Faculty of Medicine in Rijeka

Curriculum
2026/2027

For course

Instrumentalne metode

Study program:	**Sanitarno inženjerstvo (R)** University graduate study
Department:	**Department of Medical Chemistry, Biochemistry and Clinical Chemistry**
Course coordinator:	**prof. dr. sc. Broznić Dalibor, dipl. sanit. ing.**
Year of study:	**1**
ECTS:	**5**
Incentive ECTS:	**0 (0.00%)**
Foreign language:	**No**

Course information:

Instrumentalne metode obvezni je kolegij na prvoj godini (zimski semestar) Diplomskog sveučilišnog studija Sanitarno inženjerstvo. Kolegij obuhvaća 20 sati predavanja, 15 sati seminara i 30 sati vježbi, odnosno ukupno 65 sati nastave (5 ECTS bodova).

Nastava se izvodi u prostorijama Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci (predavaonice i praktikumi Zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju), Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije te Laboratorija za istraživanje makromolekula (NANORI) Sveučilišta u Rijeci.

Ciljevi kolegija

Cilj je kolegija upoznati studente s načelima i primjenom suvremenih instrumentalnih metoda kemijske i strukturne analize. Studenti će usvojiti teorijske osnove pojedinih analitičkih tehnika, upoznati građu i princip rada odgovarajućih instrumenata te razumjeti mogućnosti njihove primjene.

Poseban naglasak stavlja se na odabir odgovarajuće instrumentalne metode s obzirom na vrstu analita i svojstva uzorka, pripremu uzorka, kalibracijske postupke, validaciju metode te procjenu kvalitete dobivenih rezultata. Studenti će upoznati prednosti i ograničenja pojedinih metoda s obzirom na osjetljivost, selektivnost, preciznost, točnost i druge analitičke značajke.

Sadržaj kolegija

UVOD U KOLEGIJ. Suvremene metode izolacije i pripreme analita iz različitih matrica. Pregled metoda identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih analita i onečišćivala. Kalibracijski postupci. Validacija analitičkih metoda. Usporedba metoda i kriteriji za odabir odgovarajuće analitičke metode.

SPEKTROSKOPSKE I SPEKTROMETRIJSKE METODE ANALIZE. Uvod u spektroskopske metode. Ultraljubičasta i vidljiva spektroskopija (UV/VIS). Infracrvena i Fourier-transformirana infracrvena spektroskopija (IR, FTIR). Fluorescencijska i fosforescencijska spektroskopija (FLS, FOS). Atomska apsorpcijska spektrometrija (AAS). Atomska emisijska spektrometrija (AES). Spektrometrija masa (MS). Nuklearna magnetska rezonancija (NMR).

KROMATOGRAFSKE METODE ANALIZE. Tankoslojna kromatografija (TC). Plinska kromatografija (GC). Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti (HPLC). Ionska kromatografija (IC).

VEZANI SUSTAVI ANALIZE. Induktivno spregnuta plazma – atomska emisijska spektrometrija (ICP-AES). Induktivno spregnuta plazma – spektrometrija masa (ICP-MS). Plinska kromatografija – spektrometrija masa (GC-MS). Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti – spektrometrija masa (HPLC-MS).

OSTALE METODE. Termoanalitičke metode (TG, DSC). Elektroforeza. Izoelektrično fokusiranje.

Izvođenje nastave:

Kolegij se izvodi kroz predavanja, seminare i eksperimentalne vježbe. Svi oblici nastave sadržajno su usklađeni s definiranim ishodima učenja. Predavanja su usmjerena na usvajanje teorijskih osnova instrumentalnih metoda analize, dok se na seminarima obrađuju računski zadaci, interpretiraju rezultati mjerenja i razmatraju primjeri primjene pojedinih analitičkih metoda. Eksperimentalne vježbe omogućuju studentima upoznavanje s praktičnom primjenom instrumentalnih metoda, radom na dostupnoj analitičkoj opremi te obradom i interpretacijom dobivenih rezultata.

Eksperimentalne vježbe izvode se u praktikumima Zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, laboratorijima Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije te Laboratoriju za istraživanje makromolekula (NANORI) Sveučilišta u Rijeci.

Svi oblici nastave izvode se uz aktivno sudjelovanje i interakciju sa studentima.

[Ishodi učenja]:

I. KOGNITIVNA DOMENA – ZNANJE

Nakon položenog kolegija student će moći:

1. Opisati i objasniti osnovna načela spektroskopskih i spektrometrijskih analitičkih tehnika (UV/VIS, IR, AAS, AES, NMR, FLS, FOS, MS) te građu i princip rada pripadajuće instrumentacije.
2. Primijeniti načela spektroskopskih i spektrometrijskih metoda pri odabiru odgovarajuće metode za identifikaciju i kvantitativno određivanje analita u uzorku.
3. Interpretirati spektroskopske podatke u svrhu određivanja i potvrde strukture organskih molekula.
4. Opisati i objasniti osnovna načela kromatografskih analitičkih tehnika (TC, HPLC, GC, IC) te građu i princip rada pripadajuće instrumentacije.
5. Odabrati odgovarajuću kromatografsku metodu za razdvajanje komponenata smjese te primijeniti podatke dobivene kromatografskim metodama za identifikaciju i kvantitativno određivanje analita.
6. Opisati i objasniti osnovna načela elektroforetskih metoda (elektroforeza i izoelektrično fokusiranje) i termoanalitičkih metoda (TG i DSC) te građu i princip rada pripadajuće instrumentacije.
7. Objasniti mogućnosti primjene elektroforetskih i termoanalitičkih metoda te odabrati odgovarajuću metodu s obzirom na svojstva analiziranog uzorka.

II. PSIHOMOTORIČKA DOMENA – VJEŠTINE

Nakon položenog kolegija student će moći:

1. Samostalno, prema zadanim uputama, provesti jednostavniju spektrofotometrijsku, kromatografsku ili elektroforetsku analizu uzorka.
2. Procijeniti točnost i preciznost dobivenih eksperimentalnih podataka te prepoznati moguće izvore pogrešaka tijekom provedbe kemijske analize.
3. Izračunati i prikazati rezultate kvantitativne kemijske analize te primijeniti stečena teorijska znanja u njihovoj interpretaciji.

List of assigned reading:

1. **Skoog, D. A., Holler, F. J., Crouch, S. R.** *Principles of Instrumental Analysis*. 7th ed. Cengage Learning, 2018. Skoog D. A., Holler F. J., Crouch S. R. *Principles of Instrumental Analysis*. 7th ed. Cengage Learning, 2018.
2. Rouessac F., Rouessac A. *Chemical Analysis: Modern Instrumentation Methods and Techniques*. 3rd ed. John Wiley & Sons, 2022.
3. Skoog D. A., West D. M., Holler F. J. *Osnove analitičke kemije*. Školska knjiga, Zagreb, 1999.

List of optional reading:

1. Dunnivant F. M., Ginsbach J. W. *Essential Methods of Instrumental Analysis*. John Wiley & Sons, 2024.Dunnivant F. M., Ginsbach J. W. *Essential Methods of Instrumental Analysis*. John Wiley & Sons, 2024.
2. Štraus B., Stavljenić-Rukavina A., Plavšić F. *Analitičke tehnike u kliničkom laboratoriju*. Medicinska naklada, Zagreb, 1997.

Method of examination.:

Način polaganja ispita

Završni ispit polaže se u pisanom i usmenom obliku. Pisani dio ispita obuhvaća gradivo definirano sadržajem i ishodima učenja kolegija. Nakon uspješno položenog pisanog dijela student pristupa usmenom dijelu završnog ispita.

Na usmenom dijelu ispita provjerava se razumijevanje teorijskih osnova instrumentalnih metoda, poznavanje principa rada analitičke instrumentacije te sposobnost povezivanja i primjene stečenih znanja i interpretacije rezultata.

Za uspješno polaganje završnog ispita student mora zasebno položiti pisani i usmeni dio ispita.

Detailed overview of grading within the European Credit Transfer System:

Detaljan prikaz ocjenjivanja, raspodjela ocjenskih bodova tijekom nastave i na završnom ispitu te kriteriji za određivanje konačne ocjene prema ECTS bodovnom sustavu navedeni su u dijelu „ECTS bodovni sustav ocjenjivanja“.

Curriculum:

Lectures list (with titles and explanation):

P1 Metode izolacije analita iz matrice. Pregled metoda identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih zagađivala iz okoliša. Validacija metode. Usporedba metoda. Izbor odgovarajuće metode.

- nabrojati i objasniti različite metode izolacije analita iz matrice
- nabrojati i objasniti vrste centrifugalnih separacija, navesti karakteristike tipova rotora, materijala te medija koji se koriste kod centrifugalnih separacija
- navesti i objasniti različite metode instrumentalne analize
- objasniti razliku između relativnih i apsolutinih metoda te navesti osnovna načela pri odabiru analitičke metode
- navesti i okarakterizirati metode identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih zagađivala iz okoliša
- objasniti pojam validacija metode, objasniti kada i na koji način se provodi validacija metode
- objasniti točnost, preciznost, osjetljivost i selektivnost metode
- definirati pojam kalibracija i objasniti vrste kalibracijskih postupaka

P2 Metode izolacije analita iz matrice. Pregled metoda identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih zagađivala iz okoliša. Validacija metode. Usporedba metoda. Izbor odgovarajuće metode (II).

- nabrojati i objasniti različite metode izolacije analita iz matrice
- nabrojati i objasniti vrste centrifugalnih separacija, navesti karakteristike tipova rotora, materijala te medija koji se koriste kod centrifugalnih separacija
- navesti i objasniti različite metode instrumentalne analize
- objasniti razliku između relativnih i apsolutinih metoda te navesti osnovna načela pri odabiru analitičke metode
- navesti i okarakterizirati metode identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih zagađivala iz okoliša
- objasniti pojam validacija metode, objasniti kada i na koji način se provodi validacija metode
- objasniti točnost, preciznost, osjetljivost i selektivnost metode
- definirati pojam kalibracija i objasniti vrste kalibracijskih postupaka

P3 SPEKTROSKOPSKE METODE ANALIZE. Uvod u spektroskopske metode.

- navesti pregled glavnih analitičkih metoda s obzirom na analitički signal
- definirati i objasniti spektrometrijske metode s obzirom na posljedicu interakcije uzorka s elektromagnetskim zračenjem: apsorpcija, inducirana apsorpcija, emisija, omjer mase i naboja.

P4 Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) spektroskopija. - 1. DIO

- objasniti pojmove vezane uz interakciju tvari sa zračenjem (elektromagnetski val, električno polje, magnetsko polje, foton, energija fotona, elektromagnetski spektar, apsorpcija, transnisija)
- definirati i objasniti Beer-Lambertov zakon
- objasniti međudjelovanje UV/VIS zračenja i molekule
- definirati i objasniti pojmove kromofori i auksokromi, batokromni i hipsokromni pomak
- navesti i objasniti izborna pravila koja predviđaju vjerojatnost prijelaza elektrona pri apsorpciji UV/VIS zračenja
- navesti i objasniti primjenu UV/VIS spektrometrije
- navesti i objasniti sastavne dijelove UV/VIS spektrofotometra, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja UV/VIS metode

P5 Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) spektroskopija. - 2. DIO

- objasniti pojmove vezane uz interakciju tvari sa zračenjem (elektromagnetski val, električno polje, magnetsko polje, foton, energija fotona, elektromagnetski spektar, apsorpcija, transnisija)
- definirati i objasniti Beer-Lambertov zakon
- objasniti međudjelovanje UV/VIS zračenja i molekule
- definirati i objasniti pojmove kromofori i auksokromi, batokromni i hipsokromni pomak
- navesti i objasniti izborna pravila koja predviđaju vjerojatnost prijelaza elektrona pri apsorpciji UV/VIS zračenja
- navesti i objasniti primjenu UV/VIS spektrometrije
- navesti i objasniti sastavne dijelove UV/VIS spektrofotometra, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja UV/VIS metode

P6 Infracrvena (IR, FTIR) spektroskopija. Priprema uzoraka za spektrofotometriju.

- objasniti međudjelovanje IR zračenja i molekule
- objasniti pojmove rotacijska i vibracijska energija
- objasniti uvjet IR-aktivnosti
- navesti i objasniti primjenu IR spektrometrije
- navesti i objasniti sastavne dijelove apsorpcijskog i interferencijskog spektrofotometra, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja IR metode

P7 Fluorescencija, fosforescencija

- definirati i objasniti fluorescenciju i fosforescenciju
- prikazati fluorescenciju i fosforescenciju pomoću Jablonskog dijagrama
- objasniti Stokesov pomak
- navesti i objasniti sastavne dijelove spektrofluorimetara, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja spektrofluorimetrijskih metoda
- definirati i objasniti bioluminiscenciju
- navesti i objasniti načine izvedbe bioluminiscentnih testova
- definirati, navesti i objasniti biotestove za ispitivanje otrovnosti otpadnih voda

P8 Atomska apsorpcijska spektroskopija (AAS).

- objasniti vrste i načine nastanka atomskih spektara
- objasniti razliku između apsorpcijske i emisijske spektrometrije
- objasniti načine postizanja visokih temperatura kod AAS
- navesti i objasniti primjenu AAS spektrometrije
- objasniti elektrotermičku atomizaciju (princip rada grafitne kivete)
- navesti i objasniti sastavne dijelove AAS spektrometra, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja AAS metode

P9 Atomska emisijska spektroskopija (AES).

- navesti i objasniti primjenu AES
- objasniti načine postizanja visokih temperatura kod AES
- objasniti procese koji se odvijaju pri unošenju otopina soli metala u plamen AES spektrometra
- navesti i objasniti sastavne dijelove AES spektrometra, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja AES metode

P10, P11 Nuklearna magnetska rezonancija (NMR).

- objasniti magnetske osobine jezgre atoma
- objasniti međudjelovanje magnetskog polja jezgre atoma i vanjskog magnetskog polja
- objasniti pojmove nuklearna rezonancija, nuklearna relaksacija, kemijski pomak
- navesti i objasniti sastavne dijelove NMR spektrometra, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja NMR spektroskopije kao metode
- navesti i objasniti primjenu NMR spektroskopije

P12 Spektrometrija masa (MS).

- navesti i objasniti primjenu MS
- navesti i objasniti tehnike ionizacije kod MS
- navesti i objasniti analizatore mase kod MS
- navesti i objasniti sastavne dijelove MS, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja MS kao metode

P13, P14 KROMATOGRAFSKE METODE ANALIZE. Tankoslojna kromatografija (TC).

- definirati pojam kromatografija, navesti i objasniti sastavne dijelove kromatografskog sustava
- navesti i objasniti podjelu kromatografskih separacija
- navesti i objasniti faze kromatografske analize
- navesti i objasniti primjenu TC
- navesti i objasniti sastavne dijelove sustava za TC, objasniti princip odjeljivanja komponenti kod TC, objasniti načine razvijanja ploče kod TC, objasniti načine detekcije i kvantifikacije kod TC
- navesti prednosti i ograničenja TC kao metode
- navesti i objasniti osnovne pojmove vezane uz kolonsku kromatografiju
- objasniti raspodjelu analita između faza, definirati i objasniti koeficijent raspodjele
- definirati i objasniti vrijeme zadržavanja, mrtvo vrijeme, faktor zadržavanja

definirati i objasniti djelotvornost kromatografske kolone i razlučivanje kolone

P15 Plinska kromatografija (GC).

- navesti karakteristike GC kao instrumentalne metode (fizikalno stanje pokretne faze i nepokretne faze, tehnika izvođenja, vrste spojeva koje se analiziraju ovom tehnikom)
- navesti i objasniti primjenu GC
- navesti i objasniti vrste plinske kromatografije ovisno o prirodi nepokretne faze
- objasniti o čemu ovisi brzina prolaska komponente kroz kolonu kod GC
- navesti i objasniti faze plinsko-kromatografske analize

P16 Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti (HPLC).

- navesti karakteristike HPLC kao instrumentalne metode (fizikalno stanje pokretne faze i nepokretne faze, tehnika izvođenja, vrste spojeva koje se analiziraju ovom tehnikom)
- navesti i objasniti primjenu HPLC
- objasniti razliku između normalne i reverzne faze kod HPLC
- objasniti pojmove izokratna i gradijentna elucija
- navesti i objasniti sastavne dijelove HPLC, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja tekućinske kromatografije kao metode
- navesti i objasniti parametre koji karakteriziraju komponente prikazane na kromatogramu (vrijeme zadržavanja, korigirano vrijeme zadržavanja, volumen zadržavanja, korigirani volumen zadržavanja, izdvojenost i razdvojenost komponente)

P17 VEZANI SUSTAVI ANALIZE. Induktivno spregnuta plazma - atomska emisijska spektroskopija (ICP-AES), Induktivno spregnuta plazma - spektrometrija masa (ICP-MS), Plinska kromatografija – spektrometrija masa (GC-MS), Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti – spektrometrija masa (HPLC-MS).

- nabrojati i objasniti prednosti analize vezanim sustavima
- navesti i objasniti temeljne zahtjeve povezivanja instrumentalnih tehnika
- navesti i objasniti primjenu ICP-AES
- navesti i objasniti osobine plazme
- objasniti načine pripreme uzoraka za analizu ICP-AES-om
- navesti i objasniti sastavne dijelove ICP-AES, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja ICP-AES kao metode
- navesti i objasniti primjenu ICP-MS
- navesti i objasniti sastavne dijelove ICP-MS, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja ICP-MS kao metode
- navesti i objasniti primjenu GC-MS
- navesti i objasniti sastavne dijelove GC-MS, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja GC-MS kao metode
- navesti i objasniti primjenu HPLC-MS
- navesti i objasniti sastavne dijelove HPLC-MS, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja HPLC-MS kao metode

P18 Ionska kromatografija (IC).

- navesti karakteristike IC kao instrumentalne metode (fizikalno stanje pokretne faze i nepokretne faze, tehnika izvođenja, vrste spojeva koje se analiziraju ovom tehnikom)
- navesti i objasniti primjenu IC
- objasniti mehanizam odjeljivanja sastojaka uzoraka kod IC
- nabrojati i objasniti osnovne dijelove ionskog izmjenjivača
- objasniti ulogu supresora kod IC
- navesti objasniti ulogu eluensa za detekciju vodljivosti s kemijskom i elektronskom supresijom
- navesti i objasniti sastavne dijelove IC, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja ionske kromatografije kao metode
- navesti i objasniti parametre koji karakteriziraju komponente prikazane na kromatogramu (vrijeme zadržavanja, korigirano vrijeme zadržavanja, volumen zadržavanja, korigirani volumen zadržavanja, izdvojenost i razdvojenost komponente)

P19 Elektroforeza. Izoelektrično fokusiranje.

- definirati elektroforezu i objasniti mehanizam razdvajanja komponenti kod elektroforeze
- navesti i objasniti primjenu elektroforeze
- nabrojati i objasniti vrste elektroforetskih separacija
- navesti vrste i ulogu gelova koji se koriste kod gel-elektroforeze
- objasniti ulogu detergenata kod SDS-PAGE elektroforeze
- objasniti izoelektrično fokusiranje
- objasniti načine vizualizacije nastalih zona po završetku elektroforeze
- navesti i objasniti sastavne dijelove sustava za elektroforezu, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja elektroforeze kao metode

P20 Termoanalitičke metode (DSC).

- definirati i termoanalitičke metode, navesti podjelu i osobine pojedinih termoanalitičkih metoda
- navesti vrste i karakteristike komercijalno dostupnih DSC uređaja
- navesti i objasniti sastavne dijelove DSC, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja DSC kao metode
- objasniti DSC termogram

Seminar practicals list (with titles and explanation):

SV1 Uvod u vježbe. Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) spektroskopija

- objasniti pojmove vezane uz interakciju tvari sa zračenjem (elektromagnetski val, električno polje, magnetsko polje, foton, energija fotona, elektromagnetski spektar, apsorpcija, transnisija)
- definirati i objasniti Beer-Lambertov zakon
- objasniti međudjelovanje UV/VIS zračenja i molekule
- definirati i objasniti pojmove kromofori i auksokromi, batokromni i hipsokromni pomak
- navesti i objasniti izborna pravila koja predviđaju vjerojatnost prijelaza elektrona pri apsorpciji UV/VIS zračenja
- navesti i objasniti primjenu UV/VIS spektrometrije
- navesti i objasniti sastavne dijelove UV/VIS spektrofotometra, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja UV/VIS metode

SV2 Infracrvena (IR, FTIR) spektroskopija. Priprema uzoraka za spektrofotometriju

- objasniti međudjelovanje IR zračenja i molekule
- objasniti pojmove rotacijska i vibracijska energija
- objasniti uvjet IR-aktivnosti
- navesti i objasniti primjenu IR spektrometrije
- navesti i objasniti sastavne dijelove apsorpcijskog i interferencijskog spektrofotometra, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja IR metode

SV3 Fluorescencija, fosforescencija

- definirati i objasniti fluorescenciju i fosforescenciju
- prikazati fluorescenciju i fosforescenciju pomoću Jablonskog dijagrama
- objasniti Stokesov pomak
- navesti i objasniti sastavne dijelove spektrofluorimetara, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja spektrofluorimetrijskih metoda
- definirati i objasniti bioluminiscenciju
- navesti i objasniti načine izvedbe bioluminiscentnih testova
- definirati, navesti i objasniti biotestove za ispitivanje otrovnosti otpadnih voda

SV4 Plinska kromatografija (GC) - 1. DIO

- navesti i objasniti sastavne dijelove GC, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja plinske kromatografije kao metode
- navesti i objasniti parametre koji karakteriziraju komponente prikazane na kromatogramu (vrijeme zadržavanja, korigirano vrijeme zadržavanja, volumen zadržavanja, korigirani volumen zadržavanja)

SV5 Plinska kromatografija (GC) - 2. DIO

- navesti i objasniti sastavne dijelove GC, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja plinske kromatografije kao metode
- navesti i objasniti parametre koji karakteriziraju komponente prikazane na kromatogramu (vrijeme zadržavanja, korigirano vrijeme zadržavanja, volumen zadržavanja, korigirani volumen zadržavanja)

Practicals list (with titles and explanation):

V1 Spektrofotometrija u vidljivom području. Metoda baždarnog pravca

- samostalno pripremiti otopine za ekstrakciju analita iz složene matrice
- samostalno izvesti postupak ekstrakcije analita iz složene matrice
- objasniti osnovni princip rada UV/VIS spektrofotometra
- navesti sastavne dijelove UV/VIS spektrofotmetra
- samostalno kvantitativno određivanje analita na UV/VIS spektrofotometru
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

V2 Infracrvena spektroskopija (IR)

- objasniti osnovni princip rada IR spektrometra
- navesti sastavne dijelove IR spektrometra
- kvantitativno određivanje analita na IR spektrometru (demonstracijski)
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

V3 Atomska apsorpcijska spektroskopija (AAS). Atomska emisijska spektroskopija (AES).

- objasniti osnovni princip rada AAS i AES spektrometra
- navesti sastavne dijelove AAS i AES spektrometra
- kvantitativno određivanje analita na AAS spektrometru (demonstracijski)
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

V4 Tankoslojna kromatografija s denzitometrijom

- navesti i objasniti sastavne dijelove sustava za TC
- objasniti princip odjeljivanja komponenti kod TC
- izolacija analita dvodimenzionalnom TC (demonstracijski)
- kvantitativno određivanje analita pomoću denzitometra (demonstracijski)
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

V5 Plinska kromatografija (GC)

- objasniti osnovni princip rada GC
- navesti sastavne dijelove GC
- samostalno kvantitativno određivanje analita na GC
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

V6 Tekućinska kromatografija (HPLC)

- objasniti osnovni princip rada HPLC
- navesti sastavne dijelove HPLC
- samostalno kvantitativno određivanje analita na HPLC
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

V7 Ionska kromatografija (IC). Kombinirane metode (GC-MS, LC-MS)

- objasniti osnovni princip rada IC, te kombiniranih metoda GC-MS, LC-MS
- navesti sastavne dijelove IC, GC-MS, LC-MS
- kvantitativno određivanje analita na IC i LC-MS (demonstracijski)
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

V8 Elektroforeza proteina. Priprema uzorka. Priprema gelova za elektroforezu

- navesti i objasniti sastavne dijelove sustava za elektroforezu
- objasniti princip odjeljivanja komponenti kod elektroforeze
- razdvajanje proteina SDS-PAGE elektroforezom (demonstracijski)
- nanošenje standarda i uzoraka (demonstracijski)
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

V9 Razlikovna pretražna kalorimetrija (DSC)

- navesti i objasniti sastavne dijelove DSC kalorimetra
- objasniti princip rada DSC kalorimetra
- analiza polietilena i prirodne gume (demonstracijski)
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

Seminars list (with titles and explanation):

S1,S2 Pogreške u kemijskoj analizi i obrada eksperimentalnih mjerenja. Umjerni postupci (metoda vanjskog standarda, metoda unutarnjeg standarda).

- 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
- izraditi baždarni pravac standardnih otopina te izračunati nepoznate koncentracije analita uz uporabu Excela

S3 UV/VIS spektrofotometrija, elektormagnetski spektar, preračunavanje frekvencije u valnu duljinu elektromagnetskog zračenja, računanje energije elektromagnetskog zračenja, analiza UV spektara-učinak konjugacije. - 1. - DIO

- objasniti područje elektromagnetskog spektra
- izračunati frekvenciju, valnu duljinu i energiju elektromagnetskog vala
- interpretirati UV/VIS spektre

S4 UV/VIS spektrofotometrija, elektormagnetski spektar, preračunavanje frekvencije u valnu duljinu elektromagnetskog zračenja, računanje energije elektromagnetskog zračenja, analiza UV spektara-učinak konjugacije. - 2. DIO

- objasniti područje elektromagnetskog spektra
- izračunati frekvenciju, valnu duljinu i energiju elektromagnetskog vala interpretirati UV/VIS spektre

S5 IR spektrofotometrija organskih molekula. - 1. DIO

- interpretirati IR spektre različitih organskih spojeva

S6 IR spektrofotometrija organskih molekula - 2. DIO

- interpretirati IR spektre različitih organskih spojeva

S7 NMR, određivanje broja spektralnih linija NMR-signala, Analiza NMR spektara. - 1. DIO

- objasniti kemijski pomak.
- interpretirati ^{1}H i ^{13}C NMR spektre organskih spojeva

S8 NMR, određivanje broja spektralnih linija NMR-signala, Analiza NMR spektara. - 2. DIO

- objasniti kemijski pomak.
- interpretirati ^{1}H i ^{13}C NMR spektre organskih spojeva

S9 Masena spektrometrija, Analiza masenih spektara.

- objasniti način fragmentiranja pojedinih molekula tijekom ionizacije uzorka.
- interpretirati masene spektre različitih organskih spojeva

S10, S11 Identifikacija nepoznatog spoja primjenom IR-a, MS-a i NMR-a.

- na temelju IR, MS, ^{1}H i ^{13}C NMR spektara odrediti strukture različitih spojeva.
- objasniti karakteristične signale u IR, MS, ^{1}H i ^{13}C NMR spektrima.

S12,S13 Kromatografija 1

- izračunati brzinu gibanja analita, faktor kapaciteta
- odrediti djelotvornost kromatografske kolone, razlučivanje kolone.

S14,S15 Kromatografija 2

- odrediti nepoznatu koncentraciju analita na osnovu dobivenih kromatograma uz uporabu Excela.

Student obligations:

OBVEZE STUDENATA

Studenti su obvezni redovito pohađati sve oblike nastave, aktivno sudjelovati u nastavnim aktivnostima, pristupiti parcijalnim testovima te odraditi predviđene eksperimentalne vježbe. Prisutnost studenata na nastavi evidentira se u skladu s pravilima studija.

Za svaku eksperimentalnu vježbu studenti su se dužni prethodno pripremiti proučavanjem odgovarajućeg nastavnog gradiva i literature. Nakon izvedene vježbe studenti izrađuju referat prema uputama nastavnika. Uspješno odrađene vježbe i pozitivno ocijenjeni referati uvjet su za kolokviranje gradiva obuhvaćenog vježbama. Gradivo vježbi kolokvira se pisanim ili usmenim putem.

Student je obvezan nadoknaditi odnosno kolokvirati svaku vježbu kojoj nije prisustvovao, prema dogovoru s predmetnim nastavnikom.

Studenti su tijekom semestra obvezni pristupiti predviđenim parcijalnim testovima. Nakon ispunjavanja propisanih obveza tijekom nastave student stječe pravo pristupa završnom ispitu.

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 u skladu s važećim Pravilnikom o studijima Sveučilišta u Rijeci te Pravilnikom o ocjenjivanju studenata Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci.

Rad studenata vrednuje se i ocjenjuje tijekom nastave putem parcijalnih testova te na završnom ispitu. Od ukupno 100 ocjenskih bodova, student tijekom nastave može ostvariti najviše 50 ocjenskih bodova, a na završnom ispitu najviše 50 ocjenskih bodova.

Za svaku aktivnost koja se zasebno vrednuje tijekom nastave student mora ostvariti najmanje 50 % uspješnosti.

I. Tijekom nastave vrednuje se (najviše 50 bodova):

Tijekom nastave student može ostvariti najviše 50 ocjenskih bodova:

- parcijalni test iz seminarskih zadataka – najviše 25 ocjenskih bodova
- parcijalni test iz eksperimentalnih vježbi – najviše 25 ocjenskih bodova.

Za uspješno polaganje svakog parcijalnog testa student mora ostvariti najmanje 50 % uspješnosti.

Struktura ocjenjivanja kolegija Instrumentalne metode u akademskoj godini 2026./2027. prikazana je u Tablici 1.

Tablica 1. Struktura vrednovanja i raspodjela ocjenskih bodova na kolegiju Instrumentalne metode

Vrednovanje	**Najveći broj ocjenskih bodova**
Parcijalni test iz seminarskih zadataka	25
Parcijalni test iz eksperimentalnih vježbi	25
Ukupno tijekom nastave	**50**
Pisani dio završnog ispita	25
Usmeni dio završnog ispita	25
Ukupno na završnom ispitu	**50**
UKUPNO	**100**

Parcijalni testovi:

Tijekom semestra predviđena su dva parcijalna testa.

Prvi parcijalni test obuhvaća gradivo obrađeno na seminarima iz područja spektroskopskih i kromatografskih metoda. Na prvom parcijalnom testu student može ostvariti najviše 25 ocjenskih bodova.

Drugi parcijalni test obuhvaća gradivo eksperimentalnih vježbi. Na drugom parcijalnom testu student može ostvariti najviše 25 ocjenskih bodova.

Za uspješno polaganje svakog parcijalnog testa student mora ostvariti najmanje 50 % uspješnosti. Rezultat niži od 50 %

smatra se neuspješno položenim parcijalnim testom i ne donosi ocjenske bodove.

Broj ocjenskih bodova ostvarenih na pojedinom parcijalnom testu određuje se prema Tablici 2.

Tablica 2. Vrednovanje parcijalnih testova

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
< 50	0
50–54,99	12,5
55–59,99	13
60–64,99	14
65–69,99	15
70–74,99	16
75–79,99	18
80–84,99	20
85–89,99	22
90–94,99	24
95–100	25

Student koji nije položio pojedini parcijalni test ili mu nije pristupio obvezan je pristupiti popravnom parcijalnom testu kako bi ispunio uvjete za pristup završnom ispitu.

Student koji je položio parcijalni test može pristupiti popravnom parcijalnom testu radi ostvarivanja većeg broja ocjenskih bodova. U tom slučaju kao konačan rezultat parcijalnog testa uzima se rezultat ostvaren na popravnom parcijalnom testu, neovisno o tome je li viši ili niži od prethodno ostvarenog rezultata.

Termini održavanja parcijalnih testova:

30.11.2026. – Parcijalni test iz seminarskih zadataka

16.12.2026. – Parcijalni test iz eksperimentalnih vježbi

II. Završni ispit (najviše 50 ocjenskih bodova)

Završni ispit sastoji se od pisanog i usmenog dijela. Na svakom dijelu završnog ispita student može ostvariti najviše 25

ocjenskih bodova.

Student mora zasebno položiti pisani i usmeni dio završnog ispita. Za uspješno polaganje svakog dijela potrebno je ostvariti najmanje 50 % uspješnosti.

Student koji ne položi pisani dio završnog ispita ne pristupa usmenom dijelu ispita.

Vrednovanje pisanog dijela završnog ispita

Broj ocjenskih bodova ostvarenih na pisanom dijelu završnog ispita određuje se prema Tablici 3.

Tablica 3. Vrednovanje pisanog dijela završnog ispita

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
< 50	0
50–54,99	12,5
55–59,99	13
60–64,99	14
65–69,99	15
70–74,99	16
75–79,99	18
80–84,99	20
85–89,99	22
90–94,99	24
95–100	25

Vrednovanje usmenog dijela završnog ispita

Na usmenom dijelu završnog ispita student može ostvariti najviše 25 ocjenskih bodova. Za prolaz je potrebno ostvariti najmanje 12,5 ocjenskih bodova.

- **12,5–14 bodova** – student pokazuje minimalnu razinu znanja potrebnu za ostvarivanje ishoda učenja; odgovori su djelomično potpuni i sadrže pogreške koje ne narušavaju razumijevanje osnovnih načela.
- **15–17 bodova** – student pokazuje dobro poznavanje osnovnih načela, uz određene nedostatke i pogreške u obrazloženju i povezivanju sadržaja.
- **18–21 bod** – student pokazuje vrlo dobro poznavanje i razumijevanje gradiva, pravilno povezuje sadržaje i primjenjuje

stečeno znanje uz manje pogreške.
- **22–25 bodova** – student pokazuje izvrsno poznavanje i razumijevanje gradiva, samostalno povezuje sadržaje, argumentirano obrazlaže odgovore i pravilno primjenjuje stečeno znanje.

Rezultat niži od 12,5 ocjenskih bodova znači da usmeni dio završnog ispita nije položen.

Uvjeti za pristup završnom ispitu

Završnom ispitu može pristupiti student koji je ispunio sve propisane obveze tijekom nastave.

Za pristup završnom ispitu student mora:

- redovito pohađati nastavu u skladu s propisanim pravilima;
- odraditi propisane eksperimentalne vježbe i ispuniti obveze vezane uz vježbe;
- položiti oba parcijalna testa s najmanje 50 % uspješnosti na svakom pojedinom testu;
- tijekom nastave ostvariti najmanje 25 od mogućih 50 ocjenskih bodova.

Student koji nije položio pojedini parcijalni test ima pravo pristupiti popravnom parcijalnom testu u predviđenom terminu.

Student koji nakon održanih popravnih parcijalnih testova nije položio oba parcijalna testa, odnosno nije ostvario najmanje 25 ocjenskih bodova tijekom nastave, nije ispunio uvjete za pristup završnom ispitu.

Student koji ima **30 % ili više izostanaka s nastave** nije ispunio uvjete za pristup završnom ispitu.

III. Konačna ocjena

Konačna ocjena iz kolegija određuje se na temelju ukupnog broja ocjenskih bodova ostvarenih tijekom nastave i na završnom ispitu. Student može ostvariti najviše 100 ocjenskih bodova: najviše 50 ocjenskih bodova tijekom nastave i najviše 50 ocjenskih bodova na završnom ispitu.

Za uspješno polaganje kolegija student mora položiti oba dijela završnog ispita te ukupno ostvariti najmanje 50 ocjenskih bodova.

Konačna ocjena određuje se prema ECTS bodovnom sustavu ocjenjivanja na temelju ukupnog broja ocjenskih bodova ostvarenih tijekom nastave i na završnom ispitu (Tablica 4).

Tablica 4. Konačna ocjena prema ECTS bodovnom sustavu ocjenjivanja

Ukupno ocjenskih bodova	ECTS ocjena	Brojčana ocjena
90–100	**A**	izvrstan (5)
75–89,99	**B**	vrlo dobar (4)
60–74,99	**C**	dobar (3)
50–59,99	**D**	dovoljan (2)
< 50	**F**	nedovoljan (1)

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

Pohađanje nastave

Nastava se izvodi na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci, a eksperimentalne vježbe u praktikumima Zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, laboratorijima Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije te Laboratoriju za istraživanje makromolekula (NANORI) Sveučilišta u Rijeci.

Studenti zajedno pohađaju predavanja i seminare, dok su za izvođenje eksperimentalnih vježbi podijeljeni u grupe. Prisutnost studenata na svim oblicima nastave evidentira se u skladu s pravilima studija.

Maksimalan broj opravdanih izostanaka s eksperimentalnih vježbi iznosi 30 %, odnosno 9 sati. Student je obvezan nadoknaditi odnosno kolokvirati gradivo svake propuštene vježbe prema dogovoru s predmetnim nastavnikom. Izostanci koji premašuju dopušteni broj sati onemogućuju ispunjavanje uvjeta za pristup završnom ispitu.

Tijekom nastave od studenata se očekuje aktivno sudjelovanje te primjerena i konstruktivna komunikacija s nastavnicima i drugim studentima. Uporaba mobilnih telefona i drugih elektroničkih uređaja tijekom nastave dopuštena je samo kada je povezana s nastavnim aktivnostima ili uz odobrenje nastavnika.

Pisani radovi i provjere znanja

U pisane provjere znanja ubrajaju se parcijalni testovi i pisani dio završnog ispita.

Parcijalni test iz seminarskih zadataka provodi se nakon obrađenog odgovarajućeg seminarskog gradiva i obuhvaća zadatke iz područja spektroskopskih i kromatografskih metoda.

Parcijalni test iz eksperimentalnih vježbi provodi se nakon odrađenih eksperimentalnih vježbi i obuhvaća gradivo povezano s njihovom praktičnom izvedbom, obradom rezultata i interpretacijom dobivenih podataka.

Položena oba parcijalna testa uvjet su za pristup završnom ispitu. Način vrednovanja parcijalnih testova, mogućnost pristupanja popravnim parcijalnim testovima te uvjeti za pristup završnom ispitu definirani su u dijelu **ECTS bodovni sustav ocjenjivanja**.

Pisani dio završnog ispita obuhvaća gradivo definirano sadržajem i ishodima učenja kolegija.

Kašnjenje i izvršavanje obveza

Od studenata se očekuje pravodoban dolazak na sve oblike nastave i pravodobno izvršavanje nastavnih obveza.

U slučaju opravdanog kašnjenja na eksperimentalnu vježbu nastavnik će, ako to tijek i organizacija vježbe dopuštaju, omogućiti studentu uključivanje u rad. Kašnjenje dulje od 15 minuta može se evidentirati kao izostanak ako zbog prirode i tijeka eksperimentalnog rada student više nije u mogućnosti sigurno i kvalitetno sudjelovati u izvođenju vježbe.

Sve nastavne obveze potrebno je izvršiti u predviđenim rokovima. Neispunjavanje propisanih obveza može rezultirati neispunjavanjem uvjeta za pristup završnom ispitu.

Akademska čestitost

Od studenata se očekuje pridržavanje načela akademske čestitosti, samostalnost pri izradi pisanih radova i provjera znanja, međusobno poštovanje te aktivno i odgovorno sudjelovanje u nastavnom procesu.

Pri radu u grupama doprinos pojedinih studenata treba biti jasno prepoznatljiv. Svaki oblik nedopuštenog korištenja tuđeg rada, prepisivanja, plagiranja ili drugih oblika akademskog nepoštenja podliježe pravilima i postupcima propisanim odgovarajućim aktima Sveučilišta u Rijeci i Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci.

Studenti i nastavnici obvezni su pridržavati se važećih etičkih načela i akata Sveučilišta u Rijeci i Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci.

Kontaktiranje s nastavnicima

Studenti se potiču na aktivnu i konstruktivnu komunikaciju s nastavnicima tijekom svih oblika nastave. Izvan nastavnog vremena voditelj kolegija i suradnici dostupni su studentima za konzultacije u terminima koji će biti dogovoreni odnosno objavljeni na početku izvođenja kolegija.

Informiranje o kolegiju

Informacije i nastavni materijali vezani uz kolegij dostupni su studentima putem platforme MERLIN. Studenti su obvezni redovito pratiti obavijesti vezane uz organizaciju i izvođenje nastave.

O eventualnim promjenama termina nastave, provjera znanja ili drugim važnim informacijama studenti će biti pravodobno obaviješteni putem platforme MERLIN i/ili elektroničke pošte.

Očekivane opće kompetencije studenata pri upisu kolegija

Od studenata se očekuje temeljno i sistematizirano znanje stečeno iz područja opće i anorganske kemije, analitičke kemije, organske kemije, biokemije i fizikalne kemije.

Očekuje se osnovna informatička pismenost, uključujući rad na računalu, obradu i prikaz podataka u programu MS Excel te spremnost za upoznavanje s programskom podrškom povezanom s radom na analitičkim instrumentima.

Od studenata se također očekuje poznavanje osnova statističke obrade numeričkih podataka i njihova grafičkog prikazivanja.

COURSE HOURS 2026/2027

Instrumentalne metode

Lectures (Place and time or group)	**Practicals** (Place and time or group)	**Seminars** (Place and time or group)	**Seminar practicals** (Place and time or group)
01.10.2026			

P1 Metode izolacije analita iz matrice. Pregled metoda identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih zagađivala iz okoliša. Validacija metode. Usporedba metoda. Izbor odgovarajuće metode.:
• P09 - TEACHING IN ENGLISH (13:00 - 14:00) [347]
  ○ IM_616
 	
P2 Metode izolacije analita iz matrice. Pregled metoda identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih zagađivala iz okoliša. Validacija metode. Usporedba metoda. Izbor odgovarajuće metode (II).:
• P09 - TEACHING IN ENGLISH (14:00 - 15:00) [347]
  ○ IM_616			

prof. dr. sc. Broznić Dalibor, dipl. sanit. ing. [347]			
02.10.2026			
		S1,S2 Pogreške u kemijskoj analizi i obrada eksperimentalnih mjerenja. Umjerni postupci (metoda vanjskog standarda, metoda unutarnjeg standarda).: • P08 (13:00 - 15:00) [347] ○ IM_616	
prof. dr. sc. Broznić Dalibor, dipl. sanit. ing. [347]			
06.10.2026			

P3 SPEKTROSKOPSKE METODE ANALIZE. Uvod u spektroskopske metode.:
• P06 (12:00 - 13:00) [347]
  ○ IM_616
 	
P4 Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) spektroskopija. - 1. DIO:
• P06 (13:00 - 14:00) [347]
  ○ IM_616			

prof. dr. sc. Broznić Dalibor, dipl. sanit. ing. [347]			
09.10.2026			

P5 Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) spektroskopija. - 2. DIO: • P06 (12:00 - 13:00) [347] ◦ IM_616		S3 UV/VIS spektrofotometrija, elektormagnetski spektar, preračunavanje frekvencije u valnu duljinu elektromagnetskog zračenja, računanje energije elektromagnetskog zračenja, analiza UV spektara-učinak konjugacije. - 1. - DIO: • P06 (13:00 - 14:00) [347] ◦ IM_616	
prof. dr. sc. Broznić Dalibor, dipl. sanit. ing. [347]			
12.10.2026			
		S4 UV/VIS spektrofotometrija, elektormagnetski spektar, preračunavanje frekvencije u valnu duljinu elektromagnetskog zračenja, računanje energije elektromagnetskog zračenja, analiza UV spektara-učinak konjugacije. - 2. DIO: • P09 - TEACHING IN ENGLISH (09:00 - 10:00) [347] ◦ IM_616	SV1 Uvod u vježbe. Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) spektroskopija: • P09 - TEACHING IN ENGLISH (08:00 - 09:00) [347] ◦ IM_616
prof. dr. sc. Broznić Dalibor, dipl. sanit. ing. [347]			
14.10.2026			
		S5 IR spektrofotometrija organskih molekula. - 1. DIO: • P09 - TEACHING IN ENGLISH (08:00 - 09:00) [347] ◦ IM_616	SV1 Uvod u vježbe. Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) spektroskopija: • P09 - TEACHING IN ENGLISH (09:00 - 10:00) [347] ◦ IM_616
prof. dr. sc. Broznić Dalibor, dipl. sanit. ing. [347]			
16.10.2026			
P6 Infracrvena (IR, FTIR) spektroskopija. Priprema uzoraka za spektrofotometriju.: • P01 (08:00 - 09:00) [347] ◦ IM_616			SV2 Infracrvena (IR, FTIR) spektroskopija. Priprema uzoraka za spektrofotometriju: • P01 (09:00 - 10:00) [347] ◦ IM_616
prof. dr. sc. Broznić Dalibor, dipl. sanit. ing. [347]			
19.10.2026			

	V1 Spektrofotometrija u vidljivom području. Metoda baždarnog pravca:
	• Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (08:00 - 11:00) [2844]
	  ○ IM - 1. grupa
	• Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (12:00 - 15:00) [2844] [347]
	  ○ IM - 2. grupa		

prof. dr. sc. Broznić Dalibor, dipl. sanit. ing. [347] · Budeš Ana-Marija, univ. mag. chem. [2844]			
20.10.2026			

		S6 IR spektrofotometrija organskih molekula - 2. DIO:
		• P06 (08:15 - 09:00) [349]
		  ○ IM_616
		
		S7 NMR, određivanje broja spektralnih linija NMR-signala, Analiza NMR spektara. - 1. DIO:
		• P06 (09:00 - 10:00) [349]
		  ○ IM_616	

izv. prof. dr. sc. Petković Didović Mirna, dipl. ing. kemije [349]			
21.10.2026			

P7 Fluorescencija, fosforescencija:
• P03 - IT CLASSROOM (10:00 - 11:00) [347]
  ○ IM_616
			SV3 Fluorescencija, fosforescencija:
			• P03 - IT CLASSROOM (11:00 - 12:00) [347]
			  ○ IM_616

prof. dr. sc. Broznić Dalibor, dipl. sanit. ing. [347]			
22.10.2026			

	V2 Infracrvena spektroskopija (IR):
	• ONLINE (09:00 - 10:00) [350]
	  ○ IM - 1. grupa
	• ONLINE (10:00 - 11:00) [350]
	  ○ IM - 2. grupa		

izv. prof. dr. sc. Klepac Damir, dipl. ing. [350]			
23.10.2026			

P8 Atomska apsorpcijska spektroskopija (AAS).:
• P09 - TEACHING IN ENGLISH (08:00 - 09:00) [2810]
  ○ IM_616
 	
P9 Atomska emisijska spektroskopija (AES).:
• P09 - TEACHING IN ENGLISH (09:00 - 10:00) [2810]
  ○ IM_616			

doc. dr. sc. Žurga Paula, dipl. ing. [2810]			
26.10.2026			
P10, P11 Nuklearna magnetska rezonancija (NMR).: • P08 (08:15 - 10:00) [349] ○ IM_616			
izv. prof. dr. sc. Petković Didović Mirna, dipl. ing. kemije [349]			
27.10.2026			

	V3 Atomska apsorpcijska spektroskopija (AAS). Atomska emisijska spektroskopija (AES).:
	• NZZJZ, Lab. III floor (11:00 - 13:15) [2810]
	  ○ IM - 1. grupa
	• NZZJZ, Lab. III floor (13:30 - 15:45) [2810]
	  ○ IM - 2. grupa		

doc. dr. sc. Žurga Paula, dipl. ing. [2810]			
29.10.2026			

P12 Spektrometrija masa (MS).:
• P02 (08:00 - 09:00) [347]
  ○ IM_616
		S9 Masena spektrometrija, Analiza masenih spektara.:
		• P02 (09:00 - 10:00) [347]
		  ○ IM_616	

prof. dr. sc. Broznić Dalibor, dipl. sanit. ing. [347]			
03.11.2026			
		S8 NMR, određivanje broja spektralnih linija NMR-signala, Analiza NMR spektara. - 2. DIO: • P01 (08:15 - 10:00) [349] ○ IM_616	
izv. prof. dr. sc. Petković Didović Mirna, dipl. ing. kemije [349]			
05.11.2026			
		S10, S11 Identifikacija nepoznatog spoja primjenom IR-a, MS-a i NMR-a.: • P01 (08:30 - 11:00) [349] ○ IM_616	

izv. prof. dr. sc. Petković Didović Mirna, dipl. ing. kemije [349]			
06.11.2026			
P13, P14 KROMATOGRAFSKE METODE ANALIZE. Tankoslojna kromatografija (TC).: • P01 (08:00 - 10:00) [344] ◦ IM_616			
prof. dr. sc. Tota Marin, mr. pharm. [344]			
10.11.2026			
		S12,S13 Kromatografija 1: • P01 (08:00 - 10:00) [347] ◦ IM_616	
prof. dr. sc. Broznić Dalibor, dipl. sanit. ing. [347]			
12.11.2026			
P15 Plinska kromatografija (GC).: • P09 - TEACHING IN ENGLISH (08:00 - 09:00) [347] ◦ IM_616			SV4 Plinska kromatografija (GC) - 1. DIO: • P09 - TEACHING IN ENGLISH (09:00 - 10:00) [347] ◦ IM_616
prof. dr. sc. Broznić Dalibor, dipl. sanit. ing. [347]			
13.11.2026			
	V4 Tankoslojna kromatografija s denzitometrijom: • Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (08:15 - 10:30) [346] ◦ IM - 1. grupa • Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry 2 (13:00 - 15:15) [346] ◦ IM - 2. grupa		
prof. dr. sc. Čanadi Jurešić Gordana, dipl. ing. [346]			
17.11.2026			

P17 VEZANI SUSTAVI ANALIZE. Induktivno spregnuta plazma - atomska emisijska spektroskopija (ICP-AES), Induktivno spregnuta plazma - spektrometrija masa (ICP-MS), Plinska kromatografija – spektrometrija masa (GC-MS), Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti – spektrometrija masa (HPLC-MS).:
• P01 (12:00 - 13:00) [2810]
  ○ IM_616
 	
P16 Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti (HPLC).:
• P01 (13:00 - 14:00) [2810]
  ○ IM_616			

doc. dr. sc. Žurga Paula, dipl. ing. [2810]			
19.11.2026			
	V5 Plinska kromatografija (GC): • NZZJZ, Lab. III floor (11:00 - 13:15) [2810] ○ IM - 1. grupa		
doc. dr. sc. Žurga Paula, dipl. ing. [2810]			
20.11.2026			
	V5 Plinska kromatografija (GC): • NZZJZ, Lab. III floor (11:00 - 13:15) [2810] ○ IM - 2. grupa		
doc. dr. sc. Žurga Paula, dipl. ing. [2810]			
23.11.2026			
			SV5 Plinska kromatografija (GC) - 2. DIO: • P08 (10:00 - 12:00) [346] ○ IM_616
prof. dr. sc. Čanadi Jurešić Gordana, dipl. ing. [346]			
25.11.2026			

		S14,S15 Kromatografija 2:
		• P07 (10:00 - 11:00) [347]
		  ○ IM_616
		• P07 (11:00 - 12:00) [347]
		  ○ IM_616	

prof. dr. sc. Broznić Dalibor, dipl. sanit. ing. [347]			
01.12.2026			

	V6 Tekućinska kromatografija (HPLC): • NZZJZ, Lab. III floor (11:00 - 14:00) [2810] ◦ IM - 1. grupa		
doc. dr. sc. Žurga Paula, dipl. ing. [2810]			
02.12.2026			
	V6 Tekućinska kromatografija (HPLC): • NZZJZ, Lab. III floor (11:00 - 14:00) [2810] ◦ IM - 2. grupa		
doc. dr. sc. Žurga Paula, dipl. ing. [2810]			
04.12.2026			
P18 Ionska kromatografija (IC).: • P07 (11:00 - 12:00) [344] ◦ IM_616 P19 Elektroforeza. Izoelektrično fokusiranje.: • P07 (12:00 - 13:00) [346] ◦ IM_616			
prof. dr. sc. Tota Marin, mr. pharm. [344] · prof. dr. sc. Čanadi Jurešić Gordana, dipl. ing. [346]			
07.12.2026			
	V7 Ionska kromatografija (IC). Kombinirane metode (GC-MS, LC-MS): • NZZJZ, Lab. III floor (11:00 - 12:30) [2810] ◦ IM - 1. grupa • NZZJZ, Lab. III floor (13:00 - 14:30) [2810] ◦ IM - 2. grupa		
doc. dr. sc. Žurga Paula, dipl. ing. [2810]			
08.12.2026			
	V8 Elektroforeza proteina. Priprema uzorka. Priprema gelova za elektroforezu: • Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (11:00 - 12:30) [351] ◦ IM - 1. grupa • Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (13:00 - 14:30) [351] ◦ IM - 2. grupa		

doc. dr. sc. Vukelić Iva, dipl. sanit. ing. [351]			
09.12.2026			
P20 Termoanalitičke metode (DSC).: • P06 (11:00 - 12:00) [350] ○ IM_616			
izv. prof. dr. sc. Klepac Damir, dipl. ing. [350]			
11.12.2026			
	V9 Razlikovna pretražna kalorimetrija (DSC): • Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (11:00 - 12:00) [350] ○ IM - 1. grupa • Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (12:00 - 13:00) [350] ○ IM - 2. grupa		
izv. prof. dr. sc. Klepac Damir, dipl. ing. [350]			

List of lectures, seminars and practicals:

LECTURES (TOPIC)	Number of hours	Location
P1 Metode izolacije analita iz matrice. Pregled metoda identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih zagađivala iz okoliša. Validacija metode. Usporedba metoda. Izbor odgovarajuće metode.	1	P09 - TEACHING IN ENGLISH
P2 Metode izolacije analita iz matrice. Pregled metoda identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih zagađivala iz okoliša. Validacija metode. Usporedba metoda. Izbor odgovarajuće metode (II).	1	P09 - TEACHING IN ENGLISH
P3 SPEKTROSKOPSKE METODE ANALIZE. Uvod u spektroskopske metode.	1	P06
P4 Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) spektroskopija. - 1. DIO	1	P06
P5 Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) spektroskopija. - 2. DIO	1	P06
P6 Infracrvena (IR, FTIR) spektroskopija. Priprema uzoraka za spektrofotometriju.	1	P01
P7 Fluorescencija, fosforescencija	1	P03 - IT CLASSROOM
P8 Atomska apsorpcijska spektroskopija (AAS).	1	P09 - TEACHING IN ENGLISH
P9 Atomska emisijska spektroskopija (AES).	1	P09 - TEACHING IN ENGLISH
P10, P11 Nuklearna magnetska rezonancija (NMR).	2	P08
P12 Spektrometrija masa (MS).	1	P02
P13, P14 KROMATOGRAFSKE METODE ANALIZE. Tankoslojna kromatografija (TC).	2	P01
P15 Plinska kromatografija (GC).	1	P09 - TEACHING IN ENGLISH
P16 Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti (HPLC).	1	P01

P17 VEZANI SUSTAVI ANALIZE. Induktivno spregnuta plazma - atomska emisijska spektroskopija (ICP-AES), Induktivno spregnuta plazma - spektrometrija masa (ICP-MS), Plinska kromatografija – spektrometrija masa (GC-MS), Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti – spektrometrija masa (HPLC-MS).	1	P01
P18 Ionska kromatografija (IC).	1	P07
P19 Elektroforeza. Izoelektrično fokusiranje.	1	P07
P20 Termoanalitičke metode (DSC).	1	P06

PRACTICALS (TOPIC)	Number of hours	Location
V1 Spektrofotometrija u vidljivom području. Metoda baždarnog pravca	4	Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry
V2 Infracrvena spektroskopija (IR)	1	ONLINE
V3 Atomska apsorpcijska spektroskopija (AAS). Atomska emisijska spektroskopija (AES).	3	NZZJZ, Lab. III floor
V4 Tankoslojna kromatografija s denzitometrijom	3	Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry 2
V5 Plinska kromatografija (GC)	3	NZZJZ, Lab. III floor
V6 Tekućinska kromatografija (HPLC)	4	NZZJZ, Lab. III floor
V7 Ionska kromatografija (IC). Kombinirane metode (GC-MS, LC-MS)	2	NZZJZ, Lab. III floor
V8 Elektroforeza proteina. Priprema uzorka. Priprema gelova za elektroforezu	2	Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry
V9 Razlikovna pretražna kalorimetrija (DSC)	1	Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry

SEMINARS (TOPIC)	Number of hours	Location
S1,S2 Pogreške u kemijskoj analizi i obrada eksperimentalnih mjerenja. Umjerni postupci (metoda vanjskog standarda, metoda unutarnjeg standarda).	2	P08
S3 UV/VIS spektrofotometrija, elektormagnetski spektar, preračunavanje frekvencije u valnu duljinu elektromagnetskog zračenja, računanje energije elektromagnetskog zračenja, analiza UV spektara-učinak konjugacije. - 1. - DIO	1	P06
S4 UV/VIS spektrofotometrija, elektormagnetski spektar, preračunavanje frekvencije u valnu duljinu elektromagnetskog zračenja, računanje energije elektromagnetskog zračenja, analiza UV spektara-učinak konjugacije. - 2. DIO	1	P09 - TEACHING IN ENGLISH
S5 IR spektrofotometrija organskih molekula. - 1. DIO	1	P09 - TEACHING IN ENGLISH
S6 IR spektrofotometrija organskih molekula - 2. DIO	1	P06
S7 NMR, određivanje broja spektralnih linija NMR-signala, Analiza NMR spektara. - 1. DIO	1	P06
S8 NMR, određivanje broja spektralnih linija NMR-signala, Analiza NMR spektara. - 2. DIO	1	P01
S9 Masena spektrometrija, Analiza masenih spektara.	1	P02
S10, S11 Identifikacija nepoznatog spoja primjenom IR-a, MS-a i NMR-a.	2	P01

S12,S13 Kromatografija 1	2	P01
S14,S15 Kromatografija 2	2	P07

SEMINAR PRACTICALS (TOPIC)	Number of hours	Location
SV1 Uvod u vježbe. Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) spektroskopija	2	P09 - TEACHING IN ENGLISH
SV2 Infracrvena (IR, FTIR) spektroskopija. Priprema uzoraka za spektrofotometriju	1	P01
SV3 Fluorescencija, fosforescencija	1	P03 - IT CLASSROOM
SV4 Plinska kromatografija (GC) - 1. DIO	1	P09 - TEACHING IN ENGLISH
SV5 Plinska kromatografija (GC) - 2. DIO	2	P08

EXAM DATES (final exam):

1.	13.01.2027.
2.	26.01.2027.
3.	22.06.2027.
4.	07.09.2027.