

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci

Kolegij: INSTRUMENTALNE METODE

Voditelj: izv.prof.dr.sc. Dalibor Broznić, dalibor.broznic@medri.uniri.hr

Suradnici: prof.dr.sc. Srećko Valić, svalic@medri.uniri.hr

izv.prof.dr.sc. Marin Tota, marin.tota@medri.uniri.hr

izv.prof.dr.sc. Gordana Čanadi Jurešić, gordanacj@medri.uniri.hr

doc.dr.sc. Mirna Petković Didović, mirnabd@medri.uniri.hr

doc.dr.sc. Damir Klepac, damir.klepac@medri.uniri.hr

dr.sc. Iva Potočnjak, mag.sanit.ing, iva.potocnjak@medri.uniri.hr

Iva Vukelić dipl.sanit.ing., 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: 2020/2021

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, Kemija i okoliš, Metali u biološkim procesima).

Sadržaj kolegija

UVOD U KOLEGIJ. Suvremene metode izolacije analita iz matrice. Pregled metoda identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih zagadivala 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). Spektroskopija elektronska paramagnetske rezonancije (EPR). 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.

Ishodi učenja:

Kognitivna domena – znanje:

- Definirati i objasniti opća načela spektroskopskih (UV/VIS, IR, AAS/AES, NMR, EPR, FLS, FOS, MS) analitičkih tehnika te opisati građu i princip rada pripadajuće instrumentacije.
- Primijeniti opća načela spektroskopskih metoda u odabiru spektroskopske metode a poradi određivanja sadržaja analita u uzorku.
- Odrediti strukturu organskih molekula primjenom spektroskopskih metoda.
- Definirati i objasniti opća načela kromatografskih (TC, HPLC, GC, IC) analitičkih tehnika te opisati građu i princip rada pripadajuće instrumentacije.
- Primijeniti opća načela u odabiru prikladne kromatografske metode za razdvajanje komponenata smjese tvari te u određivanja sadržaja analita u uzorku na temelju podataka dobivenih kromatografskim separacijskim metodama.
- Definirati i objasniti opća načela elektroforetskih (Elektroforeza, Izoelektrično fokusiranje) i termo (TG i DSC) analitičkih tehnika te opisati građu i princip rada pripadajuće instrumentacije.

Ishodi učenja - vještine:

- Primijeniti opća načela u razdvajanju analita elektroforetskom tehnikom i izoelektričnim fokusiranjem te termo metodama.
- Samostalno izvesti prema danim uputama jednostavniju spektrofotometrijsku, kromatografsku ili elektroforetsku analizu uzoraka.
- Primijeniti stečeno znanje u prosudbi točnosti i preciznosti dobivenih eksperimentalnih podataka a na osnovu utjecaja pogrešaka koje se mogu javiti uslijed kemijske analize.
- Prikazati i izračunati rezultate kvantitativne kemijske analize te primijeniti teoretsko znanje u interpretaciji rezultata.

Popis obvezne ispitne literature:

1. Skoog D.A., Holler F.J., Crouch S.R., Principles of Instrumental Analysis, 6th 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, 6th 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, 5th 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 auktokromi, 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 djelove 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 djelove 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 djelove 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 djelove 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 djelove AES spektrometra, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja AES metode

P10. Spektroskopija elektronske paramagnetske rezonancije (EPR).

Ishodi učenja

- objasniti magnetska svojstva elektrona (orbitalno gibanje elektrona oko jezgre, spin elektrona, ukupni moment količine gibanja elektrona)

- objasniti osnovna načela EPR spektroskopije
- navesti i objasniti primjenu EPR spektroskopije
- navesti i objasniti sastavne dijelove EPR spektrometra, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja EPR spektroskopije kao metode
- navesti i objasniti parametre EPR spektra
- navesti i objasniti pomoćne tehnike EPR spektroskopije

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 djelove 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 djelove ICP-AES, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja ICP-AES kao metode
- navesti i objasniti primjenu ICP-MS
- navesti i objasniti sastavne djelove ICP-MS, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja ICP-MS kao metode
- navesti i objasniti primjenu GC-MS
- navesti i objasniti sastavne djelove GC-MS, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja GC-MS kao metode
- navesti i objasniti primjenu HPLC-MS
- navesti i objasniti sastavne djelove 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 djelove ionskog izmjenjivača
- objasniti ulogu supresora kod IC
- navesti objasniti ulogu eluensa za detekciju vodljivosti s kemijskom i elektronskom supresijom
- navesti i objasniti sastavne djelove 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 djelove 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 djelove 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-S5. UV/VIS spektrofotometrija, elektromagnetski spektar, pretvaranje frekvencije u valnu duljinu, računanje energije elektromagnetskih valova, tumačenje UV spektara-učinak konjugacije.

Ishodi učenja

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

S6, S7. IR spektrofotometrija organskih molekula

Ishodi učenja

- interpretirati IR spektre različitih organskih spojeva

S8. NMR, predviđanje broja NMR-signalu, Tumačenje NMR spektara.

Ishodi učenja

- objasniti kemijski pomak.

- interpretirati ^1H i ^{13}C NMR spektre organskih spojeva

S9. Masena spektrometrija, Tumačenje mesenih 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, ^1H i ^{13}C NMR spektara odrediti strukture različitih spojeva.
- objasniti karakteristične signale u IR, MS, ^1H i ^{13}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 auktokromi, 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 djelove UV/VIS spektrofotometra, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja UV/VIS metode

EXP V3-V6. Spektrometrija 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 djelove UV/VIS spektrofotometra
- samostalno kvantitativno određivanje analita na UV/VIS spektrofotometru
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

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 djelove 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 djelove 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 djelove 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

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

Ishodi učenja

- objasniti osnovni princip rada AAS i AES spektrometra
- navesti sastavne djelove 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 djelove 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 djelove 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 djelove 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 djelove 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 djelove 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. Elektroforeza proteina. Priprema uzorka. Priprema gelova za elektroforezu

Ishodi učenja

- navesti i objasniti sastavne djelove 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

EXP V29, V30. Razlikovna pretražna kalorimetrija (DSC)

Ishodi učenja

- navesti i objasniti sastavne djelove 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 i kolokvijima te odraditi vježbe. Prisutnost studenata na predavanjima i vježbama se evidentira. Za svaku vježbu potrebna je priprema proučavanjem bilježaka i literature. Svaku vježbu obvezno je opisati u obliku referata koji sadrži kratak opis metode, pripreme uzorka, instrumenta, izvedbe mjerenja, prikaz rezultata mjerenja te interpretaciju dobivenih rezultata. 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, laboratorijskih vježbi, parcijalnih testova i završnog ispita.

Ukupan postotak uspješnosti studenta tijekom nastave čini 60%, a završni ispit 40% ocjene.

Tijekom trajanja nastave kolegija Instrumentalne metode student može maksimalno sakupiti 60 ocjenskih bodova i još maksimalno 40 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 uspjeli ostvariti minimalno 30 ocjenskih bodova tijekom odvijanja nastave ili nisu položili pojedini parcijalni test ili nisu pristupili parcijalnom testu ili žele popraviti ukupan broj bodova (kao zadnja ocjena uzima se zadnji pisani test koji može značiti i negativnu ocjenu) mogu pristupiti popravcima Parcijalnih testova kako bi stekli uvjete za izlazak na Završni ispit.

Svaki parcijalni test ponavljati se može samo jedanput.

Struktura ocjene kolegija Instrumentalne metode u akademskoj godini 2020./2021. prikazana je u Tablici 1.

Tablica 1.

	VREDNOVANJE	MAX.BROJ OCJENSKIH BODOVA
Parcijalni testovi	1. Parcijalni test	20
	2. Parcijalni test	20
	Ukupno	40
Laboratorijske vježbe	Referati eksperimentalnih vježbi EXP V3-V6; EXP V8, V9, V11; EXP V12-V14; EXP V18- V20; EXP V21-V23; EXP V26-V28	9 (1,5 povjezbi)
	Referati eksperimentalnih vježbi EXP V26-V28; EXP V29, V30	2 (1 po vježbi)
	Završni kolokvij iz vježbi	9
	Ukupno	20
UKUPNO		60
Završni ispit	Pisani dio	20
	Usmeni dio	20
	Ukupno	40
UKUPNO		100

Parcijalni testovi:

Tijekom trimestra predviđena su dva parcijalna testa.

Prvi parcijalni test obuhvaća gradivo iz područja pripreme uzorka za analizu, modernih metoda izolacije analita iz matrice, metoda identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih zagađivala iz okoliša, validacija metode, statističke obrade i procjena rezultata i dobivanje informacija o sustavu, te spektroskopske metode analize. Testom je moguće ostvariti najviše 20 ocjenskih bodova. Postignuća na parcijalnom testu se vrednuju prema Tablici 2.

Drugi parcijalni test obuhvaća gradivo iz područja kromatografskih metoda, vezanih sustava analize te ostalih metoda navedenih Planom i programom. Testom je moguće ostvariti najviše 20 ocjenskih bodova. Postignuća na parcijalnom testu se vrednuju prema Tablici 2.

Tablica 2.

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

Završni ispit:

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

Vrednovanje pismenog dijela završnog ispita:

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

Vrednovanje usmenog dijela završnog ispita:

10 - 11 ocjenskih bodova: odgovor zadovoljava minimalne kriterije,
12 - 14 ocjenskih bodova: prosječan odgovor s primjetnim pogreškama,
15 - 17 ocjenskih bodova: vrlo dobar odgovor s neznatnim pogreškama,

18 - 20 ocjenskih bodova: izniman odgovor.

Formiranje ocjene

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

Studenti koji su tijekom nastave ostvarili:

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

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

Prema postignutom ukupnom broju bodova dodjeljuju se sljedeće konačne ocjene:

90% do 100% ocjene	A	izvrstan (5)
75% do 89,99% 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 brojana 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 potvrdama. Neopravdan izostanak s vježbi povlači negativnu konačnu ocjenu, a izostanci koji premašuju maksimalan broj dopuštenih sati onemogućuju pristup ispitu.

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

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

Pismeni radovi

U pismene radove ubrajaju se referati s vježbi, parcijalni testovi, završni kolokvij iz vježbi te pismeni dio ispita.

Referati. Studenti o svakoj vježbi pišu referate koji su podložni ocjeni. Tekst referata mora biti strukturiran kao znanstveni izvještaj. Osim sadržaja referata, na ocjenu utječu pravopisna ispravnost i dosljednost znanstvenom izričaju. Također, potiče se originalnost unutar zadanih okvira. U slučaju prenošenja informacija iz drugih vrela, potrebno je ispravno citirati izvorno djelo. Prepisivanje tekstova, rezultata i zaključaka bilo iz literature, bilo unutar kolegija nije prihvatljivo te negativno utječe na ocjenu.

Studenti su obvezni referat predati najkasnije do početka iduće vježbe. Voditelj/asistent je obavezan ocijeniti referat u najkraćem mogućem roku, ocjenu unijeti u evidenciju, te o njoj obavijestiti studenta. Voditelj kolegija zadržava referate do kraja trajanja kolegija odnosno do upisivanja ocjene u elektronički indeks.

Završni kolokvij iz vježbi: Polaže se nakon odslušanosti i odrađenosti eksperimentalnih vježbi. Kolokvij može biti pismeni ili usmeni. Odnosi se na praktični dio izvođenja vježbi. **Položen Završni kolokvij iz vježbi uvjet je za pristupanje Završnom pismenom ispitu.**

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

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

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

Kašnjenje i/ili neizvršavanje zadataka

Studenti se upućuju na točnost u dolasku na predavanja 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.

Referate iz vježbi treba predati u dogovorenim terminima, kako posljedica kašnjenja ne bi bilo smanjivanje ocjene ili dodavanje dodatnih zadataka.

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 Rijeci¹ 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 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.

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

SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2020./2021. godinu)

Tjedan nastave	Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
1 tjedan	05.10.2020.	P1, P2 (08:00 - 10:00) Predavaona 5*			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	06.10.2020.		S1, S2 (12:00 - 14:00) Predavaona 8*		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
2 tjedan	13.10.2020.	P3, P4 (12:00 - 14:00) Predavaona 1*			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	15.10.2020.	P5 (12:00 - 13:00) Predavaona 1*	S3 (13:00 - 14:00) Predavaona 1*		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
3 tjedan	19.10.2020.			LAB V1, LAB V2 (I i II grupa) (09:00 - 11:00) Predavaona 1*	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	21.10.2020.		S4, S5 (10:30 - 12:30) Predavaona 4*		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić

		P6 (08:00 - 09:00) Predavaona 1*		LAB V7 (I i II grupa) (09:00 - 10:00) Predavaona 1*	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
4 tjedan	23.10.2020.				
	26.10.2020.			EXP V3-V6 (I grupa) (08:00 - 12:00) Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju/online EXP V3-V6 (II grupa) (12:00 - 16:00) Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju/online	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	27.10.2020.		S6, S7 (08:00 - 10:00) Predavaona 8*		doc.dr.sc.Mirna Petković Didović
	28.10.2020.			EXP V8, V9 (I grupa) (08:00 - 10:00) Laboratorij za istraživanje makromolekula (NANORI)/online EXP V8, V9 (II grupa) (10:00 - 12:00) Laboratorij za istraživanje makromolekula (NANORI)/online	prof.dr.sc.Srećko Valić prof.dr.sc.Srećko Valić
	30.10.2020.	P7 (08:00 - 09:00) Predavaona 8*		LAB V10	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić

				(I i II grupa) (09:00 - 10:00) Predavaona 1*	
5 tjedan	02.11.2020.	P8, P9 (11:00 - 13:00) Predavaona 4*			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	03.11.2020.			EXP V11 (I grupa) (11:00 - 12:00) Praktikum NZZJZ/online EXP V11 (II grupa) (12:00 - 13:00) Praktikum NZZJZ/online	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	05.11.2020.	P10, P11 (11:00 - 13:00) Predavaona 5*			prof.dr.sc.Srećko Valić
6 tjedan	09.11.2020.	P12 (12:00 - 13:00) Predavaona 8*	S8 (11:00 - 12:00) Predavaona 8*		doc.dr.sc.Mirna Petković Didović izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	10.11.2020.		S9 (11:00 - 12:00) Predavaona 8*		doc.dr.sc.Mirna Petković Didović
	12.11.2020.		S10, S11 (11:00 - 13:00) Predavaona 4*		doc.dr.sc.Mirna Petković Didović
7 tjedan	16.11.2020.	P13, P14 (08:00 - 10:00) Predavaona 1*			izv.prof.dr.sc.Marin Tota
	17.11.2020.			EXP V12-V14 (I grupa) (08:00 - 11:00)	izv.prof.dr.sc.Gordana Čanadi Jurešić

				Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju/online EXP V12-V14 (II grupa) (11:00 - 14:00) Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju/online	izv.prof.dr.sc.Gordana Čanadi Jurešić
	18.11.2020.	I PARCIJALNI TEST			
	19.11.2020.		S12, S13 (10:00 - 12:00) Predavaona 5*		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	20.11.2020.	P15 (10:00 - 11:00) Predavaona 7*		LAB V15 (I i II grupa) (11:00 - 12:00) Predavaona 7*	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
8 tjedan	23.11.2020.		S14, S15 (11:00 - 13:00) Predavaona 7*		izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	26.11.2020.			EXP V16, V17 (I grupa) (11:00 - 13:00) Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju/online	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	27.11.2020.			EXP V16, V17 (II grupa) (11:00 - 13:00) Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju/online	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić

9 tjedan	30.11.2020.			EXP V18-V20 (I grupa) (11:00 - 14:00) Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju/online	izv.prof.dr.sc.Gordana Čanadi Jurešić izv.prof.dr.sc.Gordana Čanadi Jurešić
	02.12.2020.	P16, P17 (11:00 - 13:00) Predavaona 7*			izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
10 tjedan	07.12.2020.			EXP V21-V23 (I grupa) (08:00 - 11:00) Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju/online	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	08.12.2020.			EXP V21-V23 (II grupa) (08:00 - 11:00) Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju/online	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
	10.12.2020.	P18, (11:00 - 12:00) Predavaona 1* P19 (12:00 - 13:00) Predavaona 1*			izv.prof.dr.sc.Marin Tota izv.prof.dr.sc.Gordana Čanadi Jurešić
	11.12.2020.			EXP V24, V25 (I grupa) (11:00 - 13:00) Praktikum zavoda za medicinsku	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić

				kemiju, biokemiju i kliničku kemiju /Praktikum NZZJZ/online EXP V24, V25 (II grupa) (13:00 - 15:00) Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju /Praktikum NZZJZ/online	izv.prof.dr.sc.Dalibor Broznić
11 tjedan	14.12.2020.			EXP V26-V28 (I grupa) (11:00 - 14:00) Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju/online EXP V26-V28 (II grupa) (14:00 - 17:00) Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju/online	dr.sc.Iva Potočnjak Iva Vukelić, dipl.sanit.ing.
	16.12.2020.	P20 (11:00 - 13:00) Predavaona 7*			doc.dr.sc.Damir Klepac
	17.12.2020.			EXP V29,V30 (I grupa) (11:00 - 13:00) Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju/online EXP V29,V30 (II grupa) (13:00 - 15:00) Praktikum zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju/online	doc.dr.sc.Damir Klepac doc.dr.sc.Damir Klepac

12 tjedan	21.12.2020.	II PARCIJALNI TEST
-----------	-------------	--------------------

* Napomena: s obzirom na epidemiološku situaciju, predavanja i seminari se u zimskom semestru akad. god. 2020./21. izvode *online*. Za fizičko odvijanje nastave predviđene su prostorije koje će se koristiti odlukom voditelja kolegija, o čemu će studenti biti unaprijed obaviješteni.

Popis predavanja, seminara i vježbi:

	PREDAVANJA (tema predavanja)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
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 1
P4, P5	Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) spektroskopija.	2	Predavaona 1
P6	Infracrvena (IR, FTIR) spektroskopija.	1	Predavaona 1
P7	Fluorescencija, Fosforescencija.	1	Predavaona 8
P8	Atomska apsorpcijska spektroskopija (AAS).	1	Predavaona 4
P9	Atomska emisijska spektroskopija (AES).	1	Predavaona 4
P10	Spektroskopija elektronske paramagnetske rezonancije (EPR).	1	Predavaona 5
P11	Nuklearna magnetska rezonancija (NMR).	1	Predavaona 5
P12	Spektrometrija masa (MS).	1	Predavaona 8
P13, P14	KROMATOGRAFSKE METODE ANALIZE. Tankoslojna kromatografija (TC).	2	Predavaona 1
P15	Plinska kromatografija (GC).	1	Predavaona 7
P16	Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti (HPLC).	1	Predavaona 7

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 7
P18	Ionska kromatografija (IC).	1	Predavaona 1
P19	Elektroforeza. Izoelektrično fokusiranje.	1	Predavaona 1
P20	Termoanalitičke metode (DSC).	1	Predavaona 7
	Ukupan broj sati predavanja	20	

	SEMINARI (tema seminara)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
S1, S2	Pogreške u kemijskoj analizi i obrada eksperimentalnih mjerenja. Umjerna postupci (metoda vanjskog standarda, metoda unutarnjeg standarda).	2	Predavaona 8
S3-S5	UV/VIS spektrofotometrija, elektromagnetski spektar, pretvaranje frekvencije u valnu duljinu, računanje energije elektromagnetskih valova, tumačenje UV spektara-učinak konjugacije.	3	Predavaona 1/4
S6, S7	IR spektrofotometrija organskih molekula	2	Predavaona 8
S8	NMR, predviđanje broja NMR-signala, Tumačenje NMR spektara	1	Predavaona 8
S9	Masena spektrometrija, Tumačenje mesenih spektara.	1	Predavaona 8
S10, S11	Identifikacija nepoznatog spoja primjenom IR-a, MS-a i NMR-a.	2	Predavaona 4
S12, S13	Kromatografija 1	2	Predavaona 5
S14, S15	Kromatografija 2	2	Predavaona 7
	Ukupan broj sati seminara	15	

	VJEŽBE (tema vježbe)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
LAB V1, V2	Uvod u vježbe. Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) spektroskopija	2	Predavaona 1
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 1
EXP V8, V9	Infracrvena spektroskopija (IR)	2	Laboratorij za istraživanje makromolekula (NANORI)
LAB V10	Fluorescencija, fosforescencija	1	Predavaona 8
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
	Ukupan broj sati vježbi	30	

	POPRAVNI PARCIJALNI TESTOVI
1.	07.01.2021.
2.	21.01.2021.

	ISPITNI TERMINI (završni ispit)
1.	07.01.2021.
2.	13.02.2021.
3.	05.07.2021.
4.	08.09.2021.
5.	24.09.2021.