[Medicinski fakultet u Rijeci]

Curriculum
2023/2024

[Za kolegij]

Analitička kemija

Study program:	**Sanitarno inženjerstvo (R)** [Sveučilišni prijediplomski studij]
Department:	**[Katedra za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju]**
Course coordinator:	**prof. dr. sc. Broznić Dalibor, dipl. sanit. ing.**
Year of study:	**1**
ECTS:	**11**
Incentive ECTS:	**0 (0.00%)**
Foreign language:	**No**

Course information:

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 predmeta je sljedeći:

Predavanja:

Podjela analitičke kemije. Izbor analitičke metode, tijek analitičkog procesa. Uzimanje i priprava 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 (α). 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 (β). Izračun α-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. Sutaloženje.

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 oštrine 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. Neutralimetrijska titracija. Kompleksometrijska titracija. Redoks titracije: manganometrija, jodometrija. Taložna titracija. Gravimetrijska analiza.

ISHODI UČENJA ZA PREDMET:

I. KOGNITIVNA DOMENA – ZNANJE

1. Razlikovati, opisati i raspraviti načine uzimanja uzoraka za analizu te osnovna načela pri provedbi kvalitativnog ili kvantitativnog analitičkog postupka.
2. Opisati i raspraviti 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. Opisati i raspraviti opća načela kiselo-baznih ravnoteža, klasificirati kiseline i baze, izračunati pH vodenih otopina kiselina, baza, pufera i soli.
5. Opisati, objasniti i raspraviti opća načela ravnoteže reakcija u kojima nastaju kompleksni spojevi te objasniti mehanizme nastajanja ovih spojeva, njihovoj stabilnosti i nestabilnosti, kelatnom efektu i udjelima vrsta koje nastaju uslijed ovih reakcija.
6. Opisati, objasniti i primijeniti opća načela oksidacijsko-redukcijskih ravnoteža te objasniti utjecaj koncentracije i pH na elektrodni potencijal te smjeru redoks-reakcije.
7. Opisati, objasniti i raspraviti opća načela ravnoteže između čvrste, slabo topljive tvari i njenih iona te objasniti mehanizme nastajanja taloga, otapanje i čimbenike koji utječu na veličinu čestica taloga te na proces otapanja.
8. Opisati, objasniti i raspraviti opća načela gravimetrijske analize te provesti postupke analize i interpretirati rezultate.
9. Opisati, objasniti i raspraviti opća načela volumetrijske analize te provesti postupke same analize, odabrati standardne otopine, indikatore, interpretirati rezultate te konstruirati titracijske krivulje.
10. Proračunati i ustanoviti točnost i preciznost dobivenih eksperimentalnih podataka a na osnovu utjecaja pogrešaka koje se mogu javiti uslijed kemijske analize.

II.PSIHOMOTORIČKA DOMENA – 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.

Izvođenje 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.

Studentu je obveza pripremiti gradivo o kojem se raspravlja

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.

List of assigned reading:

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

List of optional reading:

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.

Curriculum:

Student obligations:

Studentu je obveza pripremiti gradivo o kojem se raspravlja.

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.

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.

Exam (exam taking, description of the written/oral/practical part of the exam, point distribution, grading criteria):

ECTS bodovni sustav ocjenjivanja:

Ocjenjivanje studenata provodi se prema važećem **Pravilniku o studijima Sveučilišta u Rijeci**, te prema **Pravilniku o ocjenjivanju studenata na Medicinskom fakultetu u Rijeci** (usvojenog na Fakultetskom vijeću Medicinskog fakulteta u Rijeci).

Rad studenata vrednovat će se i ocjenjivati tijekom izvođenja nastave preko vrednovanja eksperimentalnih vježbi, parcijalnih testova, te na završnom ispitu. Od ukupno **100 bodova**, tijekom nastave student može ostvariti **60 bodova**, a na završnom ispitu **40 bodova.**

Za SVAKU aktivnost za vrijeme nastave student mora ostvariti minimalno 50% uspješnosti.

I. Tijekom nastave vrednuje se (maksimalno 60 bodova):

Studenti koji 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.

Struktura ocjene kolegija Analitička kemija u akademskoj godini 2022./2023. prikazana je u **Tablici 1**.

Tablica 1.

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

Parcijalni testovi:

ostvarena
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
95-100	20

II. Završni ispit (40 bodova)

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.

Tko može pristupiti završnom ispitu:

Konačna ocjena je zbroj bodova ostvarenih tijekom nastave i bodova ostvarenih na završnom ispitu.

Studenti koji su tijekom nastave ostvarili:

- **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.

Tko ne može pristupiti završnom ispitu:

Studenti koji su tijekom nastave ostvarili 0 do 29,9 bodova ili koji imaju 30% i više izostanaka s nastave. Takav student je **neuspješan (1) F** i ne može izaći na završni ispit, tj. mora predmet ponovno upisati naredne akademske godine.

III. Konačna ocjena je zbroj ECTS ocjene ostvarene tijekom nastave i na završnom ispitu:

Konačna ocjena	
A (90-100%)	izvrstan (5)
B (75-89,9%)	vrlo-dobar (4)
C (60-74,9%)	dobar (3)
D (50-59,9%)	dovoljan (2)
F (studenti koji su tijekom nastave ostvarili manje od 29,9 bodova ili nisu položili završni ispit)	nedovoljan (1)

Termini održavanja testova tijekom nastave:

07.05.2025. 1. Parcijalni test

12.06.2025. 2. Parcijalni test

Other notes (related to the course) important for students:

Pohađanje nastave

Predavanja će biti održavana na Medicinskom fakultetu u Rijeci, a eksperimentalne 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 odvraćaju 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.

Kašnjenjenje 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.

Akademska 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 [1] 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.

---

[1] http://www.uniri.hr/hr/propisi_i_dokumenti/eticki_kodeks_svri.htm

COURSE HOURS 2023/2024

Analitička kemija

List of lectures, seminars and practicals:

EXAM DATES (final exam):
