

## Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci

### Kolegij: INSTRUMENTALNE METODE

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

Suradnici: prof.dr.sc. Srećko Valić, [svalic@medri.uniri.hr](mailto:svalic@medri.uniri.hr)

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

izv.prof.dr.sc. Gordana Čanadi Jurešić, [gordanacj@medri.uniri.hr](mailto:gordanacj@medri.uniri.hr)

doc.dr.sc. Mirna Petković Didović, [mirnapd@medri.uniri.hr](mailto:mirnapd@medri.uniri.hr)

doc.dr.sc. Damir Klepac, [damir.klepac@medri.uniri.hr](mailto:damir.klepac@medri.uniri.hr)

dr.sc. Iva Potočnjak, mag.sanit.ing, [iva.potocnjak@medri.uniri.hr](mailto:iva.potocnjak@medri.uniri.hr)

Iva Vukelić dipl.sanit.ing., [iva.vukelic@medri.uniri.hr](mailto:iva.vukelic@medri.uniri.hr)

Katedra: Zavod za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju

Studij: Diplomski 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 **Instrumentalne metode** je obvezni kolegij na prvoj godini (zimski semestar) Diplomskog sveučilišnog studija Sanitarno inženjerstvo i sastoji se od 20 sati predavanja, 15 sati seminara, 30 sati vježbi, ukupno 65 sati (**5 ECTS**). Kolegij se izvodi u prostorijama Medicinskog fakulteta u Rijeci (predavaone te praktikumi Zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju), na Nastavnom Zavodu za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije i Laboratoriju za istraživanje makromolekula (NANORI) Sveučilišta u Rijeci.

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

Upoznavanje studenata Diplomskog studija sanitarnog inženjerstva s modernim tehnikama kemijske i strukturne analize pomoću suvremenih instrumenata. Ponavljanje teorijskih osnova vezanih uz tehnike i rad instrumenata. Upoznavanje sa specifičnostima pojedinih metoda i mogućnostima njihove primjene s obzirom na prednosti i ograničenja unutar zadanih eksperimentalnih uvjeta (prilagodba metode uzorku, granična osjetljivost, preciznost, točnost itd.).

### Korelativnost i korespondentnost programa

Poznavanje instrumenata i opreme za analizu uzoraka iz okoliša koji imaju utjecaj na ljudsko zdravlje te ocjenu zdravstvene ispravnosti namirnica, neophodno je za djelatnike iz područja zdravstvene zaštite. Kvalitetna analiza podrazumijeva dobro poznavanje metoda i vladanje postupcima, od uzimanja i pripreme uzoraka namirnica te ostalih bioloških uzoraka, preko provedbe instrumentalne analize, do vrednovanja i tumačenja dobivenih rezultata. Navedene zadatke nemoguće je zamisliti bez primjene suvremene tehnologije. U odnosu na cjelokupni program studija, kolegij Instrumentalne metode pruža uvid u tehnike i metode koje su uključene i u druge kolegije (Analitička kemija, Fizikalna kemija, Organska kemija).

### Sadržaj kolegija

**UVOD U KOLEGIJ.** Suvremene metode izolacije analita iz matrice. Pregled metoda identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih zagađivala iz okoliša. Validacija metode. Usporedba metoda. Izbor odgovarajuće metode. Kalibracijski postupci.

**SPEKTROSKOPSKE METODE ANALIZE.** Uvod u spektroskopske metode. Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) i infracrvena (IR, FTIR) spektroskopija. Fluorescentna spektroskopija. Atomska apsorpcijska spektroskopija (AAS). Atomska emisijska spektroskopija (AES). Spektrometrija masa (MS). Nuklearna magnetska rezonancija (NMR).

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

**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).

**OSTALE METODE.** Termoanalitičke metode. Elektroforeza. Izoelektrično fokusiranje.

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

Poučavanje kolegija je prilagođeno usvajanju teorijskog znanja vezanog uz metode instrumentalne analize i principe rada instrumenata, te proceduralnog znanja i vještina vezanih uz praktičnu izvedbu pokusa i mjerenja. Od studenata se očekuje svladavanje teorijskog dijela gradiva, računskih zadataka, izbor i priprema vlastitog uzorka za određene tehnike analize (npr. prehrambeni proizvodi, kozmetika, otpadne vode, tlo, biljno tkivo itd.), te (inter)aktivno sudjelovanje u provedbi analize na instrumentu. Studentima je potrebno skrenuti pažnju na ulogu i važnost kolegija u kontekstima studija, zapošljavanja, održivog razvoja te posebno na mjere zaštite na radu kao i mjere zaštite okoliša prilikom izvođenja vježbi. Posebna vrijednost kolegija je u upoznavanju studenata sa širokim izborom metoda i instrumenata te s uzorcima iz svakodnevnog okruženja.

#### **Način izvođenja nastave**

Kolegij se sastoji od predavanja, seminara te eksperimentalnih vježbi, prilagođenim postizanju ishoda navedenih u prvom stavku. Predavanja služe za podučavanje teorijskog dijela gradiva, seminari za rješavanje računskih zadataka vezanih uz specifičnu metodu ili instrument, dok vježbe služe za demonstracijski rad na instrumentima i opremi prisutnoj na Zavodu za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju Medicinskog fakulteta u Rijeci te partnerskim laboratorijima. Svi oblici nastave izvode se uz maksimalnu interakciju sa studentima.

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

1. Skoog D.A., Holler F.J., Crouch S.R., Principles of Instrumental Analysis, 6<sup>th</sup> Ed., Thompson Brooks/Cole, CA 2007.
2. Skoog D.A., West D.M., Holler F.O., Osnove analitičke kemije, Školska knjiga, Zagreb, 1999.
3. Štraus B., Stavljenić-Rukavina A., Plavšić F., Analitičke tehnike u kliničkom laboratoriju, Medicinska naklada, Zagreb 1997.
4. Rouessac F., Rouessac A., Chemical analysis, Modern Instrumentation Methods and Techniques, 6<sup>th</sup> Edition, John Wiley and Sons Ltd, Southern Gate, Chichester, West Sussex, England, 2007.

## Popis dopunske literature:

1. Silverstein R.M., Webster F.X., Kiemle D., The Spectrometric Identification of Organic Compounds, John Wiley & Sons, 2005.
2. Pine S.H., Organska kemija, Školska knjiga, Zagreb, 1994.
3. Atkins P.W., Physical Chemistry, 5<sup>th</sup> Edition, Oxford University Press, 1994.
4. Berg J.M., Tymoczko J.L., Stryer L., Biochemistry, Freeman W.H. and Company, New York, 2002.
5. Curtis Johnson W., Shing Ho P., Principles of Physical Biochemistry, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1998.

## Nastavni plan:

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

#### **P1-P2. Metode izolacije analita iz matrice. Pregled metoda identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih zagađivala iz okoliša. Validacija metode. Usporedba metoda. Izbor odgovarajuće metode.**

##### Ishodi učenja

- 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 apsolutnih 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.**

##### Ishodi učenja

- 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-P5. Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) spektroskopija**

##### Ishodi učenja

- objasniti pojmove vezane uz interakciju tvari sa zračenjem (elektromagnetski val, električno polje, magnetsko polje, foton, energija fotona, elektromagnetski spektar, apsorpcija, transmisija)
- definirati i objasniti Beer-Lambertov zakon
- objasniti međudjelovanje UV/VIS zračenja i molekule
- definirati i objasniti pojmove kromofori i aoksokromi, 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**

##### Ishodi učenja

- 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**

##### Ishodi učenja

- 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).**

##### Ishodi učenja

- 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).**

##### Ishodi učenja

- 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).**

##### Ishodi učenja

- 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).**

### Ishodi učenja

- 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).**

### Ishodi učenja

- 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).**

### Ishodi učenja

- 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).**

### Ishodi učenja

- 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).**

Ishodi učenja

- 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).**

Ishodi učenja

- 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.**

Ishodi učenja

- 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).**

Ishodi učenja

- 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

**Popis seminara s pojašnjenjem:**

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

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

**S3,S4. UV/VIS spektrofotometrija, elektromagnetski spektar, preračunavanje frekvencije u valnu duljinu elektromagnetskog zračenja, računanje energije elektromagnetskog zračenja, analiza UV spektara-učinak konjugacije.**

Ishodi učenja

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

**S5, S6. IR spektrofotometrija organskih molekula**

Ishodi učenja

- interpretirati IR spektre različitih organskih spojeva

**S7, S8. NMR, određivanje broja spektralnih linija NMR-signala, Analiza NMR spektara.**

Ishodi učenja

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

**S9. Masena spektrometrija, Analiza masenih spektara.**

Ishodi učenja

- 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.**

Ishodi učenja

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

### **S12,S13. Kromatografija 1**

#### Ishodi učenja

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

### **S14,S15. Kromatografija 2**

#### Ishodi učenja

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

### **Popis vježbi s pojašnjenjem:**

Vježbe iz kolegija Instrumentalne metode se izvode u praktikumima na Zavodu za kemiju, biokemiju i kliničku kemiju Medicinskog fakulteta u Rijeci, u laboratorijima na Nastavnom zavodu za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije (NZZJZ PGŽ) te Laboratoriju za istraživanje makromolekula (NANORI) Sveučilišta u Rijeci. Prije pristupa vježbama studenti su obvezni usvojiti teorijska znanja o metodi instrumentalne analize koja će se izvoditi praktično, znati princip rada instrumenta kako bi bili u mogućnosti samostalno izvesti mjerenje na pojedinom instrumentu ili aktivno sudjelovati u demonstracijskim eksperimentima.

### **LAB V1, V2. Uvod u vježbe. Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) spektroskopija**

#### Ishodi učenja

- objasniti pojmove vezane uz interakciju tvari sa zračenjem (elektromagnetski val, električno polje, magnetsko polje, foton, energija fotona, elektromagnetski spektar, apsorpcija, transmisija)
- definirati i objasniti Beer-Lambertov zakon
- objasniti međudjelovanje UV/VIS zračenja i molekule
- definirati i objasniti pojmove kromofori i aoksokromi, 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

### **EXP V3-V6. Spektrofotometrija u vidljivom području. Metoda baždarnog pravca**

#### Ishodi učenja

- 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 spektrofotometra
- samostalno kvantitativno određivanje analita na UV/VIS spektrofotometru
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada



#### **LAB V7. Infracrvena (IR, FTIR) spektroskopija. Priprema uzoraka za spektrofotometriju**

##### Ishodi učenja

- 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

#### **EXP V8, V9. Infracrvena spektroskopija (IR)**

##### Ishodi učenja

- 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

#### **LAB V10. Fluorescencija, fosforescencija**

##### Ishodi učenja

- 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 bioluminiscenčnih testova
- definirati, navesti i objasniti biotestove za ispitivanje otrovnosti otpadnih voda

#### **EXP V11. Atomska apsorpcijska spektroskopija (AAS). Atomska emisijska spektroskopija (AES).**

##### Ishodi učenja

- 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

#### **EXP V12-V14. Tankoslojna kromatografija s denzitometrijom**

##### Ishodi učenja

- 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

### **LAB V15. Plinska kromatografija (GC)**

#### Ishodi učenja

- 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)

### **EXP V16, V17. Priprema uzoraka za kromatografsku analizu (HPLC i GC)**

#### Ishodi učenja

- samostalno pripremiti otopine za ekstrakciju analita iz složene matrice
- samostalno izvesti postupak ekstrakcije analita iz složene matrice

### **EXP V18-V20. Plinska kromatografija (GC)**

#### Ishodi učenja

- 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

### **EXP V21-V23. Tekućinska kromatografija (HPLC)**

#### Ishodi učenja

- 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

### **EXP V24, V25. Ionska kromatografija (IC). Kombinirane metode (GC-MS, LC-MS)**

#### Ishodi učenja

- 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

### **EXP V26-V28. Elektrofereza proteina. Priprema uzorka. Priprema gelova za elektroferezu**

#### Ishodi učenja

- navesti i objasniti sastavne dijelove sustava za elektroferezu
- objasniti princip odjeljivanja komponenti kod elektrofereze
- razdvajanje proteina SDS-PAGE elektroferezom (demonstracijski)

- nanošenje standarda i uzoraka (demonstracijski)
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

#### EXP V29, V30. Razlikovna pretražna kalorimetrija (DSC)

##### Ishodi učenja

- 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

#### Obveze studenata:

Studenti upisuju na prvoj godini diplomskog studija (I semestar) 20 sati predavanja, 15 sati seminara i 30 sati vježbi. Studenti su obvezni pohađati sve oblike nastave, pristupiti parcijalnim testovima te odraditi vježbe. Prisutnost studenata na predavanjima i vježbama se evidentira. Za svaku vježbu potrebna je priprema proučavanjem bilježaka i literature. 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.

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

##### Vrednovanje obveza studenata

Ocjena iz kolegija Instrumentalne metode obuhvaća rezultate postignute iz eksperimentalnih vježbi, parcijalnih testova i završnog ispita.

Ukupan postotak uspješnosti studenta tijekom nastave čini 50%, a završni ispit 50% ocjene.

Tijekom trajanja nastave kolegija Instrumentalne metode student može maksimalno sakupiti 50 ocjenskih bodova i još maksimalno 50 ocjenskih bodova tijekom završnog ispita, dakle ukupno maksimalno 100 ocjenskih bodova.

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

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) moraju pristupiti popravcima Parcijalnih testova kako bi stekli uvjete za izlazak na Završni ispit.

Struktura ocjene kolegija Instrumentalne metode u akademskoj godini 2021./2021. prikazana je u Tablici 1.

Tablica 1.

	VREDNOVANJE	MAX.BROJ OCJENSKIH
--	-------------	--------------------

		<b>BODOVA</b>
<b>Parcijalni testovi</b>	Parcijalni test iz seminarskih zadataka	25
	<b>Ukupno</b>	<b>25</b>
	Završni kolokvij iz vježbi	25
	<b>Ukupno</b>	<b>25</b>
<b>UKUPNO</b>		<b>50</b>
<b>Završni ispit</b>	Pisani dio	25
	Usmeni dio	25
	<b>Ukupno</b>	<b>50</b>
<b>UKUPNO</b>		<b>100</b>

#### **Parcijalni testovi:**

Tijekom semestra predviđena su dva parcijalna testa. Prvi parcijalni test obuhvaća seminarski dio gradiva (spektroskopija, kromatografija). Testom je moguće ostvariti najviše 25 ocjenskih bodova. Postignuća na parcijalnom testu vrednuju se prema Tablici 2. Drugi parcijalni test obuhvaća gradivo iz eksperimentalnih vježbi. Testom je moguće ostvariti najviše 25 ocjenskih bodova. Postignuća na parcijalnom testu vrednuju se prema Tablici 2.

**Tablica 2.**

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
50-54,99	13
55-59,99	14
60-64,99	15
65-69,99	16
70-74,99	18
75-79,99	19
80-84,99	21
85-89,99	22
90-94,99	24
95-100	25

#### **Završni ispit:**

Završni ispit sastoji se od pismenog (25 ocjenskih bodova) i usmenog (25 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	12
55-59,99	13
60-64,99	15
65-69,99	16

70-74,99	18
75-79,99	19
80-84,99	21
85-89,99	22
90-94,99	24
95-100	25

#### Vrednovanje usmenog dijela završnog ispita:

12 – 14 ocjenskih bodova: odgovor zadovoljava minimalne kriterije,  
 15 – 17 ocjenskih bodova: prosječan odgovor s primjetnim pogreškama,  
 18 – 21 ocjenskih bodova: vrlo dobar odgovor s neznatnim pogreškama,  
 22 – 25 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:

- od 0 do 24,99 ocjenska boda ocjene ocjenjuju se ocjenom F (neuspješan) i ne mogu steći ECTS bodove
- više od 25 ocjenskih bodova – mogu pristupiti završnom ispitu.

Studenti na završnom ispitu (pismeni+usmeni) mogu ostvariti 50% 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 89,99% ocjene	B	vrlo dobar (4)
60% do 74,99% ocjene	C	dobar (3)
50% do 59,99% ocjene	D	dovoljan (2)
	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**

Nastava će biti održavana na Medicinskom fakultetu u Rijeci, a vježbe na Zavodu za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju Medicinskog fakulteta u Rijeci, Nastavnom zavodu za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije te laboratoriju za istraživanje makromolekula (NANORI) Sveučilišta u Rijeci. Svi studenti zajedno pohađaju predavanja i seminare, prisustvovanje predavanjima i seminarima se bilježi, dok su za izvođenje vježbi studenti podijeljeni u grupe.

Maksimalan broj opravdanih izostanaka s vježbi iznosi **30%** odnosno **9** sati, uz obvezu usmenog kolokviranja propuštenog gradiva. Izostanci moraju biti opravdani odgovarajućim liječničkim potvrđama. 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 seminarskih zadataka i eksperimentalnih vježbi.

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 odvrću 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 te pismeni dio ispita.

Parcijalni test iz seminarskih zadataka piše se tijekom trajanja kolegija, nakon odslušanog seminarskog dijela gradiva. Studenti se pripremaju iz zadane literature, kao dopunu predavanjima. Test je pismeni.

Parcijalni test iz vježbi, polaže se nakon odslušanih i odrađenih eksperimentalnih vježbi. Kolokvij je pismeni. Odnosi se na praktični dio izvođenja vježbi.

#### **Položeni parcijalni testovi uvjet je za pristupanje Završnom pismenom ispitu.**

Popravni parcijalni testovi: Studenti koji nisu uspjeli ostvariti minimalno 25 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) moraju 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 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%), gubi pravo na potpis i mora ponovno upisati predmet.

#### **Akademski čestitost**

Studenti su upućeni na samostalnost prilikom izrade ocjenskih radova (referati, pismeni ispit), 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 (platforma 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 platforme MERLIN.

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

Od studenata se očekuje sistematizirano temeljno znanje stečeno iz područja kolegija Opća i anorganska kemija, Analitička kemija, Organska kemija, Biokemija i Fizikalna kemija.

Rad na elektroničkom računalu (pisanje, skiciranje, MS Excel) te interes za upoznavanje s programima vezanim uz rad s instrumentima.

Osnove statističke obrade numeričkih podataka te njihovo grafičko prikazivanje.

---

<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
2 tjedan	11.10.2021.	<b>P1, P2</b> (08:00 - 10:00) <b>Predavaona 5</b>			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	12.10.2021.		<b>S1, S2</b> (12:00 - 14:00) <b>Predavaona 1</b>		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	14.10.2021.	<b>P3, P4</b> (12:00 - 14:00) <b>Predavaona 2</b>			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	15.10.2021.	<b>P5</b> (12:00 - 13:00) <b>Predavaona 8</b>	<b>S3</b> (13:00 - 14:00) <b>Predavaona 8</b>		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
3 tjedan	18.10.2021.			<b>LAB V1, LAB V2</b> (I i II grupa) (09:00 - 11:00) <b>Predavaona vijećnica</b>	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	20.10.2021.		<b>S4, S5</b> (10:00 - 12:00) <b>Predavaona 9</b>		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	21.10.2021.	<b>P6</b> (08:00 - 09:00) <b>Predavaona vijećnica</b>		<b>LAB V7</b> (I i II grupa) (09:00 - 10:00) <b>Predavaona vijećnica</b>	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
4 tjedan	25.10.2021.			<b>EXP V3-V6</b> (I grupa) (08:00 - 12:00) <b>Praktikum zavoda</b>	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić



				<b>za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju EXP V3-V6</b> (II grupa) (12:00 - 16:00) <b>Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju</b>	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	<b>26.10.2021.</b>		<b>S6, S7</b> (08:00 - 10:00) <b>Predavaona vijećnica</b>		doc.dr.sc.Mirna Petković Didović
	<b>27.10.2021.</b>			<b>EXP V8, V9</b> (I grupa) (08:00 - 10:00) <b>Laboratorij za istraživanje makromolekula (NANORI)</b>  <b>EXP V8, V9</b> (II grupa) (10:00 - 12:00) <b>Laboratorij za istraživanje makromolekula (NANORI)</b>	prof.dr.sc.Srećko Valić  prof.dr.sc.Srećko Valić
	<b>29.10.2021.</b>	<b>P7</b> (08:00 - 09:00) <b>Predavaona 6</b>		<b>LAB V10</b> (I i II grupa) (09:00 - 10:00) <b>Predavaona 6</b>	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
5 tjedan	<b>02.11.2021.</b>	<b>P8, P9</b> (11:00 - 13:00) <b>Predavaona 5</b>			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	<b>03.11.2021.</b>			<b>EXP V11</b> (I grupa) (11:00 - 12:00) <b>Praktikum NZZJZ</b>  <b>EXP V11</b> (II grupa) (12:00 - 13:00) <b>Praktikum NZZJZ</b>	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić  izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	<b>05.11.2021.</b>	<b>P10, P11</b> (11:00 - 13:00)			prof.dr.sc.Srećko Valić

		<b>Predavaona vijećnica</b>			
6 tjedan	08.11.2021.	<b>P12</b> (12:00 - 13:00) <b>Predavaona 7</b>	<b>S8</b> (11:00 - 12:00) <b>Predavaona 7</b>		doc.dr.sc.Mirna Petković Didović  izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	09.11.2021.		<b>S9</b> (11:00 - 12:00) <b>Predavaona 5</b>		doc.dr.sc.Mirna Petković Didović
	11.11.2021.		<b>S10, S11</b> (11:00 - 13:00) <b>Predavaona 5</b>		doc.dr.sc.Mirna Petković Didović
7 tjedan	15.11.2021.	<b>P13, P14</b> (08:00 - 10:00) <b>Predavaona 1</b>			izv.prof.dr.sc.Marin Tota
	16.11.2021.			<b>EXP V12-V14</b> (I grupa) (08:00 - 11:00) <b>Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju</b>	izv.prof.dr.sc.Gordana Čanadi Jurešić
				<b>EXP V12-V14</b> (II grupa) (11:00 - 14:00) <b>Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju</b>	izv.prof.dr.sc.Gordana Čanadi Jurešić
	17.11.2021.		<b>S12, S13</b> (10:00 - 11:00) <b>Predavaona 5</b> (11:00 - 12:00) <b>Predavaona 1</b>		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	19.11.2021.	<b>P15</b> (10:00 - 11:00) <b>Predavaona 4</b>		<b>LAB V15</b>	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić

				(I i II grupa) (11:00 - 12:00) <b>Predavaona 7</b>	
8 tjedan	22.11.2021.		<b>S14, S15</b> (11:00 - 13:00) <b>Predavaona 7</b>		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	25.11.2021.			<b>EXP V16, V17</b> (I grupa) (11:00 - 13:00) <b>Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju</b>	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	26.11.2021.			<b>EXP V16, V17</b> (II grupa) (11:00 - 13:00) <b>Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju</b>	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
9 tjedan	29.11.2021.			<b>EXP V18-V20</b> (I grupa) (11:00 - 14:00) <b>Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju</b>	izv.prof.dr.sc.Gordana Čanadi Jurešić
				<b>EXP V18-V20</b> (II grupa) (14:00 - 17:00) <b>Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju</b>	izv.prof.dr.sc.Gordana Čanadi Jurešić
	30.11.2021.	<b>PARCIJALNI TEST IZ SEMINARSKIH ZADATAKA</b>			
	01.12.2021.	<b>P16, P17</b> (11:00 - 13:00) <b>Predavaona 8</b>			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić

10 tjedan	06.12.2021.			<b>EXP V21-V23</b> (I grupa) (11:00 - 14:00) <b>Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju</b>	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	07.12.2021.			<b>EXP V21-V23</b> (II grupa) (11:00 - 14:00) <b>Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju</b>	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	09.12.2021.	<b>P18,</b> (11:00 - 12:00) <b>Predavaona 8</b>  <b>P19</b> (12:00 - 13:00) <b>Predavaona 8</b>			izv.prof.dr.sc.Marin Tota  izv.prof.dr.sc.Gordana Čanadi Jurešić
	10.12.2021.			<b>EXP V24, V25</b> (I grupa) (11:00 - 13:00) <b>Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju /Praktikum NZZJZ</b>  <b>EXP V24, V25</b> (II grupa) (13:00 - 15:00) <b>Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju /Praktikum NZZJZ</b>	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić  izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
11 tjedan	13.12.2021.			<b>EXP V26-V28</b> (I grupa) (11:00 - 14:00) <b>Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju</b>  <b>EXP V26-V28</b> (II grupa) (14:00 - 17:00) <b>Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i</b>	dr.sc.Iva Potočnjak  dr.sc.Iva Vukelić

				<b>kliničku kemiju</b>	
	<b>15.12.2021.</b>	<b>P20</b> (11:00 - 12:00) <b>Predavaona vijećnica</b>			doc.dr.sc.Damir Klepac
	<b>16.12.2021.</b>			<b>EXP V29,V30</b> (I grupa) (11:00 - 13:00) <b>Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju</b>	doc.dr.sc.Damir Klepac
				<b>EXP V29,V30</b> (II grupa) (13:00 - 15:00) <b>Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju</b>	doc.dr.sc.Damir Klepac
<b>12 tjedan</b>	<b>20.12.2021.</b>	<b>PARCIJALNI TEST IZ EKSPERIMENTALNIH VJEŽBI</b>			

**Popis predavanja, seminara i vježbi:**

	<b>PREDAVANJA (tema predavanja)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
P1, P2	Metode izolacije analita iz matrice. Pregled metoda identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih zagađivala iz okoliša. Validacija metode. Usporedba metoda. Izbor odgovarajuće metode. Kalibracijski postupci.	2	Predavaona 5
P3	SPEKTROSKOPSKE METODE ANALIZE. Uvod u spektroskopske metode.	1	Predavaona 2
P4, P5	Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) spektroskopija.	2	Predavaona 2/8
P6	Infracrvena (IR, FTIR) spektroskopija.	1	Predavaona vijećnica
P7	Fluorescencija, Fosforescencija.	1	Predavaona 6
P8	Atomska apsorpcijska spektroskopija (AAS).	1	Predavaona 5
P9	Atomska emisijska spektroskopija (AES).	1	Predavaona 5
P10, P11	Nuklearna magnetska rezonancija (NMR).	2	Predavaona vijećnica
P12	Spektrometrija masa (MS).	1	Predavaona 7
P13, P14	KROMATOGRFSKE METODE ANALIZE. Tankoslojna kromatografija (TC).	2	Predavaona 1
P15	Plinska kromatografija (GC).	1	Predavaona 4
P16	Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti (HPLC).	1	Predavaona 8
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	Predavaona 8
P18	Ionska kromatografija (IC).	1	Predavaona 8
P19	Elektroforeza. Izoelektrično fokusiranje.	1	Predavaona 8
P20	Termoanalitičke metode (DSC).	1	Predavaona vijećnica
	<b>Ukupan broj sati predavanja</b>	<b>20</b>	

	<b>SEMINARI (tema seminara)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
S1, S2	Pogreške u kemijskoj analizi i obrada eksperimentalnih mjerenja. Umjerni postupci (metoda vanjskog standarda, metoda unutarnjeg standarda).	2	Predavaona 1
S3, S4	UV/VIS spektrofotometrija, elektromagnetski spektar, pretvaranje frekvencije u valnu duljinu, računanje energije elektromagnetskih valova, tumačenje UV spektara-učinak konjugacije.	2	Predavaona 8/9
S5, S6	IR spektrofotometrija organskih molekula	2	Predavaona 9/vijećnica
S7, S8	NMR, određivanje broja spektralnih linija NMR-signala, Analiza NMR spektara	2	Predavaona vijećnica/7
S9	Masena spektrometrija, Analiza mesenih spektara.	1	Predavaona 5
S10, S11	Identifikacija nepoznatog spoja primjenom IR-a, MS-a i NMR-a.	2	Predavaona 5
S12, S13	Kromatografija 1	2	Predavaona 1
S14, S15	Kromatografija 2	2	Predavaona 7
	<b>Ukupan broj sati seminara</b>	<b>15</b>	

	<b>VJEŽBE (tema vježbe)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
LAB V1, V2	Uvod u vježbe. Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) spektroskopija	2	Predavaona vijećnica
EXP V3-V6	Spektrometrija u vidljivom području. Metoda baždarnog pravca	4	Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju
LAB V7	Infracrvena (IR, FTIR) spektroskopija. Priprema uzoraka za spektrofotometriju	1	Predavaona vijećnica
EXP V8, V9	Infracrvena spektroskopija (IR)	2	Laboratorij za istraživanje makromolekula (NANORI)
LAB V10	Fluorescencija, fosforescencija	1	Predavaona 6
EXP V11	Atomska apsorpcijska spektroskopija (AAS). Atomska emisijska spektroskopija (AES).	1	Praktikum NZZJZ

EXP V12-V14	Tankoslojna kromatografija s denzitometrijom	3	Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju
LAB V15	Plinska kromatografija (GC)	1	Predavaona 7
EXP V16, V17	Priprema uzoraka za kromatografsku analizu (HPLC, GC)	2	Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju
EXP V18-V20	Plinska kromatografija (GC)	3	Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju
EXP V21-V23	Tekućinska kromatografija (LC)	3	Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju
EXP V24, V25	Plinska kromatografija. Kombinirane metode (GC-MS, LC-MS)	2	Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju /Praktikum NZZJZ
EXP V26-V28	Elektroforeza proteina. Priprema uzorka. Priprema gelova za elektroforezu	3	Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju
EXP V29, V30	Razlikovna pretražna kalorimetrija (DSC)	2	Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju
	<b>Ukupan broj sati vježbi</b>	<b>30</b>	

<b>POPRAVNI PARCIJALNI TESTOVI</b>	
1.	10.01.2022.
2.	21.01.2022.

<b>ISPITNI TERMINI (završni ispit)</b>	
1.	10.01.2022.
2.	14.02.2022.
3.	04.07.2022.
4.	08.09.2022.
5.	23.09.2022.



