddiplomski studij sanitarnog inženjerstva

**Godina studija:** 1. godina

**Akadska godina:** 2021/2022

## IZVEDBENI NASTAVNI PLAN

**Podaci o kolegiju (kratak opis kolegija, opće upute, gdje se i u kojem obliku organizira nastava, potreban pribor, upute o pohađanju i pripremi za nastavu, obveze studenata i sl.):**

Kolegij **Analitička kemija** je obvezni kolegij na prvoj godini (II semestar) Preddiplomskog sveučilišnog studija Sanitarno inženjerstvo i sastoji se od 50 sati predavanja, 25 sati seminara i 55 sati vježbi, ukupno 130 sati (**11 ECTS**). Kolegij se izvodi u prostorijama Medicinskog fakulteta u Rijeci (predavaone te praktikumi Zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju).

### **Ciljevi i očekivani ishodi kolegija (razvijanje općih kompetencija)**

Stjecanje osnovnih saznanja i specifičnih laboratorijskih vještina iz kvalitativne i kvantitativne kemijske analize u cilju osposobljavanja studenata za izvođenje kemijsko-analitičkih postupaka u realnim uvjetima za budući rad u analitičkom laboratoriju.

Na osnovu stečenog znanja razvijanje sposobnosti kritičkog analitičkog prosuđivanja, pravilnog izbora analitičkog sustava i vođenja analitičkog procesa, prosudbe točnosti i preciznosti dobivenih eksperimentalnih podataka te interpretacije istih.

Kroz seminarski dio gradiva nastoji se razviti pristup u rješavanju računskih zadataka. Praktične laboratorijske vježbe su koncipirane u obliku kratkih istraživačkih eksperimenata i kroz njih se izgrađuje samostalnost studenata u rješavanju praktičnih problema.

### **Korelativnost i korespondentnost programa**

Program je osmišljen u skladu s programom analitičke kemije na srodnim studijima na europskim i svjetskim sveučilištima.

Nastavni sadržaji kolegija temeljeni su i usko povezani sa sadržajima i znanjem koje su studenti prethodno usvojili slušajući kolegij Opća i Anorganska kemija.

### **Sadržaj kolegija**

#### **Predavanja:**

Podjela analitičke kemije. Izbor analitičke metode, tijek analitičkog procesa. Uzimanje i priprema uzoraka za analizu. Razgrađivanje i otapanje uzoraka, uklanjanje interferencija. Pogreške u kemijskoj analizi i obrada analitičkih podataka. Kemijska ravnoteža: Stanje ravnoteže i termodinamička razmatranja. Konstante ravnoteže. **Homogene ravnoteže: Kiselo-bazne ravnoteže.** Amfiprotične vrste. Ionski produkt vode i pH vrijednost. Teorije kiselina i baza. Jačina kiselina i baza. Jake kiseline i jake baze. Slabe monoprotonske kiseline i baze. Kiselo-bazni puferi. Poliprotonske (višeprotonske) kiselo-bazne ravnoteže. Hidroliza: Vodene otopine soli jakih kiselina i jakih baza, slabih kiselina i jakih

baza, slabih baza i jakih kiselina, slabih baza i slabih kiselina. **Titrimetrijske metode analize. Volumetrijske metode** – podjela i definicija. Standardi i standardne otopine. **Titracije temeljene na kiselo-baznim reakcijama.** Titracija jakih i slabih kiselina i baza. Titracija poliprotonskih slabih kiselina i baza. Titracijske krivulje za amfiprotične tvari. Indikatori kod titracija temeljenih na kiselo-baznim reakcijama. Sastav otopina poliprotičnih kiselina kao funkcija pH - relativni udio ( $\alpha$ ). Računanje s kemijskim ravnotežama, titracijske krivulje. **Homogene ravnoteže: Ravnoteže nastajanja kompleksa.** Reakcije nastajanja kompleksa. Mehanizam nastajanja kompleksa. Stupnjevite konstante ravnoteže za komplekse. Konstanta nastajanja kompleksa. Uvjetna konstanta nastajanja kompleksa. Ukupna konstanta stabilnosti kompleksa ( $\beta$ ). Izračun  $\alpha$ -vrijednosti za metalne komplekse. **Titracije temeljene na ravnotežama nastajanja kompleksa (Kompleksometrijske titracije).** Titracije s aminokarboksilnim kiselinama – EDTA. Izvod titracijske krivulje za reakciju metalnih kationa s otopinom EDTA. Utjecaj pH i konstanti stabilnosti kompleksa na titraciju metalnih kationa. Utjecaj ostalih kompleksirajućih tvari na titraciju metalnih kationa s EDTA. Indikatori kod kompleksometrijskih titracija. Problemi s izborom indikatora i uvjeta titracije određenih metalnih kationa. **Homogene ravnoteže: Oksidacijsko-redukcijske ravnoteže.** Redoks reakcije. Elektrokemijski članci. Elektrodni potencijal. Napon članka. Standardni elektrodni potencijali. Potencijal i smjer redoks-reakcije. Konstanta ravnoteže redoks reakcije. **Titracije temeljene na oksidacijsko-redukcijskim ravnotežama (Redoks-titracije).** Izvodi titracijskih krivulja za redoks titracije. Redoks indikatori. Tvari za prilagodbu oksidacijskog stanja analita. Uobičajene otopine za redoks titracije. **Heterogene ravnoteže:** Ravnoteža analita između otapala koja se ne miješaju (ekstrakcija). Ravnoteža analita između pokretne i nepokretne faze (kromatografija). Ravnoteža između čvrste, slabo topljive tvari i njezina iona. Konstanta produkta topljivosti i topljivost. Utjecaj ionske jakosti, zajedničkog iona, paralelne reakcije, temperature, otapala i veličine čestica na topljivost taloga. **Titracije temeljene na reakciji nastajanja slabo topljivog taloga (Taložne titracije).** Vrste taložnih titracija. Metoda po Mohr-u, Vollhard-u i Fajans-u. Titracijske krivulje za taložne titracije. Indikatori kod taložnih titracija. **Gravimetrijske metode analize.** Svojstva taloga i taložnih reagenasa. Veličina čestica i filtrabilnost taloga. Mehanizam nastajanja taloga. Koloidni i kristalinični talozi. Sutoženje.

#### **Seminari:**

Pogreške u kemijskoj analizi i obrada rezultata eksperimentalnih mjerenja. Kemijska stehiometrija: izražavanje množine tvari, koncentracije, priprava otopina, stehiometrijsko računanje. Računanje pH kiselina i baza. Računanje pH i kapaciteta pufera. Hidroliza. Računanje pH otopina prilikom titracija jakih i slabih kiselina/baza različitih koncentracija, procjena oštine završne točke titracije, konstruiranje titracijske krivulje. Računanje konstante nastajanja i nestajanja (stabilnosti kompleksa), udjela vrsta. Izračuni kod kompleksometrijskih titracija, konstruiranje titracijske krivulje. Računanje elektrodnog potencijala, konstante redoks-reakcije. Izračuni kod redoks titracija, konstruiranje titracijske krivulje. Računanje topljivosti taloga u vodi. Računanje topljivosti taloga uz utjecaj različitih čimbenika (ionska jakost, dodatak zajedničkog iona, paralelne reakcije, temperatura). Izračuni kod taložnih titracija, konstruiranje titracijske krivulje. Računanja u gravimetrijskoj analizi.

#### **Eksperimentalne vježbe:**

Sustavno dokazivanje pojedinačnih anorganskih iona (kationa i aniona). Odjeljivanje i dokazivanje kationa i aniona u smjesama. Neutralometrijska titracija. Kompleksometrijska titracija. Redoks titracije: manganometrija, jodometrija. Taložna titracija. Gravimetrijska analiza.

#### **Pristup učenju i poučavanju kolegiju**

Od studenata se očekuje da se na temelju predložene literature i detaljnog nastavnog programa pripreme za tematiku koja će se obrađivati te se od njih očekuje aktivno sudjelovanje u nastavnom procesu. Tijekom predavanja posebno će biti istaknuti pojedini dijelovi kolegija koji zahtijevaju posebnu pozornost zbog svog izuzetnog značaja.

#### **Način izvođenja nastave**

Kolegij se sastoji od predavanja, seminara i vježbi, prilagođenim postizanju ispred navedenih ishoda. Na predavanjima se podučava i raspravlja teorijski dio gradiva, na seminarima se rješavaju računski zadaci vezani uz određene dijelove gradiva, dok eksperimentalne vježbe služe za upoznavanje osnovnih metoda istraživanja u Analitičkoj kemiji, kritičkoj obradi rezultata, njihovom prikazu i interpretaciji te povezivanju teorijskih znanja s eksperimentalnim radom.

### **Ishodi učenja kolegija**

#### **Znanje:**

1. Razumjeti načine uzimanja uzoraka za analizu te osnovna načela pri provedbi kvalitativnog ili kvantitativnog analitičkog postupka.
2. Razumjeti opća načela kemijske ravnoteže, zakon o djelovanju mase i Le Chatelierovo načelo.
3. Primijeniti opća načela kemijske ravnoteže u razlikovanju heterogenih od homogenih kemijskih ravnotežnih sustava.
4. Razumjeti opća načela kiselobaznih ravnoteža te primijeniti stečeno znanje u klasifikaciji kiselina i baza, izračunu pH vodenih otopina kiselina, baza, pufera i soli.
5. Razumjeti opća načela ravnoteže reakcija u kojima nastaju kompleksni spojevi te primijeniti stečeno znanje u objašnjenju mehanizma nastajanja ovih spojeva, njihovoj stabilnosti i nestabilnosti, kelatnom efektu i udjelima vrsta koje nastaju uslijed ovih reakcija.
6. Razumjeti opća načela oksidacijsko-redukcijskih ravnoteža te primijeniti stečeno znanje u objašnjenju utjecaja koncentracije i pH na elektrodni potencijal te smjeru redoks-reakcije.
7. Razumjeti opća načela ravnoteže između čvrste, slabo topljive tvari i njenih iona te primijeniti stečeno znanje u objašnjenju mehanizama nastajanja taloga, otapanju i čimbenicima koji utječu na veličinu čestica taloga te na proces otapanja.
8. Razumjeti opća načela gravimetrijske analize te primijeniti stečeno znanje u provedbi postupka same analize i interpretaciji rezultata.
9. Razumjeti opća načela volumetrijske analize te primijeniti stečeno znanje u provedbi postupaka same analize, odabiru standardnih otopina, indikatora, interpretaciji rezultata te konstruiranju titracijskih krivulja.
10. Primijeniti stečeno znanje u prosudbi točnosti i preciznosti dobivenih eksperimentalnih podataka a na osnovu utjecaja pogrešaka koje se mogu javiti uslijed kemijske analize.

#### **Vještine:**

1. Postavljati i numerički rješavati analitičke probleme.
2. Samostalno izvesti analitičke reakcije odjeljivanja i dokazivanja nepoznatih kationa i aniona u jednostavnom uzorku i u smjesama.
3. Samostalno izvesti gravimetrijsku kvantitativnu analizu.
4. Samostalno izvesti volumetrijske: neutralizacijske, kompleksometrijske, redoks i taložne titracije.
5. Prikazati i izračunati rezultate kvalitativne odnosno kvantitativne analize te primijeniti teoretsko znanje u interpretaciji rezultata.

### **Popis obvezne ispitne literature:**

1. Nj. Radić, L. Kukoč Modun: Uvod u analitičku kemiju, Školska knjiga, Zagreb, 2016.
2. M. Sikirica: Stehiometrija, Školska knjiga, Zagreb, 2008.
3. D. Broznić i M. Tota: Praktikum iz analitičke kemije (interna skripta); Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2016.

### **Popis dopunske literature:**

1. D.A. Skoog, D.M. West i F.J. Holler: Osnove analitičke kemije, Školska knjiga, Zagreb, 1999.
2. Nj. Radić, L. Kukoč Modun: Uvod u analitičku kemiju I dio, Redak, Split, 2013.

## Nastavni plan:

### Popis predavanja (s naslovima i pojašnjenjem):

#### P1. Podjela analitičke kemije, izbor analitičke metode, tijek analitičkog procesa.

##### Ishodi učenja

- definirati analitičku kemiju
- navesti i objasniti podjelu analitičkih metoda
- definirati pojmove uzorak, analit, matrica, analitički signal i informaciju
- objasniti o čemu ovisi izbor analitičke metode
- navesti i objasniti faze analitičkog postupka

#### P2. Uzimanje i priprava uzoraka za analizu.

##### Ishodi učenja

- definirati pojmove: uzorkovanje, reprezentativan uzorak
- navesti preduvjete za postizanje reprezentativnosti uzorka
- nabrojati i objasniti načine uzimanja uzoraka za analizu
- navesti i objasniti posljedice pogrešaka pri uzorkovanju
- navesti i objasniti načine uzorkovanja homogenih otopina tekućina, plinova i čvrstih tvari
- objasniti postupak pripreme laboratorijskog uzorka

#### P3. Razgrađivanje i otapanje uzoraka, uklanjanje interferencija.

##### Ishodi učenja

- nabrojati vodene otopine reagensa za otapanje ili za razgrađivanje uzoraka te navesti njihove karakteristike
- objasniti razgrađivanje uzorak taljenjem
- objasniti razgrađivanje organskih spojeva u svrhu elementarne analize (postupci mokro i suhog spaljivanja, spaljivanje kisikom u zatvorenim posudama)
- definirati interferencije u kemijskoj analizi, definirati maskirni reagens i odjeljivanje analita od interferencija
- objasniti prirodu procesa odjeljivanja analita od interferencija te navesti i objasniti načine odjeljivanja analita od interferencija
- definirati i objasniti ekstrakcijske metode
- definirati i objasniti koeficijent i omjer raspodjele kod raspodjele otopljene tvari između dva otapala koja se međusobno ne mješaju

#### P4. Pogreške u kemijskoj analizi i obrada analitičkih podataka.

##### Ishodi učenja

- navesti i objasniti vrste pogrešaka koje se mogu javiti uslijed kemijske analize te njihov učinak na analitičke rezultate
- objasniti pojmove preciznost i točnost
- navesti vrste pogrešaka u eksperimentalnim podacima, objasniti uzroke njihova nastanka i utjecaj na rezultate analize
- nabrojati i objasniti statističke pokazatelje za obradu i procjenu rezultata
- interpretirati rezultate analize na osnovu statističkih pokazatelja

#### P5. Kemijska ravnoteža: Stanje ravnoteže i termodinamička razmatranja. Konstante ravnoteže

##### Ishodi učenja

- definirati konstantu ravnoteže kemijske reakcije
- objasniti zakon o djelovanju masa
- objasniti Le Chatelierovo načelo
- navesti i objasniti različite vrste konstanti ravnoteža

**P6-P8. Homogene ravnoteže: Kiselo-bazne ravnoteže. Amfiprotične vrste. Ionski produkt vode i pH vrijednost. Teorije kiselina i baza. Jačina kiselina i baza. Jake kiseline i baze.**

Ishodi učenja

- definirati homogene ravnoteže
- navesti najvažnije homogene ravnoteže
- navesti i objasniti teorije kiselina i baza
- objasniti jakost kiselina i baza
- objasniti pojam amfiprotična otapala i navesti primjere amfiprotičnih otapala
- objasniti disocijaciju (autoprotolizu) vode
- objasniti pojam konjugirani kiselobazni par
- objasniti ionski produkt vode i definirati konstantu ionskog produkta vode
- definirati pH vrijednost
- definirati i navesti jake kiseline i jake baze
- objasniti računanje pH vrijednosti jakih kiselina i baza

**P9-P11. Slabe monoprotonske kiseline i baze. Kiselo-bazni puferi. Poliprotone (višeprone) kiselobazne ravnoteže.**

Ishodi učenja

- definirati i navesti slabe kiseline i slabe baze
- prikazati disocijaciju slabih kiselina i slabih baza
- definirati pojmove konstanta kiselosti i bazičnosti
- objasniti računanje pH vrijednosti slabih kiselina i baza
- objasniti stupanj disocijacije slabe kiseline i baze
- objasniti odnose jakosti konjugiranih kiselobaznih parova
- objasniti vezu između konstanti disocijacije konjugiranog para kiselina-baza
- definirati puferne otopine
- objasniti princip djelovanja pufera
- objasniti računanje pH vrijednosti pufernih otopina (Henderson-Hasselbachova jednačba)
- objasniti utjecaj razrjeđenja i dodatka kiseline i baze na pH vrijednost puferne otopine
- objasniti kapacitet pufera prema dodanoj kiselini i bazi
- navesti i objasniti najvažnije fiziološke puferne
- objasniti poliprotone kiselobazne ravnoteže
- navesti dominantne dijelove prilikom postepene disocijacije poliprotone kiselina i baza
- prepoznati dominantan oblik pri određenoj pH-vrijednosti
- objasniti poliprotone puferne otopine

**P12, P13. Hidroliza: Vodene otopine soli kiselina i jakih baza, slabih kiselina i jakih baza, slabih baza i jakih kiselina, slabih baza i slabih kiselina.**

Ishodi učenja

- definirati hidrolizu
- objasniti hidrolizu soli jakih kiselina i jakih baza
- objasniti hidrolizu soli slabih kiselina i jakih baza
- objasniti računanje pH vrijednosti otopine soli slabe kiseline i jake baze
- objasniti hidrolizu soli slabih baza i jakih kiselina
- objasniti računanje pH vrijednosti otopine soli slabe baze i jake kiseline
- objasniti hidrolizu soli slabih baza i slabih kiselina

- objasniti računanje pH vrijednosti otopine soli slabe baze i slabe kiseline

**P14-P19. Titrimetrijske metode analize. Volumetrijske metode – podjela i definicija. Standardi i standardne otopine. Titracije temeljene na kiselo-baznim reakcijama. Titracije jakih i slabih kiselina i baza. Titracija poliprotonskih slabih kiselina i baza. Titracijske krivulje za amfiprotične tvari. Indikatori kod titracija temeljenih na kiselo-baznim reakcijama. Sastav otopina poliprotičnih kiselina kao funkcija pH - relativni udio ( $\alpha$ ). Računanje s kemijskim ravnotežama, titracijske krivulje.**

Ishodi učenja

- definirati završnu točku titracije, točku ekvivalencije, standardne otopine
- nabrojati i objasniti zahtjeve koje mora zadovoljiti kemijska reakcija na kojoj se temelji titrimetrijsko određivanje
- navesti potrebnu opremu i standardne otopine za titrimetrijska određivanja
- navesti zahtjeve koje mora zadovoljiti određena tvar kako bi se mogla rabiti kao primarni standard
- nabrojati metode volumetrijske analize
- objasniti postupak standardizacije
- definirati i nabrojati standardne otopine za kiselo-bazne reakcije
- objasniti kakav će biti pH tijekom kiselo-baznih titracija te konstruirati titracijsku krivulju kod kiselo-baznih titracija
- konstruirati titracijsku krivulju za polifunkcionalne kiseline/baze
- definirati i nabrojati indikatore koji se koriste kod kiselo-baznih titracija
- objasniti kiselo-bazne titracije u nevodenom mediju
- objasniti analitičku iskoristivost titracija temeljenih na kiselo-baznim reakcijama

**P20-P23. Homogene ravnoteže: Ravnoteže nastajanja kompleksa. Reakcije nastajanja kompleksa. Mehanizam nastajanja kompleksa. Stupnjevite konstante ravnoteže za komplekse. Ukupna konstanta stabilnosti kompleksa ( $\beta$ ). Konstanta nastajanja kompleksa. Uvjetna konstanta nastajanja kompleksa. Izračun  $\alpha$ -vrijednosti za metalne komplekse.**

Ishodi učenja

- definirati pojmove: ligand, koordinacijski broj, kompleks
- navesti i objasniti vrste liganada
- objasniti mehanizam nastajanja kompleksa
- objasniti konstante nastajanja i konstante razgradnje kompleksa
- objasniti pojam kelatirajućí efekt
- objasniti promjene udjela pojedinih oblika u otopini metala i liganada, ovisno o slobodnoj koncentraciji liganada
- objasniti stvaranje kompleksa iona metala s EDTA

**P24-P29. Titracije temeljene na ravnotežama nastajanja kompleksa (Kompleksometrijske titracije). Titracije s aminokarboksilnim kiselinama – EDTA. Izvod titracijske krivulje za reakciju metalnih kationa s otopinom EDTA. Utjecaj pH i konstanti stabilnosti kompleksa na titraciju metalnih kationa. Utjecaj ostalih kompleksirajućih tvari na titraciju metalnih kationa s EDTA. Indikatori kod kompleksometrijskih titracija. Problemi s izborom indikatora i uvjeta titracije određenih metalnih kationa.**

Ishodi učenja

- izvesti izračune s ravnotežama u kojima sudjeluje EDTA, konstruirati titracijsku krivulju kod kompleksometrijskih titracija
- objasniti utjecaj uvjetne konstante nastajanja kompleksa, pH vrijednosti i drugih kompleksirajućih vrsta na reakciju iona metala s EDTA
- definirati i nabrojati vizualne indikatore kod kompleksometrijskih titracija

**P30-P33. Homogene ravnoteže: Oksidacijsko-redukcijske ravnoteže. Redoks reakcije. Elektrokemijski članci. Elektroodni potencijal. Potencijal i smjer redoks-reakcije. Konstanta ravnoteže redoks reakcije.**

Ishodi učenja

- objasniti pojmove: oksidacijsko-redukcijska ravnoteža, oksidacija, redukcija, reducens, oksidans
- navesti sastavne dijelove elektrokemijskog članka, objasniti princip rada članka
- definirati potencijal elektrokemijskog članka i smjer redoks-reakcije
- navesti i objasniti vrste elektrokemijskih članaka
- definirati i objasniti elektroodni potencijal
- objasniti utjecaj koncentracije na elektroodni potencijal (Nernstova jednažba)
- objasniti utjecaj pH vrijednosti na elektroodni potencijal
- objasniti konstantu ravnoteže redoks-reakcije, izvesti izračun za konstantu ravnoteže redoks-reakcije

**P34-P37. Titracije temeljene na oksidacijsko-redukcijskim ravnotežama (Redoks-titracije). Izvodi titracijskih krivulja za redoks titracije. Redoks indikatori. Tvari za prilagodbu oksidacijskog stanja analita. Uobičajene otopine za redoks titracije.**

Ishodi učenja

- izvesti izračune računanja potencijala kod jednostavnih, složenih redoks-reakcija te složenih reakcija uz prisutnost  $H_3O^+$  iona.
- konstruirati titracijsku krivulju kod redoks-reakcija
- nabrojati i definirati opće i specifične redoks indikatore

**P38, P39. Heterogene ravnoteže: Ravnoteža između čvrste, slabo topljive tvari i njezina iona. Ravnoteža analita između otopala koja se ne miješaju (ekstrakcija). Ravnoteža analita između pokretne i nepokretne faze (kromatografija).**

Ishodi učenja

- definirati heterogenu ravnotežu
- objasniti ravnotežu između čvrste, slabo topljive tvari i njenih iona
- objasniti ravnotežu između otopala koja se ne miješaju (ekstrakcija)
- objasniti ravnotežu između pokretne i nepokretne faze (kromatografija)

**P40-P42. Ravnoteža između čvrste, slabo topljive tvari i njenih iona. Konstanta produkta topljivosti i topljivost. Utjecaj ionske jakosti, zajedničkog iona, paralelne reakcije, temperature, otopala i veličine čestica na topljivost taloga.**

Ishodi učenja

- definirati topljivost tvari
- objasniti ravnotežu između zasićene otopine i viška čvrste tvari
- definirati konstantu produkta topljivosti
- navesti i objasniti utjecaj različitih čimbenika na topljivost soli (utjecaj zajedničkog iona, temperature, organskog otopala, kompleksa, neutralnog elektrolita, paralelne reakcije)
- objasniti ionsku jakost otopine
- objasniti pojmove aktivitet i koeficijent aktiviteta
- objasniti Debye-Hückelovu jednažbu
- objasniti utjecaj ionske jakosti, naboja iona i veličine iona na koeficijent aktiviteta

**P43-P46. Titracije temeljene na reakciji nastajanja slabo topljivog taloga (Taložne titracije). Vrste taložnih titracija. Metoda po Mohr-u, Vollhard-u i Fajans-u. Titracijske krivulje za taložne titracije. Indikatori kod taložnih titracija.**

Ishodi učenja

- izvesti izračune računanja pM vrijednosti tijekom taložne titracije.
- konstruirati titracijsku krivulju kod taložnih titracija
- nabrojati i definirati indikatore kod taložnih titracija

**P47-P50. Gravimetrijske metode analize. Svojstva taloga i taložnih reagenasa. Veličina čestica i filtrabilnost taloga. Mehanizmi nastajanja taloga. Koloidni i kristalinični talozi. Sutaloženje.**

Ishodi učenja

- definirati gravimetrijske metode analize
- navesti i objasniti vrste gravimetrijskih analiza
- objasniti načine izračunavanja rezultata gravimetrijske analize
- definirati i objasniti pojam gravimetrijskog faktora
- definirati idealan taložni reagens, navesti osobine idealnog taložnog reagensa
- navesti i objasniti vrste taloga s obzirom na veličinu čestica
- navesti i objasniti činitelje koji utječu na veličinu čestica taloga
- objasniti pojam relativno presičenje, objasniti utjecaj veličine čestica na relativno presičenje
- objasniti mehanizme nastajanja taloga
- objasniti kako se eksperimentalno može nadzirati veličina čestica
- definirati koloidne suspenzije i njihovu stabilnost
- objasniti adsorpciju iona na površinu koloida
- definirati koagulaciju koloida i objasniti načine provođenja koagulacije koloida
- objasniti peptizaciju koloida
- definirati kristalinične taloge
- navesti i objasniti metode za povećanje veličine čestica i filtrabilnosti taloga
- definirati i objasniti pojavu sutaloženja
- navesti i objasniti različite vrste sutaloženja
- objasniti taloženje iz homogene otopine
- navesti osobine taloga nastalih homogenim taloženjem
- objasniti postupak sušenja i spaljivanja taloga
- navesti i objasniti prednosti i nedostatke gravimetrijskih metoda
- objasniti primjenu gravimetrijskih metoda
- navesti i objasniti vrste taložnih reagensa (anorganskih, reducirajućih i organskih)

**Popis seminara s pojašnjenjem:**

**S1. Pogreške u kemijskoj analizi i obrada rezultata eksperimentalnih mjerenja**

Ishodi učenja

- objasniti metode za iskazivanje analitičkih podataka
- izračunati statističke parametre na osnovi rezultata eksperimentalnih mjerenja (aritmetička sredina, medijan, standardno odstupanje, koeficijent varijacije)
- izračunati apsolutnu i relativnu pogrešku

**S2, S3. Kemijska stehiometrija: izražavanje množine tvari, koncentracije, priprava otopina, stehiometrijsko**



## računanje.

### Ishodi učenja

- objasniti međunarodni SI sustav jedinica
- izračunati koncentraciju tvari (množinska i masena) u otopini
- izračunati molalitet i udio tvari u otopini
- izračunati podatke za pripremu otopina (priprema standardnih otopina, priprema otopina razrjeđenjem)
- izračunati koncentraciju otopine ako je poznata njezina gustoća
- izračunati nepoznate parametre na osnovu stehiometrijskog računanja

## **S4-S8. Računanje pH kiselina i baza. Računanje pH i kapaciteta pufera. Hidroliza.**

### Ishodi učenja

- izračunati pH jake kiseline i jake baze
- izračunati pH otopine nastale miješanjem dvaju jakih kiselina ili baza
- izračunati pH otopine nastale miješanjem jake kiseline i baze
- izračunati pH slabe kiseline i slabe baze
- izračunati stupanj disocijacije slabe kiseline i slabe baze
- izračunati konstantu kiselosti i bazičnosti
- izračunati pH pufera
- izračunati pH pufera uz utjecaj razrjeđenja i dodatka kiseline i baze
- izračunati kapacitet pufera
- izračunati pH vrijednosti otopine soli slabe kiseline i jake baze
- izračunati pH vrijednosti otopine soli jake kiseline i slabe baze
- izračunati pH vrijednosti otopine soli slabe kiseline i slabe baze

## **S9-S11. Računanje pH otopina prilikom titracija jakih i slabih kiselina/baza različitih koncentracija, procjena oštine završne točke titracije, konstruiranje titracijske krivulje.**

### Ishodi učenja

- izračunati pH otopina prilikom titracija jakih i slabih kiselina/baza različitih koncentracija
- procijeniti oštrinu završne točke titracije
- konstruirati titracijske krivulje kod kiselo-baznih titracija

## **S12, S13. Računanje konstante nastajanja i nestajanja (stabilnosti kompleksa), udjela vrsta.**

### Ishodi učenja

- izračunati ukupnu konstantu nastajanja kompleksa
- izračunati udio pojedinih vrsta kompleksa
- izračunati ravnotežnu koncentraciju metala

## **S14, S15. Izračuni kod kompleksometrijskih titracija, konstruiranje titracijske krivulje.**

### Ishodi učenja

- konstruirati titracijsku krivulju kod kompleksometrijskih titracija
- izračun pM prije, nakon i u točki ekvivalencije kod kompleksometrijskih titracija
- izračunati kako uvjetna konstanta nastajanja kompleksa, pH i druge kompleksirajuće vrste utječu na reakciju iona metala s ligandom

## **S16, S19. Računanje elektrodnog potencijala, konstante redoks reakcije.**

### Ishodi učenja

- izračunati elektrodni potencijal

- izračunati termodinamički napon iz galvanskih članaka
- konstruirati titracijsku krivulju kod redoks titracija

**S20, S23. Računanje topljivosti taloga u vodi. Računanje topljivosti taloga uz utjecaj različitih čimbenika (ionska jakost otopine, dodatak zajedničkog iona, paralelne reakcije, pH).**

Ishodi učenja

- izračunati topljivost taloga u vodi
- izračunati topljivost taloga u prisustvu elektrolita koji sadrži zajednički ion
- izračunati ionsku jakost otopine
- izračunati faktor aktiviteta iona u otopini
- izračunati topljivost taloga u prisustvu elektrolita koji ne sadrži zajednički ion
- izračunati topljivost taloga uz odvijanje paralelne reakcije
- izračunati utjecaj pH-vrijednosti na topljivost taloga
- konstruirati titracijsku krivulju kod taložnih titracija

**S24, S25. Računanja u gravimetrijskoj analizi**

Ishodi učenja

- prikazati empirijsku i kemijsku formulu spoja
- izračunati gravimetrijski faktor
- izraziti rezultat analize iz gravimetrijskih podataka

**Popis vježbi s pojašnjenjem:**

**V1. Kemijska stehiometrija: izražavanje množine tvari, koncentracije, priprava otopina, stehiometrijsko računanje.**

Ishodi učenja

- objasniti međunarodni SI sustav jedinica
- izračunati koncentraciju tvari (množinska i masena) u otopini
- izračunati molalitet i udio tvari u otopini
- izračunati podatke za pripremu otopina (priprema standardnih otopina, priprema otopina razrjeđenjem)
- izračunati koncentraciju otopine ako je poznata njezina gustoća
- izračunati nepoznate parametre na osnovu stehiometrijskog računanja

**EXPV2. Sustavno dokazivanje pojedinačnih nepoznatih anorganskih kationa**

Ishodi učenja

- samostalno sustavno dokazati nepoznate katione
- samostalno obraditi i prikazati rezultate, voditi zabilježbe i izraditi izvještaj

**EXPV3. Sustavno dokazivanje nepoznatih aniona**

Ishodi učenja

- samostalno sustavno dokazati nepoznate anione
- samostalno obraditi i prikazati rezultate, voditi zabilježbe i izraditi izvještaj

#### **EXPV4. Odjeljivanje i dokazivanje kationa i aniona u smjesama I.**

##### Ishodi učenja

- samostalno sustavno dokazati nepoznate katione i anione u smjesama
- samostalno obraditi i prikazati rezultate, voditi zabilješke i izraditi izvještaj

#### **EXPV6. Odjeljivanje i dokazivanje kationa i aniona u smjesama II.**

##### Ishodi učenja

- samostalno sustavno dokazati nepoznate katione i anione u smjesama
- samostalno obraditi i prikazati rezultate, voditi zabilješke i izraditi izvještaj

#### **EXPV7. Priprema i standardizacija otopina.**

##### Ishodi učenja

- samostalno pripremiti i standardizirati otopine za volumetrijske analize
- samostalno obraditi i prikazati rezultate, voditi zabilješke i izraditi izvještaj

#### **EXPV9. Neutralimetrijska titracija.**

##### Ishodi učenja

- samostalno provesti neutralimetrijsku titraciju
- izračunati koncentraciju kiseline pri titraciji lužinom
- konstruirati titracijsku krivulju
- samostalno obraditi i prikazati rezultate, voditi zabilješke i izraditi izvještaj
- 

#### **V5. Računanje pH otopina prilikom titracija jakih i slabih kiselina/baza različitih koncentracija, procjena oštine završne točke titracije, konstruiranje titracijske krivulje.**

##### Ishodi učenja

- izračunati pH otopina prilikom titracija jakih i slabih kiselina/baza različitih koncentracija
- procijeniti oštrinu završne točke titracije
- konstruirati titracijske krivulje kod kiselo-baznih titracija

#### **EXPV10. Kompleksometrijska titracija.**

##### Ishodi učenja

- samostalno izvesti kompleksometrijsku izravnu titraciju i titraciju metodom zamjene (istiskivanja)
- odrediti masu metala u reakciji kompleksometrijske titracije
- konstruirati titracijsku krivulju
- samostalno obraditi i prikazati rezultate, voditi zabilješke i izraditi izvještaj

#### **V8. Računanje konstante nastajanja i nestajanja (stabilnosti kompleksa), udjela vrsta.**

##### Ishodi učenja

- izračunati ukupnu konstantu nastajanja kompleksa
- izračunati udio pojedinih vrsta kompleksa
- izračunati ravnotežnu koncentraciju metala

**V11. Izračuni kod kompleksometrijskih titracija, konstruiranje titracijske krivulje.**

Ishodi učenja

- konstruirati titracijsku krivulju kod kompleksometrijskih titracija
- izračun pM prije, nakon i u točki ekvivalencije kod kompleksometrijskih titracija
- izračunati kako uvjetna konstanta nastajanja kompleksa, pH i druge kompleksirajuće vrste utječu na reakciju iona metala s ligandom

**EXPV12. Redoks titracije: manganometrija, jodometrija.**

Ishodi učenja

- samostalno izvesti metodu redoks titracije
- izračunati masu analita kod redoks-titracije
- konstruirati titracijsku krivulju
- samostalno obraditi i prikazati rezultate, voditi zabilješke i izraditi izvještaj

**V13, V15. Računanje elektrodnog potencijala, konstante redoks reakcije.**

Ishodi učenja

- izračunati elektrodni potencijal
- izračunati termodinamički napon iz galvanskih članaka
- konstruirati titracijsku krivulju kod redoks titracija

**EXPV14. Taložna titracija.**

Ishodi učenja

- samostalno izvesti metodu taložne titracije koristeći metodu po Mohr-u, Fajans-u ili Volhard-u
- izračunati masu analita kod taložne titracije
- konstruirati titracijsku krivulju
- samostalno obraditi i prikazati rezultate, voditi zabilješke i izraditi izvještaj

**V17, V19. Računanje topljivosti taloga u vodi. Računanje topljivosti taloga uz utjecaj različitih čimbenika (ionska jakost otopine, dodatak zajedničkog iona, paralelne reakcije, pH).**

Ishodi učenja

- izračunati topljivost taloga u vodi
- izračunati topljivost taloga u prisustvu elektrolita koji sadrži zajednički ion
- izračunati ionsku jakost otopine
- izračunati faktor aktiviteta iona u otopini
- izračunati topljivost taloga u prisustvu elektrolita koji ne sadrži zajednički ion
- izračunati topljivost taloga uz odvijanje paralelne reakcije
- izračunati utjecaj pH-vrijednosti na topljivost taloga
- konstruirati titracijsku krivulju kod taložnih titracija

**EXPV16. Gravimetrijska analiza.**

Ishodi učenja

- samostalno gravimetrijski odrediti jedan od iona:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$
- samostalno obraditi i prikazati rezultate, voditi zabilješke i izraditi izvještaj

## V20. Računanja u gravimetrijskoj analizi

### Ishodi učenja

- prikazati empirijsku i kemijsku formulu spoja
- izračunati gravimetrijski faktor
- izraziti rezultat analize iz gravimetrijskih podataka

## EXPV18. Završna vježba.

### Ishodi učenja

- samostalno izvesti zadani analitički zadatak
- samostalno obraditi i prikazati rezultate

## Obveze studenata:

### Obveze studenata/studentica

Studenti upisuju kolegij Analitička kemija u II semestru prve godine studija (50 P + 25 S + 55 V). Studenti trebaju odslušati minimalno 70% svih oblika nastave te pristupiti provjerama znanja.

Na laboratorijskim vježbama provjeravati će se pripremljenost studenata za vježbu koja se taj dan izvodi. U dogovorenom terminu nakon izvođenja vježbe, studenti moraju predati obrađene rezultate u obliku referata. Po završetku svih vježbi i pozitivno ocjenjenih referata, studenti su dužni kolokvirati gradivo (pismeno ili usmeno) obuhvaćeno svim vježbama. **Svaka neodrađena vježba mora se kolokvirati.**

Završni ispit sastoji se od pismenog i usmenog dijela. Na svakom dijelu završnog ispita student mora zadovoljiti u 50% odgovora.

Pristup završnom ispitu dozvoljen je tek nakon što su ispunjene sve prethodno navedene obveze.

Po položenom završnom ispitu, student stječe pravo na 11 ECTS bodova.

## Ispit (način polaganja ispita, opis pisanog/usmenog/praktičnog dijela ispita, način bodovanja, kriterij ocjenjivanja):

### Vrednovanje obveza studenata

Ocjena iz kolegija Analitička kemija obuhvaća rezultate postignute iz eksperimentalnih vježbi, parcijalnih testova i završnog ispita.

Ukupan postotak uspješnosti studenta tijekom nastave čini 60%, a završni ispit 40% ocjene (*prema Pravilniku o studiju*).

Tijekom trajanja nastave kolegija Analitička kemija student može maksimalno sakupiti 60 ocjenskih bodova i još maksimalno 40 ocjenskih bodova tijekom završnog ispita, dakle ukupno maksimalno 100 ocjenskih bodova.

Studenti koji nisu uspjeli ostvariti minimalno 30 ocjenskih bodova tijekom odvijanja nastave ili nisu položili pojedini parcijalni test ili nisu pristupili parcijalnom testu ili žele popraviti ukupan broj bodova (kao zadnja ocjena uzima se zadnji pisani test koji može značiti i negativnu ocjenu) mogu pristupiti popravcima Parcijalnih testova kako bi stekli

uvjete za izlazak na Završni ispit.

**Svaki parcijalni test ponavljati se može samo jedanput.**

Struktura ocjene kolegija Analitička kemija u akademskoj godini 2021./2022. prikazana je u Tablici 1.

**Tablica 1.**

	<b>VREDNOVANJE</b>	<b>MAX.BROJ OCJENSKIH BODOVA</b>
<b>Parcijalni testovi</b>	1. Parcijalni test	20
	2. Parcijalni test	20
	<b>Ukupno</b>	<b>40</b>
<b>Laboratorijske vježbe</b>	Izrada eksperimentalne vježbe + ulazni kolokvij (10 vježbi x 1 bod)	10
	<b>Ukupno</b>	<b>10</b>
<b>Završna vježba/kolokvij</b>		<b>10</b>
<b>UKUPNO</b>		<b>60</b>
<b>Završni ispit</b>	Pisani dio	20
	Usmeni dio	20
	<b>Ukupno</b>	<b>40</b>
<b>UKUPNO</b>		<b>100</b>

**Parcijalni testovi:**

Tijekom semestra predviđena su dva parcijalna testa. Prvi parcijalni test obuhvaća gradivo predavanja P1-P29 te seminara S1-S15. Testom je moguće ostvariti najviše 20 ocjenskih bodova. Postignuća na parcijalnom testu vrednuju se prema Tablici 2. Drugi parcijalni test obuhvaća gradivo predavanja P30-P50 i seminara S16-S25. Testom je moguće ostvariti najviše 20 ocjenskih bodova. Postignuća na parcijalnom testu vrednuju se prema Tablici 2.

**Tablica 2.**

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
50-54,99	10
55-59,99	11
60-64,99	13
65-69,99	14
70-74,99	15
75-79,99	16
80-84,99	17
85-89,99	18
90-94,99	19

**Završni ispit:**

Završni ispit sastoji se od pismenog (20 ocjenskih bodova) i usmenog (20 ocjenskih bodova) dijela. Student mora zadovoljiti na svakom dijelu završnog ispita s minimalno 50%-tnom uspješnosti.

**Vrednovanje pismenog dijela završnog ispita:**

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
50-54,99	10
55-59,99	11
60-64,99	13
65-69,99	14
70-74,99	15
75-79,99	16
80-84,99	17
85-89,99	18
90-94,99	19
95-100	20

**Vrednovanje usmenog dijela završnog ispita:**

10 – 11 ocjenskih bodova: odgovor zadovoljava minimalne kriterije,  
 12 – 14 ocjenskih bodova: prosječan odgovor s primjetnim pogreškama,  
 15 – 17 ocjenskih bodova: vrlo dobar odgovor s neznatnim pogreškama,  
 18 – 20 ocjenskih bodova: izniman odgovor.

**Formiranje ocjene**

Konačna ocjena je zbroj bodova ostvarenih tijekom nastave i bodova ostvarenih na završnom ispitu.  
 Studenti koji su tijekom nastave ostvarili:

- 0 do 29,99 ocjenski bodovi – ocjenjuju se ocjenom F (neuspješan) i ne mogu steći ECTS bodove
- više od 30 ocjenskih bodova – mogu pristupiti završnom ispitu.

Studenti na završnom ispitu (pismeni+usmeni) mogu ostvariti 40% konačne ocjene, a ispitni prag na pismenom završnom ispitu ne može biti niži od 50% uspješno riješenih zadataka.

Prema postignutom ukupnom broju bodova dodjeljuju se sljedeće konačne ocjene:

90% do 100% ocjene	A	izvrstan (5)
75% do 89,9% ocjene	B	vrlo dobar (4)
60% do 74,9% ocjene	C	dobar (3)
50% do 59,99% ocjene	D	dovoljan (2)
0% do 49,9% ocjene	F	nedovoljan (1)

U prijavnicu se unosi brojčana ocjena, ECTS ocjena i postotak usvojenog znanja, vještina i kompetencija.

### **Mogućnost izvođenja nastave na stranom jeziku:**

### **Ostale napomene (vezane uz kolegij) važne za studente:**

#### **Pohađanje nastave**

Predavanja će biti održavana na Medicinskom fakultetu u Rijeci, a vježbe na Zavodu za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju Medicinskog fakulteta u Rijeci. Svi studenti zajedno pohađaju predavanja i seminare, dok su na eksperimentalnim vježbama podijeljeni u dvije grupe. Prisustvovanje svim oblicima nastave se bilježi.

Maksimalan broj opravdanih izostanaka s vježbi iznosi **30% (16 sati)**, uz obvezu usmenog kolokviranja propuštenog gradiva. Izostanci moraju biti opravdani odgovarajućim liječničkim potvrdama. Neopravdani izostanak s vježbi povlači negativnu konačnu ocjenu, a izostanci koji premašuju maksimalan broj dopuštenih sati onemogućuje pristup ispitu.

Gradivo je podijeljeno u skupine prema srodnosti tematike. Predviđena su dva obvezna pismena parcijalna testa iz svakog bloka gradiva.

Studenti i nastavnici se moraju pridržavati konstruktivne i pozitivne komunikacije, što je od izuzetne važnosti obzirom na naglašenu interaktivnost kolegija. Tijekom predavanja i izvođenja vježbi strogo je zabranjena uporaba mobilnih telefona i ostalih elektroničkih uređaja koji odvrćaju pažnju ili remete koncentraciju nastavne grupe. Student koji opetovano remeti pozitivnu radnu atmosferu bit će udaljen s nastave te će mu biti evidentiran izostanak.

#### **Pismeni radovi**

U pismene radove ubrajaju se parcijalni testovi, popravci parcijalnih testova te pismeni dio ispita.

Parcijalni testovi: Predviđena su dva parcijalna testa. Pišu se tijekom trajanja kolegija, nakon odslušanog određenog dijela gradiva. Studenti se pripremaju iz zadane literature, kao dopunu predavanjima. Testovi su pismeni.

Popravni parcijalni ispiti: Studenti koji nisu uspjeli ostvariti minimalno 30 ocjenskih bodova tijekom odvijanja nastave ili nisu položili pojedini parcijalni test ili nisu pristupili parcijalnom testu ili žele popraviti ukupan broj bodova (kao zadnja ocjena uzima se zadnji pisani test koji može značiti i negativnu ocjenu) mogu pristupiti popravcima Parcijalnih testova kako bi stekli uvjete za izlazak na Završni ispit.

Završni pismeni ispit: Obuhvaća gradivo određeno planom i programom kolegija.

#### **Kašnjenje i/ili neizvršavanje zadataka**



Studenti se upućuju na točnost u dolasku na predavanja, seminare i vježbe. U slučaju kašnjenja studenta na vježbe iz objektivnog razloga, voditelj/asistent će pokušati prilagoditi plan izvođenja vježbe. U slučaju kašnjenja više od 15 min., student gubi pravo na izvođenje vježbe te se takav dolazak vodi kao izostanak.

Prilikom predavanja, studentima nije dozvoljen ulazak u predavaonu po isteku 15 min. Od početka predavanja.

Sve obveze student bi trebao izvršavati na vrijeme (i uspješno) kako bi mogao slijediti nastavu definiranu predviđenim programom i rasporedom. Ako student ne obavi sve programom predviđene dijelove na vrijeme i barem s minimalnim uspjehom (min. 50%) mora ponovno upisati predmet.

#### **Akademski čestitost**

Studenti su upućeni na samostalnost prilikom izrade ocjenskih radova, međukolegijalno poštovanje te promicanje akademske diskusije. Prilikom rada studenata u grupama, podjela zadataka mora biti jasno iskazana od strane studenata te prepoznata od strane nastavnika. Nastavnici su obvezni držati se društvenih normi kao što su nepristranost s obzirom na spol, nacionalnu pripadnost i vjeru.

Dokumenti koji se odnose na akademsku čestitost su Etički kodeks Sveučilišta u Rijeci<sup>1</sup> te Etički kodeks za studente.

#### **Kontaktiranje s nastavnicima**

Studenti se upućuju na aktivnu i konstruktivnu diskusiju s nastavnicima. Izvan nastavnog vremena, voditelj kolegija i asistenti su dostupni za konzultacije unutar termina koji će biti naznačen prilikom prvog predavanja.

#### **Informiranje o predmetu**

Informacije o predmetu studenti mogu naći na web stranicama kolegija, te platformi MERLIN. Studenti su obvezni sami potražiti odgovarajuće informacije na gore navedenim mjestima. U slučaju hitne promjene termina nastave, ispita ili drugih važnih promjena, studenti će biti informirani putem e-maila ili/i platforme MERLIN.

#### **Očekivane opće kompetencije studenata pri upisu predmeta**

Od studenata se očekuje sistematizirano temeljno znanje stečeno iz područja kolegija Opća i anorganska kemija.

Rad na elektroničkom računalu (pisanje, skiciranje, MS Excel).

Osnove statističke obrade numeričkih podataka te njihovo grafičko prikazivanje.

**Za pristupanje završnom ispitu iz Analitičke kemije potrebno je odslušati kolegij Opća i anorganska kemija.**

---

<sup>1</sup> [http://www.uniri.hr/hr/propisi\\_i\\_dokumenti/eticki\\_kodeks\\_svri.htm](http://www.uniri.hr/hr/propisi_i_dokumenti/eticki_kodeks_svri.htm)

## SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2021./2022. godinu)

Tjedan nastave	Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
1 tjedan	28.02.2022.	P1, P2 (08:00 - 10:00) <b>Predavaona 8</b>			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	01.03.2022.	P3, P4 (08:00 - 10:00) <b>Predavaona Vijećnica</b>			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	03.03.2022.	P5 (09:00 - 10:00) <b>Predavaona Vijećnica</b>	S1 (08:00 - 09:00) <b>Predavaona Vijećnica</b>		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić  izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
2 tjedan	07.03.2022.		S2,S3 (08:00 - 10:00) <b>Predavaona 4</b>		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	10.03.2022.	P6 (09:00 - 10:00) <b>Predavaona Vijećnica</b>		V1 (08:00 - 09:00 I i II grupa) <b>Predavaona Vijećnica</b>	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić  izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	11.03.2022.	P7, P8 (10:00 - 12:00) <b>Predavaona Vijećnica</b>			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
3 tjedan	14.03.2022.	P9 (08:00 - 09:00) <b>Predavaona 8</b>	S4 (09:00 - 10:00) <b>Predavaona 8</b>		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić  izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	15.03.2022.		S5 (08:00 - 09:00)		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić

		P10 (09:00 - 10:00) <b>Predavaona 6</b>	<b>Predavaona 6</b>		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	17.03.2022.	P11,P12 (08:00 - 10:00) <b>Predavaona 2</b>			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
4 tjedan	21.03.2022.	P13 (09:00 - 10:00) <b>Predavaona 8</b>	S6 (10:00 - 11:00) <b>Predavaona 8</b>		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić  izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	22.03.2022.			EXPV2 (08:00 - 12:00 I grupa)  (12:00 - 16:00 II grupa) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.  Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.
	24.03.2022.		S7,S8 (08:00 - 10:00) <b>Predavaona 2</b>		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	25.03.2022.	P14,P15 (11:00 - 13:00) <b>Predavaona Vijećnica</b>			izv.prof.dr.sc.Marin Tota
	28.03.2022.	P16, P17 (08:00 - 10:00) <b>Predavaona 8</b>			izv.prof.dr.sc.Marin Tota
5 tjedan	29.03.2022.			EXPV3 (08:00 - 12:00 I grupa)  (12:00 - 16:00 II grupa) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.  Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.
	31.03.2022.	P16, P17 (08:00 - 10:00) <b>Predavaona Vijećnica</b>			izv.prof.dr.sc.Marin Tota

	<b>01.04.2022.</b>	P18, P19 (11:00- 13:00) <b>Predavaona Vijećnica</b>			izv.prof.dr.sc.Marin Tota
6 tjedan	<b>04.04.2022.</b>		S9, S10 (08:00 - 10:00) <b>Predavaona 4</b>		izv.prof.dr.sc.Marin Tota
	<b>05.04.2022.</b>			EXPV4 (08:00 - 12:00 I grupa)  (12:00 - 16:00 II grupa) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.  Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.
	<b>07.04.2022.</b>		S11 (08:00 - 0900) <b>Predavaona 2</b>	V5 (09:00 - 10:00 ( I i II grupa) <b>Predavaona 2</b>	izv.prof.dr.sc.Marin Tota  izv.prof.dr.sc.Marin Tota
	<b>08.04.2022.</b>	P20, P21 (10:00- 12:00) <b>Predavaona 2</b>			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
7 tjedan	<b>11.04.2022.</b>	P22, P23 (08:00- 10:00) <b>Predavaona 8</b>			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	<b>12.04.2022.</b>			EXPV6 (08:00 - 12:00 I grupa)  (12:00 - 16:00 II grupa) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.  Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.
	<b>13.04.2022.</b>		S12, S13 (13:00 - 15:00) <b>Predavaona Vijećnica</b>		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić

	<b>14.04.2022.</b>	P24 (09:00 - 10:00) <b>Predavaona 8</b>		V8 (08:00 - 09:00 (I i II grupa) <b>Predavaona 8</b>	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić  izv.prof.dr.sc. Marin Tota
	<b>15.04.2022.</b>	P25, P26 (11:00 - 13:00) <b>Predavaona Vijećnica</b>			izv.prof.dr.sc. Marin Tota
8 tjedan	<b>19.04.2022.</b>			EXPV7 (08:00 - 12:00 I grupa)  (12:00 - 16:00 II grupa) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.  Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.
	<b>21.04.2022.</b>	P27, P28 (08:00 - 10:00) <b>Predavaona 8</b>			izv.prof.dr.sc. Marin Tota
	<b>22.04.2022.</b>	P29 (08:00 - 09:00) <b>Predavaona 8</b>	S14 (09:00 - 10:00) <b>Predavaona 8</b>		izv.prof.dr.sc. Marin Tota  izv.prof.dr.sc. Marin Tota
9 tjedan	<b>25.04.2022.</b>		S15 (09:00 - 10:00) <b>Predavaona 4</b>	V11 (10:00 - 11:00 I i II grupa) <b>Predavaona 4</b>	izv.prof.dr.sc. Marin Tota  izv.prof.dr.sc. Marin Tota
	<b>26.04.2022.</b>			EXPV9 (08:00 - 12:00 I grupa)  (12:00 - 16:00 II grupa) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.  Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.
	<b>28.04.2022.</b>	P30, P31 (08:00 - 10:00) <b>Predavaona 8</b>			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić

	29.04.2022.	P32, P33 (08:00 - 10:00) <b>Predavaona 8</b>			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
10 tjedan	02.05.2022.		S16, S17 (08:00 - 10:00) <b>Predavaona 7</b>		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	03.05.2022.			EXPV10 (08:00 - 12:00 I grupa)  (12:00 - 16:00 II grupa) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.  Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.
	05.05.2022.	P34 (09:00 - 10:00) <b>Predavaona 8</b>		V13 (08:00 - 09:00 I i II grupa) <b>Predavaona 8</b>	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić  izv.prof.dr.sc. Marin Tota
	06.05.2022.	P35, P36 (08:00 - 10:00) <b>Predavaona 8</b>			izv.prof.dr.sc. Marin Tota
	09.05.2022.	P37 (08:00 - 09:00) <b>Predavaona Vijećnica</b>	S18 (09:00 - 10:00) <b>Predavaona Vijećnica</b>		izv.prof.dr.sc. Marin Tota  izv.prof.dr.sc. Marin Tota
11 tjedan	10.05.2022.			EXPV12 (08:00 - 12:00 I grupa)  (12:00 - 16:00 II grupa) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.  Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.
	11.05.2022.	<b>I PARCIJALNI TEST (08:00 – 10:00) Predavaona 2</b>			
	12.05.2022.		S19 (08:00 - 09:00) <b>Predavaona 8</b>	V15 (09:00 - 10:00 I i II grupa)	izv.prof.dr.sc. Marin Tota  izv.prof.dr.sc. Marin Tota

				<b>Predavaona 8</b>	
	<b>13.05.2022.</b>	P38, P39 (08:00- 10:00) <b>Predavaona 8</b>			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
12 tjedan	<b>16.05.2022.</b>	P40, P41 (08:00- 10:00) <b>Predavaona 8</b>			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	<b>17.05.2022.</b>			EXPV14 (08:00 - 12:00 I grupa)  (12:00 - 16:00 II grupa) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.  Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.
	<b>19.05.2022.</b>	P42 (08:00- 09:00) <b>Predavaona 8</b>	S20 (09:00 - 10:00) <b>Predavaona 8</b>		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić  izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	<b>20.05.2022.</b>		S21 (08:00 - 09:00) <b>Predavaona 8</b>	V17 (09:00 - 10:00 I i II grupa) <b>Predavaona 8</b>	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić  izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	<b>23.05.2022.</b>	P43, P44 (08:00 - 10:00) <b>Predavaona 8</b>			izv.prof.dr.sc. Marin Tota
13 tjedan	<b>24.05.2022.</b>			EXPV16 (08:00 - 12:00 I grupa)  (12:00 - 16:00 II grupa) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.  Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.
	<b>26.05.2022.</b>	P45, P46 (08:00 - 10:00) <b>Predavaona Vijećnica</b>			izv.prof.dr.sc. Marin Tota
	<b>27.05.2022.</b>		S22, S23 (08:00 - 10:00) <b>Predavaona 8</b>		izv.prof.dr.sc. Marin Tota

14 tjedan	31.05.2022.			EXP V18 (08:00 - 12:00 I grupa)  (12:00 - 16:00 II grupa) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.  Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.
	02.06.2022.	P47 (09:00 - 10:00) <b>Predavaona 8</b>		V19 (08:00 - 09:00 I i II grupa) <b>Predavaona 8</b>	izv.prof.dr.sc. Marin Tota  izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	03.06.2022.	P48, P49 (08:00 - 10:00) <b>Predavaona 8</b>			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
15 tjedan	06.06.2022.	P50 (08:00 - 09:00) <b>Predavaona 8</b>	S24 (09:00 - 10:00) <b>Predavaona 8</b>		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić  izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	07.06.2022.		S25 (08:00 - 09:00) <b>Predavaona 8</b>	V20 (09:00 - 10:00 I i II grupa) <b>Predavaona 8</b>	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić  izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	10.06.2022.	<b>II PARCIJALNI TEST (09:00 – 11:00) Predavaona 2</b>			



**Popis predavanja, seminara i vježbi:**

	<b>PREDAVANJA (tema predavanja)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
P1-P3	Podjela analitičke kemije. Izbor analitičke metode, tijek analitičkog procesa. Uzimanje i priprava uzoraka za analizu. Razgrađivanje i otapanje uzoraka, uklanjanje interferencija.	3	Predavaona 8/vijećnica
P4	Pogreške u kemijskoj analizi i obrada analitičkih podataka.	1	Predavaona vijećnica
P5	Kemijska ravnoteža: Stanje ravnoteže i termodinamička razmatranja. Konstante ravnoteže	1	Predavaona vijećnica
P6-P8	Homogene ravnoteže: Kiselo-bazne ravnoteže. Amfiprotične vrste. Ionski produkt vode i pH vrijednost. Teorije kiselina i baza. Jačina kiselina i baza. Jake kiseline i baze.	3	Predavaona vijećnica
P9-P11	Slabe monoprotanske kiseline i baze. Kiselo-bazni puferi. Poliprotanske (višeprotanske) kiselo-bazne ravnoteže.	3	Predavaona 8/6/2
P12, P13	Hidroliza: Vodene otopine soli kiselina i jakih baza, slabih kiselina i jakih baza, slabih baza i jakih kiselina, slabih baza i slabih kiselina.	2	Predavaona 2/8
P14-P19	Titrimetrijske metode analize. Volumetrijske metode – podjela i definicija. Standardi i standardne otopine. Titracije temeljene na kiselo-baznim reakcijama. Titracije jakih i slabih kiselina i baza. Titracija poliprotanskih slabih kiselina i baza. Titracijske krivulje za amfiprotične tvari. Indikatori kod titracija temeljenih na kiselo-baznim reakcijama. Sastav otopina poliprotičnih kiselina kao funkcija pH - relativni udio ( $\alpha$ ). Računanje s kemijskim ravnotežama, titracijske krivulje.	6	Predavaona vijećnica/8
P20-P23	Homogene ravnoteže: Ravnoteže nastajanja kompleksa. Reakcije nastajanja kompleksa. Mehanizam nastajanja kompleksa. Stupnjevite konstante ravnoteže za komplekse. Ukupna konstanta stabilnosti kompleksa ( $\beta$ ). Konstanta nastajanja kompleksa. Uvjetna konstanta nastajanja kompleksa. Izračun $\alpha$ -vrijednosti za metalne komplekse.	4	Predavaona 2/8
P24-P29	Titracije temeljene na ravnotežama nastajanja kompleksa (Kompleksometrijske titracije). Titracije s aminokarboksilnim kiselinama – EDTA. Izvod titracijske krivulje za reakciju metalnih kationa s otopinom EDTA. Utjecaj pH i konstanti stabilnosti kompleksa na titraciju metalnih kationa. Utjecaj ostalih kompleksirajućih tvari na titraciju metalnih kationa s EDTA. Indikatori kod kompleksometrijskih titracija. Problemi s izborom indikatora i uvjeta titracije određenih metalnih kationa.	6	Predavaona 8/vijećnica
P30-P33	Homogene ravnoteže: Oksidacijsko-redukcijske ravnoteže. Redoks reakcije. Elektrokemijski članci. Elektroodni potencijal. Potencijal i smjer redoks-reakcije. Konstanta ravnoteže redoks reakcije.	4	Predavaona 8

P34-P37	Titracije temeljene na oksidacijsko-redukcijskim ravnotežama (Redoks-titracije). Izvodi titracijskih krivulja za redoks titracije. Redoks indikatori. Tvari za prilagodbu oksidacijskog stanja analita. Uobičajene otopine za redoks titracije.	4	Predavaona 8/vijećnica
P38, P39	Heterogene ravnoteže: Ravnoteža između čvrste, slabo topljive tvari i njenih iona. Ravnoteža analita između otopala koja se ne miješaju (ekstrakcija). Ravnoteža analita između pokretne i nepokretne faze (kromatografija).	2	Predavaona 8
P40-P42	Ravnoteža između čvrste, slabo topljive tvari i njenih iona. Konstanta produkta topljivosti i topljivost. Utjecaj ionske jakosti, zajedničkog iona, paralelne reakcije, temperature, otopala i veličine čestica na topljivost taloga.	3	Predavaona 8
P43-P46	Titracije temeljene na reakciji nastajanja slabo topljivog taloga (Taložne titracije). Vrste taložnih titracija. Metoda po Mohr-u, Vollhard-u i Fajans-u. Titracijske krivulje za taložne titracije. Indikatori kod taložnih titracija.	4	Predavaona 8/vijećnica
P47-P50	Gravimetrijske metode analize. Svojstva taloga i taložnih reagenasa. Veličina čestica i filtrabilnost taloga. Mehanizam nastajanja taloga. Koloidni i kristalinični talozi. Sutaloženje.	4	Predavaona 8
<b>Ukupan broj sati predavanja</b>		<b>50</b>	

	<b>SEMINARI (tema seminara)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
S1	Pogreške u kemijskoj analizi i obrada rezultata eksperimentalnih mjerenja.	1	Predavaona vijećnica
S2,S3	Kemijska stehiometrija: izražavanje množine tvari, koncentracije, priprava otopina, stehiometrijsko računanje.	2	Predavaona 4
S4-S8	Računanje pH kiselina i baza. Računanje pH i kapaciteta pufera. Hidroliza.	5	Predavaona 8/6/2
S9-S11	Računanje pH otopina prilikom titracija jakih i slabih kiselina/baza različitih koncentracija, procjena oštine završne točke titracije, konstruiranje titracijske krivulje.	3	Predavaona 4/2
S12, S13	Računanje konstante nastajanja i nestajanja (stabilnosti kompleksa), udjela vrsta.	2	Predavaona vijećnica
S14, S15	Izračuni kod kompleksometrijskih titracija, konstruiranje titracijske krivulje.	2	Predavaona 8/4
S16,S17	Računanje elektrodnog potencijala, konstante redoks-reakcije.	2	Predavaona 7
S18,S19	Izračuni kod redoks titracija, konstruiranje titracijske krivulje.	2	Predavaona vijećnica/8
S20,S21	Računanje topljivosti taloga u vodi. Računanje topljivosti taloga uz utjecaj različitih čimbenika (ionska jakost, dodatak zajedničkog iona, paralelne reakcije, temperatura).	2	Predavaona 8

S22,S23	Izračuni kod taložnih titracija, konstruiranje titracijske krivulje.	2	Predavaona 8
S24,S25	Računanja u gravimetrijskoj analizi.	2	Predavaona 8
	<b>Ukupan broj sati seminara</b>	<b>25</b>	

	<b>VJEŽBE (tema vježbe)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
V1	Kemijska stehiometrija: izražavanje množine tvari, koncentracije, priprava otopina, stehiometrijsko računanje.	1	Predavaona vijećnica
EXPV2	Sustavno dokazivanje pojedinačnih anorganskih kationa.	5	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju
EXPV3	Sustavno dokazivanje pojedinačnih aniona.	5	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju
EXPV4	Odjeljivanje i dokazivanje kationa i aniona u smjesama I.	5	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju
V5	Računanje pH otopina prilikom titracija jakih i slabih kiselina/baza različitih koncentracija, procjena oštine završne točke titracije, konstruiranje titracijske krivulje.	1	Predavaona 2
EXPV6	Odjeljivanje i dokazivanje kationa i aniona u smjesama II.	5	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju
EXPV7	Priprema i standardizacija otopina.	5	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju
V8	Računanje konstante nastajanja i nestajanja (stabilnosti kompleksa), udjela vrsta.	1	Predavaona 8
EXPV9	Neutralimetrijska titracija.	3	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju
EXPV10	Kompleksometrijska titracija.	3	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju
V11	Izračuni kod kompleksometrijskih titracija, konstruiranje titracijske krivulje.	1	Predavaona 4
EXPV12	Redoks titracije: manganometrija, jodometrija.	3	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju
V13	Računanje elektrodnog potencijala, konstante redoks-reakcije.	1	Predavaona 8
EXPV14	Taložna titracija.	3	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju
V15	Izračuni kod redoks titracija, konstruiranje titracijske krivulje.	1	Predavaona 8
EXPV16	Gravimetrijska analiza.	4	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju
V17	Računanje topljivosti taloga u vodi. Računanje topljivosti taloga uz utjecaj različitih čimbenika (ionska jakost, dodatak zajedničkog iona, paralelne reakcije, temperatura).	1	Predavaona 8
EXPV18	Završna vježba	5	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju
V19	Izračuni kod taložnih titracija, konstruiranje titracijske krivulje.	1	Predavaona 8

V20	Računanja u gravimetrijskoj analizi.	1	Predavaona
	<b>Ukupan broj sati vježbi</b>	<b>55</b>	

<b>POPRAVCI PARCIJALNIH TESTOVA</b>	
1.	13.06.2022.
2.	20.06.2022.

<b>ISPITNI TERMINI (završni ispit)</b>	
1.	13.06.2022.
2.	27.06.2022.
3.	11.07.2022.
4.	07.09.2022.
5.	19.09.2022.