



Kolegij: **Fizikalne metode**

Voditelj: **doc. dr. sc. Mirna Petković Didović**

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

Studij: **Preddiplomski sveučilišni studij Medicinsko-laboratorijska dijagnostika**

Godina studija: **II. godina**

Akadska godina: **2022./2023.**

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 **Fizikalne metode** obvezni je predmet na 2. godini Preddiplomskog sveučilišnog studija studija Medicinsko-laboratorijska dijagnostika koji se održava u 2. semestru, a sastoji se od 15 sati predavanja, 15 sati seminara i 15 sati vježbi, ukupno 45 sati (4,5 ECTS).

Cilj ovog predmeta je omogućiti studentima stjecanje teorijskih i praktičnih znanja odabranih fizikalno-kemijskih tehnika koje se koriste u suvremenim kliničkim laboratorijima.

Sadržaj predmeta je sljedeći: UV-VIS spektroskopija. Infracrvena (IR) spektroskopija. Masena spektrometrija (MS). Kromatografija. Vezani sustavi. Nuklearna magnetska rezonancija (NMR spektroskopija). Elektroforeza.

ISHODI UČENJA ZA PREDMET:

I. KOGNITIVNA DOMENA – ZNANJE

- opisati i objasniti načine međudjelovanja elektromagnetskog zračenja i materije
- navesti primjenu UV-VIS spektrofotometrije, s posebnim naglaskom na primjenu u struci
- navesti primjenu IR spektroskopije, s posebnim naglaskom na primjenu u struci
- navesti primjenu kromatografije, s posebnim naglaskom na primjenu u struci
- razlikovati tehnike/metode kromatografije i obrazložiti kriterije odabira za pojedinu svrhu
- navesti primjenu MS-a, s posebnim naglaskom na primjenu u struci
- navesti primjenu vezanih sustava, s posebnim naglaskom na primjenu u struci
- navesti primjenu NMR spektroskopije, s posebnim naglaskom na primjenu u struci
- obrazložiti primjenu i osnovna načela elektroforeze

II. PSIHMOTORIČKA DOMENA – VJEŠTINE

- izračunati parametre koji ih definiraju elektromagnetsko zračenje
- snimiti i interpretirati UV-VIS spektar jednostavnijih molekula
- izraditi i analizirati baždarni pravac; primijeniti ga za određivanje nepoznate koncentracije UV-VISom u jednostavnijim sustavima
- temeljem obilježja molekule predvidjeti/odabrati najpogodniju metodu spektroskopske analize
- interpretirati IR spektar jednostavnijih organskih molekula
- interpretirati osnovnu razinu MS spektara, kvalitativno i kvantitativno
- interpretirati jednostavnije kromatograme
- temeljem svojstava uzorka odrediti pogodnu kromatografsku analizu
- interpretirati osnovnu razinu LC-MS spektara
- interpretirati osnovnu razinu NMR spektara, kvalitativno
- interpretirati rezultate elektroforeze

Izvođenje nastave:

Nastava se izvodi u obliku interaktivnih predavanja i seminara, te eksperimentalnih vježbi.

Studentu je obveza pripremiti gradivo potrebno za aktivno sudjelovanje na seminarima, a posebno za eksperimentalne vježbe, što će se provjeravati ulaznim kolokvijem za svaku vježbu.

Nastavnik ocjenjuje sudjelovanje studenta u radu seminara (pokazano znanje, razumijevanje, sposobnost postavljanja problema, zaključivanje, itd.). Također se ocjenjuju i druge aktivnosti studenta: savjesno ponašanje u laboratoriju, sposobnost primjene prethodno naučenih znanja i vještina, vođenje radnog dnevnika.

Popis obvezne ispitne literature:

1. Štraus B., Stavljenić-Rukavina A., Plavšić F., Analitičke tehnike u kliničkom laboratoriju, Medicinska naklada, Zagreb 1997.
2. Skoog D.A., West D.M., Holler F.O., Osnove analitičke kemije, Školska knjiga, Zagreb, 1999.
3. Praktikum iz Fizikalne kemije, interna skripta

Popis dopunske literature:

1. R.H. Petrucci, F.G. Herring, J.D. Madura, C. Bissonette: General Chemistry - Principles and Modern Applications, 11th edition, Pearson Canada Inc., Totonto, 2017.
2. M. Silberberg: Chemistry - The Molecular Nature of Matter and Change, 3rd edition, McGraw Hill: Boston, 2003.
3. J. McMurry and R.C. Fay: Chemistry, 3rd edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2001.
4. P.W. Atkins and L. Jones: Chemistry - Molecules, Matter and Change, 3rd edition, A Scientific American Book, New York, 1997.
5. Atkins P., de Paula J., and Keeler J., Physical Chemistry, 11th Edition, Oxford University Press, 2017.

Nastavni plan:

Popis predavanja (s naslovima i pojašnjenjem):

Predavanje 1 Uvodno predavanje

Ishodi učenja:

- navesti oblike nastave, pregled gradiva i načine vrednovanja na kolegiju, te prava i obaveze

Predavanje 2 i 3 Međudjelovanje zračenja i materije

Ishodi učenja:

- objasniti elektronsku strukturu atoma
- razlikovati vrste gibanja kod molekula
- razlikovati vrste energijskih razina u elektronskoj strukturi molekula i njihov međudnos
- nabrojati vrste elektromagnetskog (EM) zračenja i njihova osnovna obilježja
- objasniti parametre koji definiraju EM zračenje i analizirati odnose među njima
- razlikovati pojmove apsorpcija, emisija, raspršenje zračenja
- povezati vrstu zračenja s fenomenom koje ono u interakciji s materijom uzrokuje
- napisati izraze koji povezuju frekvenciju, valnu duljinu, valni broj i energiju zračenja
- definirati, objasniti i primijeniti Bohrove postulate

Predavanje 4 i 5 UV-VIS spektrofotometrija

Ishodi učenja:

- nabrojati praktične primjene UV-VIS spektrofotometrije
- odabrati vrste spojeva/otopina koje mogu biti analizirane UV-VIS spektrofotometrijom
- opisati osnovna načela
- definirati (kvalitativno i kvantitativno) Lambert-Beerov zakon
- primijeniti Lambert-Beerov zakon

- nacrtati graf ovisnosti apsorbancije o valnoj duljini i apsorbancije o koncentraciji
- korelirati graf ovisnosti apsorbancije o valnoj duljini s bojom otopine
- objasniti primjenu linearne regresije
- linearizirati nelinearne jednačbe
- nabrojati i objasniti dijelove spektrofotometra

Predavanje 6 Uvod u kromatografske metode i masenu spektrometriju (MS)

Ishodi učenja:

- nabrojati vrste kromatografskih metoda i tehnika
- objasniti osnovna načela kromatografije i masene spektrometrije

Predavanje 7 Primjena linearne regresije u spektroskopiji

Ishodi učenja:

- opisati značenje i način primjene linearne regresije u spektroskopskim tehnikama
- konkretnim primjerima objasniti fizikalno značenje osnovnih komponenti jednačbe pravca

Predavanje 8,9 Infracrvena (IR) spektroskopija

Ishodi učenja:

- objasniti i izračunati vibracijske modove molekula
- izabrati koje molekule mogu biti analizirane IR spektroskopijom, i s kojom svrhom, s posebnim naglaskom na primjenu u struci
- objasniti kako nastaju vrpce na IR spektrima
- nabrojati osnovne sekcije na IR spektru
- objasniti položaje i intenzitete vrpce
- povezati valni broj i oblik vrpce s funkcionalnom skupinom

Predavanje 10,11 Nuklearna magnetska rezonancija (NMR)

Ishodi učenja:

- objasniti glavna načela NMR-a
- razlikovati koje jezgre mogu biti analizirane NMR-om, i s kojom svrhom, s posebnim naglaskom na primjenu u struci
- definirati kemijski pomak
- povezati obilježje spektra (kemijski pomak, multiplitet, intenzitet) s informacijom koju daje
- analizirati/ odrediti strukturu jednostavnijih molekula iz NMR spektra, te kombinacije NMR, IR i MS spektara

Predavanje 12 Elektroforeza

Ishodi učenja:

- objasniti glavna načela elektroforeze
- obrazložiti primjenu elektroforeze, s posebnim naglaskom na primjenu u struci
- nabrojati pojedine metode elektroforeze i obrazložiti uporabu pojedine metode

Predavanje 13 Ponavljanje i povezivanje prethodnog gradiva, primjeri iz struke

Ishodi učenja:

- povezati detalje pojedinih tehnika u veću cjelinu, na konkretnim primjerima iz struke

Predavanje 14,15 Završni ispit

.

Popis seminara s pojašnjenjem:

Seminar 1,2 Međudjelovanje zračenja i materije

Ishodi učenja:

- izračunati frekvenciju, valnu duljinu, valni broj, broj fotona, energiju zračenja, i dr.
- primijeniti Bohrove postulate za izračun/predviđanje položaja apsorpcijskih maksimuma

Seminar 3-8 Kromatografske tehnike

Ishodi učenja:

- detaljno objasniti načela i svrhu svih kromatografskih metoda i tehnika
- opisati koncept teorijskih tavana, retencijskih vremena, superkritičnih fluida, i dr.
- nabrojati sve primjene kromatografije, s posebnim naglaskom na primjenu u struci
- obrazložiti primjenu pojedine metode/tehnike
- nabrojati dijelove kromatografskih sustava
- opisati svrhu svih dijelova kromatografskih sustava

Seminar 9,10 Masena spektrometrija

Ishodi učenja:

- nabrojati i opisati svrhu pojedinih dijelova masenog spektrometra
- nabrojati sve primjene MSa, s posebnim naglaskom na primjenu u struci
- opisati certificirane MS metode analize; procijeniti funkcionalnost sustava
- analizirati MS spektre
- odrediti strukturu jednostavnijih molekula iz MS spektra

Seminar 11,12 Vezani sustavi

Ishodi učenja:

- nabrojati tipove vezanih sustava
- obrazložiti svrhu vezanih sustava, s naglaskom na vezani sustav HPLC-MS
- nabrojati sve prednosti vezanih sustava

Seminar 13-14 Primjena linearne regresije u spektroskopiji

Ishodi učenja:

- primijeniti linearnu regresiju za crtanje baždarnih pravaca
- odrediti nepoznatu koncentraciju iz zadanih eksperimentalnih podataka, na realnim primjerima

Seminar 15 Analiza IR spektara

Ishodi učenja:

- odrediti strukture jednostavnih molekula iz IR spektara

Popis vježbi s pojašnjenjem:

Popis vježbi s pojašnjenjem:

Laboratorijska vježba 1 (demonstracijska)

Ishodi učenja:

Upoznavanje s radom kromatografskih sustava.

Laboratorijska vježba 2 Spektrofotometrija 1

Ishodi učenja:

- rukovati UV-VIS spektrofotometrom uz nadzor
- izmjeriti absorbancije otopina zadanih koncentracija
- izraditi baždarni dijagram
- grafički odrediti nepoznatu koncentraciju

Laboratorijska vježba 3 Spektrofotometrija 2

Ishodi učenja:

- samostalno odrediti nepoznatu koncentraciju zadanog uzorka

Laboratorijska vježba 4 Elektroforeza

Ishodi učenja:

- upotrijebiti elektroforezu za analizu uzorka proteina

Obveze studenata:

Prisustvovanje predavanjima, seminarima i vježbama, uz prethodnu pripremu. Vježbe: ulazni kolokvij, vođenje dnevnika rada tijekom vježbe i izrada referata nakon.

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

ECTS bodovni sustav ocjenjivanja:

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

Rad studenata vrednovat će se i ocjenjivati tijekom izvođenja nastave, te na završnom ispitu. Od ukupno **100 bodova**, tijekom nastave student može ostvariti **70 bodova**, a na završnom ispitu **30 bodova**.

I. Tijekom nastave vrednuje se (maksimalno do 70 bodova):

Studenti tijekom semestra mogu sakupiti 60 % ukupnih bodova, a na završnom ispitu preostalih 40 %.

- Vježbe sumarno nose 40 % ukupnih bodova (40 od 100), svaka vježba po 10 bodova. Kod svake se vježbe boduju ulazni kolokviji (položen kolokvij podrazumijeva 50 % točnih odgovora), rad u praktikumu i referati (točnost i urednost; u ikojem dijelu prepisani referat ili referat predan iza dogovorenog roka nosi 0 bodova).
- 20 % ukupnih bodova (20 od 100) može se skupiti kroz aktivno sudjelovanje na predavanjima i seminarima, po zajedničkoj procjeni svih predmetnih nastavnika.
- Završni se ispit sastoji od pismenog i usmenog dijela. Pismeni ispit kombinacija je raznih vrsta pitanja objektivnog tipa te računskih zadataka. Za pristup usmenom ispitu, pismeni dio mora biti riješen s najmanje 50 % točnosti.

II. Završni ispit (do 30 bodova)

Pismeni

Za ispit riješen s minimalno 50 % točnosti, broj dobivenih ocjenskih bodova proporcionalan je postotku točnosti (100 % = 20 boda, 75 % = 15 boda, 50 % = 10 boda; 49,5 % = 0 bodova).

Usmeni

Usmeni se sastoji od 5 pitanja. Ukoliko jedno ili više ostane u potpunosti neodgovoreno, ostvarena ocjena će biti neuspješan (F).

OPIS KVALITETE ODGOVORA	BODOVI
Minimalno ili gotovo minimalno potpuni odgovori na sva pitanja	10-11
Minimalno ili gotovo minimalno potpuni odgovori na većinu pitanja	12-14
Potpuni ili gotov potpuni odgovori na većinu pitanja	15-17
Potpuni ili gotov potpuni odgovori na sva pitanja	18-20

Sumarna tablica bodovanja

		BODOVI
Laboratorijske vježbe	Odrađene vježbe i priznati referati	40 (4 x 10)

Aktivnost tijekom nastave	Redovito pohađanje, aktivno sudjelovanje u diskusijama i rješavanju problema	20
	Ukupno tijekom semestra	60
Završni ispit	Pismeni dio	20
	Usmeni dio	20
	Ukupno	40
UKUPNO		100

Tko može pristupiti završnom ispitu:

Završnom ispitu mogu pristupiti studenti koji su skupili su najmanje 30 % od ukupnog broja bodova (30 od 100) i imaju priznato minimalno 3 vježbe (priznata vježba podrazumijeva uspješno odrađenu vježbu i priznat referat).

Tko ne može pristupiti završnom ispitu:

- **Studenti koji su tijekom nastave ostvarili 0 do 29,9 bodova ili koji imaju 30% i više izostanaka s nastave.** Takav student je **neuspješan (1) F** i ne može izaći na završni ispit, tj. mora predmet ponovno upisati naredne akademske godine.
- **Studenti koji nemaju priznato minimalno 3 vježbe (priznata vježba podrazumijeva uspješno odrađenu vježbu i priznat referat).** Konačna ocjena je zbroj ECTS ocjene ostvarene tijekom nastave i na završnom ispitu:

Konačna ocjena	
A (90-100%)	izvrstan (5)
B (75-89,9%)	vrlo-dobar (4)
C (60-74,9%)	dobar (3)
D (50-59,9%)	dovoljan (2)
F (studenti koji su tijekom nastave ostvarili manje od 30 bodova ili nisu položili završni ispit)	nedovoljan (1)

Termini održavanja testova tijekom nastave:

ZAVRŠNI ISPITI

1. rok: 16.5.2023.

ostali ispitni rokovi: po dogovoru

Mogućnost izvođenja nastave na stranom jeziku:

ne

Ostale napomene (vezane uz kolegij) važne za studente:

Nastavni sadržaji i sve obavijesti vezane uz kolegij nalaze se na platformi Merlin.

SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2023./2023. godinu)

	Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
				Praktikum Zavoda	
	I. tjedan				
Po	6.3.2023.				
Ut	7.3.				
Sr	8.3.				
Če	9.3.				
Pe	10.3.				
	II. tjedan				
Po	13.3.2023.				
Ut	14.3.				
Sr	15.3.	P 1-3 12.15 – 15 h, pred. 4			doc.dr.sc. Mima Petković Didović
Če	16.3.				
Pe	17.3.				
	III. tjedan				
Po	20.3.2023.				
Ut	21.3.				
Sr	22.3.	P 4 14.15 – 15 h, pred.4	S 1,2 12.15 – 14 h, pred.4		dr.sc. Iva Potočnjak doc.dr.sc. Mima Petković Didović
Če	23.3.				
Pe	24.3.				
	IV. tjedan				
Po	27.3.2023.				
Ut	28.3.				
Sr	29.3.	P 5,6 13.30 – 15 h, pred.6			doc.dr.sc. Mima Petković Didović
Če	30.3.				
Pe	31.3.				
	V. tjedan				
Po	3.4.2023.				
Ut	4.4.2023.		S3,4 15.00 – 16.30 h, pred.4		dr.sc. Orjen Petković
Sr	5.4.				
Če	6.4.				
Pe	7.4.				
	VI. tjedan				
Po	10.4.2023.				
Ut	11.4.		S5-8 8.00 – 11.30 h, pred. ORL (u KBCu)		dr.sc. Orjen Petković
Sr	12.4.		S9,10 8.00 – 9.30 h, pred.4		dr.sc. Orjen Petković
Če	13.4.			Vježba 1 (10 – 13 h) G1 (13 – 16 h) G2	dr.sc. Orjen Petković
Pe	14.4.				
	VII. tjedan				
Po	17.4.2023.				

Ut	18.4.		S11,12 15.00 – 16.30 h; pred.4		dr.sc. Orjen Petković
Sr	19.4.	P7 8.15 – 9 h; pred.5	S13,14 9.15 – 11 h; pred.5		doc.dr.sc. Mima Petković Didović dr.sc. Iva Potočnjak
Če	20.4.			Vježba 2 (10 – 13 h) G2 (13 – 16 h) G1	dr.sc. Iva Potočnjak
Pe	21.4.				
	VIII.	tjedan			
Po	24.4.2023.				
Ut	25.4.	P8 8.15 – 9.00 h , pred.7 P9 9.00 – 9.45 h , pred.1	S15 10.00 – 10.45 h; pred.1		doc.dr.sc. Mima Petković Didović dr.sc. Iva Potočnjak
Sr	26.4.				
Če	27.4.			Vježba 3 (10 – 13 h) G1 (13 – 16 h) G2	dr.sc. Iva Potočnjak
Pe	28.4.				
	IX.	tjedan			
Po	1.5.2023.				
Ut	2.5.	P10,11 11.15 – 12.45 h; pred.7 P12 13 h – 13.45 h; pred.7			doc.dr.sc. Mima Petković Didović doc.dr.sc. Sunčica Buljević
Sr	3.5.				
Če	4.5.			Vježba 4 (10 – 13 h) G2 (13 – 16 h) G1	doc.dr.sc. Sunčica Buljević
Pe	5.5.				
	X.	tjedan			
Po	8.5.2023.				
Ut	9.5.				
Sr	10.5.				
Če	11.5.				
Pe	12.5.				
	XI.	tjedan			
Po	15.5.2023.	P13 11 – 12 h; pred.6			doc.dr.sc. Mima Petković Didović
Ut	16.5.		ZAVRŠNI ISPIT 13 – 15 h, pred.1		doc.dr.sc. Mima Petković Didović
Sr	17.5.				
Če	18.5.				
Pe	19.5.				

Popis predavanja, seminara i vježbi:

	PREDAVANJA (tema predavanja)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
P1	Uvodno predavanje	1	pred. 4
P2,3	Međudjelovanje zračenja i materije	2	pred. 4

P4,5	UV-VIS spektrofotometrija	2	pred. 4, pred. 6
P6	Uvod u kromatografske metode i masenu spektrometriju	1	pred. 6
P7	Primjena linearne regresije u spektroskopiji	1	pred. 5
P8,9	Infracrvena spektroskopija	2	pred. 7, pred. 1
P10,11	Nuklearna magnetska rezonancija	2	pred. 7
P12	Elektroforeza	1	pred. 7
P13	Povezivanje gradiva, primjeri iz struke	1	pred. 6
P14,15	Završni ispit	2	pred. 1
	Ukupan broj sati predavanja	15	

	SEMINARI (tema seminara)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
S1,2	Međudjelovanje zračenja i materije	2	pred. 4
S3-8	Kromatografske tehnike	6	pred. 4 pred. ORL (u KBCu)
S9,10	Masena spektrometrija	2	pred. 4
S11,12	Vezani sustavi	2	pred. 4
S13,14	Linearna regresija	2	pred. 5
S15	Analiza IR spektara	1	pred. 1
	Ukupan broj sati seminara	15	

	VJEŽBE (tema vježbe)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
V1	Kromatografija, masena spektrometrija, vezani sustav	4	Praktikum Zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju
V2	Spektrofotometrija 1	4	Praktikum Zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju
V3	Spektrofotometrija 2	4	Praktikum Zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju
V4	Elektroforeza	3	Praktikum Zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju
	Ukupan broj sati vježbi	15	

	ISPITNI TERMINI (završni ispit)
1.	16.5.2023.
2.	23.6.2023.
3.	17.7.2023.
4.	15.9.2023.
5.	