



Kolegij: **Fizikalne metode**

Voditelj: izv. prof. dr. sc. **Mirna Petković Didović, dipl. ing. kemije**

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

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

Godina studija: **II. godina**

Akadska godina: **2023./2024.**

## 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
- navesti primjenu kompleksnih spojeva 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, 11<sup>th</sup> 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 2-4 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 5,6 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
- odrediti strukture jednostavnih molekula iz IR spektara

#### **Predavanje 7, 8 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
- nabrojati i objasniti dijelove spektrofotometra

#### **Predavanje 9 Primjena linearne regresije**

##### **Ishodi učenja:**

- nabrojati i objasniti komponente jednadžbe pravca
- linearizirati nelinearne jednadžbe
- opisati značenje i način primjene linearne regresije u spektroskopskim tehnikama
- konkretnim primjerima objasniti fizikalno značenje osnovnih komponenti jednadžbe pravca

#### **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

#### **Predavanje 12, 13 Kompleksni spojevi**

##### **Ishodi učenja:**

- nabrojati glavne komponente kompleksnih spojeva
- razlikovati mono- i polidentatne ligande
- opisati uobičajene kelirajuće ligande (EDTA)
- navesti primjere i opisati strukturu bioloških molekula koje su kompleksi
- navesti primjere uporabe kompleksnih spojeva u medicinskoj dijagnostici

#### **Predavanje 14 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 15 Završni ispit**

#### **Popis seminara s pojašnjenjem:**

##### **Seminar 1,2 Ponavljanje; mjerne jedinice**

- ponoviti osnovne zakonitosti iz opće kemije relevantne za nadolazeće gradivo
- sistematizirati mjerne jedinice
- pretvarati i preračunavati mjerne jedinice, uz poštivanje značajnih znamenki
- razlikovati točnost i preciznost mjerenja
- pravino odčitavati s raznih mjernih skala

##### **Seminar 3-5 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 6, 7 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 8, 9 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 10, 11 Analiza referata vježbe 1; kombinirani zadaci**

- analizirati rezultate zadataka iz referata
- analizirati i rješavati konkretne probleme iz struke koje uključuju kromatografiju i masenu spektrometriju

**Seminar 12, 13 Primjena linearne regresije u spektroskopiji****Ishodi učenja:**

- primijeniti linearnu regresiju na primjerima iz struke
- odrediti nepoznatu koncentraciju iz zadanih eksperimentalnih podataka, na realnim primjerima

**Seminar 14 Nuklearna magnetska rezonancija (NMR)****Ishodi učenja:**

- analiza NMR spektara
- analizirati/ odrediti strukturu jednostavnijih molekula iz NMR spektra, te kombinacije NMR, IR i MS spektara

**Seminar 15 Ponavljanje i povezivanje prethodnog gradiva, primjeri iz struke****Ishodi učenja:**

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

**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 %.

- a) 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).
- b) 20 % ukupnih bodova (20 od 100) može se skupiti kroz aktivno sudjelovanje na predavanjima i seminarima, po zajedničkoj procjeni svih predmetnih nastavnika.
- c) 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
<b>Laboratorijske vježbe</b>	Odrađene vježbe i priznati referati	40 (4 x 10)
	Redovito pohađanje, aktivno sudjelovanje u diskusijama i rješavanju problema	20
<b>Ukupno tijekom semestra</b>		<b>60</b>
<b>Završni ispit</b>	Pismeni dio	20
	Usmeni dio	20
	<b>Ukupno</b>	<b>40</b>
<b>UKUPNO</b>		<b>100</b>

#### 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: 13.5.2024.

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./2024. godinu)**

	Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
				Praktikum Zavoda	
	I. tjedan				
Po	4.3.2024.				
Ut	5.3.				
Sr	6.3.				
Če	7.3.				
Pe	8.3.				
	II. tjedan				
Po	11.3.2024.				
Ut	12.3.				
Sr	13.3.	P 1 13.15 – 14.00 h pred. 5	S 1, 2 14.15 – 16.00 h pred. 5		izv.prof.dr.sc. Mima Petković Didović
Če	14.3.				
Pe	15.3.				
	III. tjedan				
Po	18.3.2024.				
Ut	19.3.				
Sr	20.3.	P 2 – 4 12.15 – 15.00 h pred 15 (vijećnica)			izv.prof.dr.sc. Mima Petković Didović
Če	21.3.				
Pe	22.3.				
	IV. tjedan				
Po	25.3.2024.				
Ut	26.3.		S 3, 4 15.15 – 16.45 h pred 1		dr.sc. Orjen Petković
Sr	27.3.	P 5, 6 13.30 – 15.15 h pred 4			izv.prof.dr.sc. Mima Petković Didović
Če	28.3.				
Pe	29.3.				
	V. tjedan				
Po	1.4.2024.				
Ut	2.4.2024.		S 5 – 7 8.15 – 11.00 h pred 4		dr.sc. Orjen Petković
Sr	3.4.		S 8, 9 15.15 – 16.45 h pred 4		dr.sc. Orjen Petković
Če	4.4.			Vježba 1 (8 – 11 h ) G1 (11 – 14 h ) G2	dr.sc. Orjen Petković
Pe	5.4.				
	VI. tjedan				
Po	8.4.2024.				
Ut	9.4.	P 7, 8 10.15 – 12.00 h pred 5			izv.prof.dr.sc. Mirna Petković Didović
Sr	10.4.				



Če	11.4.				
Pe	12.4.				
	VII. tjedan				
Po	15.4.2024.				
Ut	16.4.		S10,11 15.15 – 16.45 h pred 1		dr.sc. Orjen Petković
Sr	17.4.	P9 8.15 – 9.00 h; pred 5	S12,13 9.15 – 11.00 h pred 5		izv.prof.dr.sc. Mima Petković Didović
Če	18.4.			Vježba 2 (10 – 13 h ) G2 (13 – 16 h ) G1	dr.sc. Iva Potočnjak
Pe	19.4.				
	VIII. tjedan				
Po	22.4.2024.				
Ut	23.4.	P10,11 8.15–9.00 h pred 6 9.15 – 10.00 h pred 1	S14 10.15 – 11.00 h pred 1		izv.prof.dr.sc. Mima Petković Didović
Sr	24.4.				
Če	25.4.			Vježba 3 (10 – 13 h ) G1 (13 – 16 h ) G2	dr.sc. Iva Potočnjak
Pe	26.4.				
	IX. tjedan				
Po	29.4.2024.				
Ut	30.4.	P12,13 11.15 – 12.45 h; pred 9 P14 13 h – 13.45 h; pred 9			izv.prof.dr.sc. Mima Petković Didović doc.dr.sc. Sunčica Buljević
<b>Sr</b>	<b>1.5.</b>				
Če	2.5.			Vježba 4 (10 – 13 h ) G2 (13 – 16 h ) G1	doc.dr.sc. Sunčica Buljević
Pe	3.5.				
	X. tjedan				
Po	6.5.2024.				
Ut	7.5.				
Sr	8.5.				
Če	9.5.				
Pe	10.5.				
	XI. tjedan				
Po	13.5.2024.		S15 11 – 12 h pred 6		izv.prof.dr.sc. Mima Petković Didović
Ut	14.5.		ZAVRŠNI ISPIT 13– 15 h		izv.prof. dr.sc. Mima Petković Didović
Sr	15.5.				
Če	16.5.				
Pe	17.5.				

**Popis predavanja, seminara i vježbi:**

	<b>PREDAVANJA (tema predavanja)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
P1	Uvodno predavanje	1	
P2-4	Međudjelovanje zračenja i materije	3	
P5,6	Infracrvena spektroskopija	2	
P7,8	UV/VIS spektrofotometrija	2	
P9	Primjena linearne regresije	1	
P10,11	Nuklearna magnetska rezonancija	2	
P12,13	Kompleksni spojevi, primjena u dijagnostici	2	
P14	Elektroforeza	1	
P15	Završni ispit	1	
	<b>Ukupan broj sati predavanja</b>	<b>15</b>	

	<b>SEMINARI (tema seminara)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
S1,2	Ponavljjanje; Mjerenja i mjerne jedinice	2	
S3-5	Kromatografske tehnike	3	
S6,7	Masena spektrometrija	2	
S8,9	Vezani sustavi	2	
S10,11	Analiza; Zadaci za vježbu (kromatografija, MS)	2	
S12,13	Primjena linearne regresije	2	
S14	Nuklearna magnetska rezonancija	1	
S15	Kombinirani zadaci, primjeri iz struke	1	
	<b>Ukupan broj sati seminara</b>	<b>15</b>	

	<b>VJEŽBE (tema vježbe)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
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
	<b>Ukupan broj sati vježbi</b>	<b>15</b>	

	<b>ISPITNI TERMINI (završni ispit)</b>
1.	14.5.2024.
2.	10.6.2024.
3.	15.7.2024.
4.	13.9.2024.
5.	

