

OPĆE INFORMACIJE		
Naziv kolegija	Mjerenja u fizici	
Studijski program	Sveučilišni prijediplomski studij Fizika	
Status kolegija	izborni	
Semestar	5.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS bodovi	5
	Broj sati (P+V+S)	30 + 15 + 15
Nositelj kolegija	izv. prof. dr.sc. Iva Šarić Janković	
Kontakt	051/584-638	
Vrijeme i mjesto konzultacija	Po dogovoru, O-118	
Jezik izvođenja nastave	Hrvatski	
Web stranica kolegija	Portal sustava Merlin (srce.hr)	
Vrijeme i mjesto izvođenja nastave	Prema rasporedu sati objavljenom na mrežnoj stranici Fakulteta za fiziku.	
Izravna (učionička) nastava	30P + 15V + 15S, 100%	
Virtualna nastava	0%	
Ispitni rokovi	4.2.2025. (10:00)	
	18.2.2025. (10:00)	
	8.7.2025. (10:00)	
	9.9.2025. (10:00)	

OPIS KOLEGIJA
<p><b>1.1. Ciljevi kolegija</b></p> <p>Cilj ovog predmeta je upoznati studente s važnosti eksperimenata i mjerenja fizikalnih veličina u oblikovanju ili provjeri teorijskih modela. Nakon pregleda fizičkih mjerenja od antike do modernog doba, obrađeni su značajni eksperimenti koji su prethodili formiranju osnovnih zakonitosti fizike poput Newtonovih zakona, Maxwellovih jednadžbi ili Bohrovog modela atoma. Primjeri planiranja mjerenja i dizajniranja samih eksperimenata dani su kroz otkriće elektrona, protona, neutrona i pozitrona i mjerenja njihovih svojstava, te kroz mjerenja mehaničkih, električnih, magnetskih i optičkih svojstava materijala. Obrađena je i primjena nekoliko modernih analitičkih tehnika koje koriste snopove čestica za analiziranje svojstava materijala, a koje su dostupne u nekoliko hrvatskih laboratorija, uključujući Rijeku i Zagreb.</p>
<p><b>1.2. Uvjeti za upis kolegija</b></p> <p>Nema.</p>
<p><b>1.3. Očekivani ishodi učenja za kolegij</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- razviti osjećaj i interes za mjerenja;</li> <li>- upoznati ključne eksperimente u povijesti fizike;</li> <li>- prepoznati ključnu ulogu eksperimenta i mjerenja u otkriću fizikalnih pojava i svim koracima pronalazačenja i provjere teorijskog objašnjenja;</li> <li>- opisati dvije-tri eksperimentalne tehnike, razumjeti princip njihovoga rada, izvesti mjerenja na tim</li> </ul>

tehnikama i analizirati eksperimentalne rezultate

#### 1.4. Sadržaj kolegija

Osnove mjeriteljstva u znanosti;  
Fizička mjerenja od antike do modernog doba;  
Eksperimenti zaslužni za formiranje osnovnih zakonitosti fizike poput Newtonovih zakona, Maxwellovih jednadžbi ili Bohrovog modela atoma;  
Otkrića elektrona, protona, neutrona i pozitrona i mjerenja njihovih svojstava;  
Snopovi čestica i njihova uporaba u suvremenim analitičkim tehnikama;  
Primjeri mjerenja mehaničkih, električnih, magnetskih i optičkih svojstava materijala.

#### 1.5. Obvezna literatura

A.S.Morris, Measurement&Instrumentation Principles, Butterwort-Heinemann, Oxford, (2001).

#### 1.6. Dopunska literatura

1. Springer Handbook of Materials Measurement Methods, Springer, Berlin, (2006).
2. Predavač će studentima za seminare dostavljati konkretne reference iz knjiga ili s web-a tijekom predavanja.

#### 1.7. Obveze studenata, ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu

- redovito pohađanje predavanja i laboratorijskih vježbi;
- studenti su dužni napisati i prezentirati jedan seminar iz tematike mjerenja;
- položiti kontinuirane provjere znanja (usmeno)“.
- položiti ispit (usmeni).

#### SUSTAV OCJENJIVANJA

Aktivnost koja se ocjenjuje	Udio aktivnosti u ECTS bodovima	Maximalan broj bodova
Pohađanje nastave	2,0	-
Kontinuirana provjera znanja - aktivnost na nastavi - eksperimentalni rad (ALD, XPS, SIMS, SEM, EDS, UV-Vis i FTIR)	1,0	40
Seminarski rad	1,0	30
Završni ispit (usmeni)	1,0	30
Ukupno	5,0	100

Rad studenta na predmetu će se vrednovati i ocjenjivati tijekom nastave i na završnom ispitu. Ukupan broj postotaka koje student može ostvariti tijekom nastave je 70 (ocjenjuju se aktivnosti označene u tablici), dok na završnom (usmenom) ispitu može ostvariti 30%. Ocjenjuje se aktivno sudjelovanje studenata u nastavi i vježbama uz izradu seminara. Učenje nastavnih cjelina iz više izvora literature uz analizu i sintezu usvojenih znanja i aktivnu razradu istih na predavanjima i vježbama (1 ECTS), te prezentaciju kroz pismene i usmene seminare i na završnom ispitu (4 ECTS).

**Eksperimentalni rad:** Studenti u laboratoriju sudjeluju u eksperimentu na znanstvenoj opremi, kreiranom za potrebe ovog kolegija. Obrađuju podatke svojih mjerenja i prikazuju rezultate u formi prikladnoj za publiciranje.

#### Kontinuirane provjere znanje

**Usmeni ispit:** Usko povezan s eksperimentalnim radom. Provjerava se poznavanje tehnike, razumijevanja, obrade i prezentacije rezultata, te povezanosti tema kolegija s izvedenim eksperimentom.

**Seminar:** Studenti samostalno obrađuju zadane teme vezane uz mjerenja i mjerne tehnike i prezentiraju je u kraćem izlaganju (minimalno 15 minuta) pomoću ppt.

#### 1.8. Dodatne informacije

#### Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih znanja, vještina i kompetencija

Redovito praćenje studentovih aktivnosti i odnosa prema radu, pregledavanje studentskih domaćih uradaka. U zadnjem tjednu nastave provodit će se anonimna anketa u kojoj će studenti evaluirati kvalitetu održane nastave. Na kraju svakog semestra (1. ožujka i 30. rujna tekuće akademske godine) provest će se analiza uspješnosti studenata na održanim ispitima u tom semestru.

POPIS TEMA PO TJEDNIMA NASTAVE			
Tjedan	Oblik nastave*	Sati	Tema
1.	P	2	Osnove mjeriteljstva u znanosti
2.	V	2	Obilazak laboratorija Fakulteta za fiziku i Centra za mikro i nano znanosti i tehnologije Sveučilišta u Rijeci i upoznavanje s eksperimentalnom opremom
3.	P	2	Mjerenja u znanosti od antike do modernog doba
4.	V	1	Princip rada na instrumentu za depoziciju atomskih slojeva
5.	P	2	Eksperimenti zaslužni za formiranje osnovnih zakonitosti fizike: Newtonovi zakoni
6.	V	2	Depozicija atomskih slojeva: eksperimentalni rad u Laboratoriju za tanke filmove
7.	P	2	Eksperimenti zaslužni za formiranje osnovnih zakonitosti fizike: Maxwellove jednadžbe
8.	V	2	Princip rada na uređaju za spektrometriju fotoelektrona rendgenskim zrakama: eksperimentalni rad u Laboratoriju za fiziku površina
9.	P	2	Eksperimenti zaslužni za formiranje osnovnih zakonitosti fizike: Bohrov model atoma
10.	V	2	Uređaj za spektrometriju fotoelektrona rendgenskim zrakama: eksperimentalni rad u Laboratoriju za fiziku površina
11.	P	2	Otkrića elektrona, protona, neutrona i pozitrona i mjerenja njihovih svojstava I
12.	V	2	Analiza rezultata dobivenih mjerenjem na uređaju za spektrometriju fotoelektrona rendgenskim zrakama
13.	P	2	Otkrića elektrona, protona, neutrona i pozitrona i mjerenja njihovih svojstava II
14.	V	2	Pretražna elektronska mikroskopija: upoznavanje s tehnikom i pripremom uzoraka
15.	P	2	Elektronska mikroskopija
16.	V	2	Pretražni elektronski mikroskop: eksperimentalni rad u Laboratoriju za pretražnu elektronsku mikroskopiju
17.	P	2	Snopovi čestica i njihova uporaba u suvremenim analitičkim tehnikama I
18.	S	2	Analiza mjerenja dobivenih na pretražnom elektronskom mikroskopu
19.	P	2	Energo-disperzivna rendgenska spektroskopija
20.	S	2	Analiza mjerenja dobivenih energo-disperzivnom rendgenskom spektroskopijom

21.	P	2	Snopovi čestica i njihova uporaba u suvremenim analitičkim tehnikama II
22.	S	2	Masena spektrometrija sekundarnih iona: upoznavanje s tehnikom
23.	P	2	Masena spektrometrija sekundarnih iona: eksperimentalni rad u Laboratoriju za fiziku površina
24.	S	2	Analiza mjerenja dobivenih na uređaju za masenu spektrometriju sekundarnih iona
25.	P	2	Primjeri mjerenja mehaničkih, električnih, magnetskih i optičkih svojstava materijala
26.	S	2	Studentski seminari – izlaganje
27.	P	2	Ultraljubičasta i vidljiva spektrometrija
28.	S	2	Studentski seminari – izlaganje
29.	P	2	Infracrvena spektroskopija s Fourierovom transformacijom
30.	S	3	Studentski seminari – izlaganje

\*Napomena: navesti ukoliko se određeni sat/tema izvodi online

KONSTRUKTIVNO POVEZIVANJE			
ISHODI UČENJA	SADRŽAJ	AKTIVNOSTI ZA NASTAVNIKE I STUDENTE (metode poučavanja i učenja)	METODE VREDNOVANJA
1) Razviti osjećaj i interes za mjerenja;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Osnove mjeriteljstva u znanosti</li> <li>- Obilazak laboratorija Fakulteta za fiziku i Centra za mikro i nano znanosti i tehnologije Sveučilišta u Rijeci i upoznavanje s eksperimentalnom opremom</li> <li>- Snopovi čestica i njihova uporaba u suvremenim analitičkim tehnikama I</li> <li>- Snopovi čestica i njihova uporaba u suvremenim analitičkim tehnikama II</li> </ul>	Samostalni rad Izlaganje Rasprava Rješavanje praktičnih zadataka Rješavanje problemskih zadataka	Usmene provjere znanja i vještina (kontinuirana provjera znanja, završni ispit) Analiza pisanih provjera znanja i vještina (seminari, završni ispit) Analiza studentskih izvješća/referata

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Primjeri mjerenja mehaničkih, električnih, magnetskih i optičkih svojstava materijala</li> <li>- Studentski seminari – izlaganje</li> </ul>		
2) Upoznati ključne eksperimente u povijesti fizike;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mjerenja u znanosti od antike do modernog doba</li> <li>- Eksperimenti zaslužni za formiranje osnovnih zakonitosti fizike: Newtonovi zakoni</li> <li>- Eksperimenti zaslužni za formiranje osnovnih zakonitosti fizike: Maxwelllove jednadžbe</li> <li>- Eksperimenti zaslužni za formiranje osnovnih zakonitosti fizike: Bohrov model atoma</li> <li>- Otkrića elektrona, protona, neutrona i pozitrona i mjerenja njihovih svojstava I</li> <li>- Otkrića elektrona, protona, neutrona i pozitrona i mjerenja njihovih svojstava II</li> <li>- Osnove mjeriteljstva u znanosti</li> <li>- Obilazak laboratorija Fakulteta za fiziku i Centra za mikro i</li> </ul>	<p>Samostalni rad Izlaganje Rasprava Rješavanje praktičnih zadataka Rješavanje problemskih zadataka</p>	<p>Usmene provjere znanja i vještina (kontinuirana provjera znanja, završni ispit) Analiza pisanih provjera znanja i vještina (seminari, završni ispit) Analiza studentskih izvješća/referata</p>

	<p>nano znanosti i tehnologije Sveučilišta u Rijeci i upoznavanje s eksperimentalnom opremom</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Snopovi čestica i njihova uporaba u suvremenim analitičkim tehnikama I</li> <li>- Snopovi čestica i njihova uporaba u suvremenim analitičkim tehnikama II</li> <li>- Primjeri mjerenja mehaničkih, električnih, magnetskih i optičkih svojstava materijala</li> <li>- Studentski seminari – izlaganje</li> </ul>		
<p>3) Prepoznati ključnu ulogu eksperimenta i mjerenja u otkriću fizikalnih pojava i svim koracima pronalaženja i provjere teorijskog objašnjenja;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mjerenja u znanosti od antike do modernog doba</li> <li>- Eksperimenti zaslužni za formiranje osnovnih zakonitosti fizike: Newtonovi zakoni</li> <li>- Eksperimenti zaslužni za formiranje osnovnih zakonitosti fizike: Maxwelllove jednadžbe</li> <li>- Eksperimenti zaslužni za formiranje osnovnih zakonitosti fizike:</li> </ul>	<p>Samostalni rad Izlaganje Rasprava Rješavanje praktičnih zadataka Rješavanje problemskih zadataka</p>	<p>Usmene provjere znanja i vještina (kontinuirana provjera znanja, završni ispit) Analiza pisanih provjera znanja i vještina (seminari, završni ispit) Analiza studentskih izvješća/referata</p>

	<p>Bohrov model atoma</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Otkrića elektrona, protona, neutrona i pozitrona i mjerenja njihovih svojstava I</li><li>- Otkrića elektrona, protona, neutrona i pozitrona i mjerenja njihovih svojstava II</li><li>- Depozicija atomskih slojeva: eksperimentalni rad u Laboratoriju za tanke filmove</li><li>- Princip rada na uređaju za spektrometriju fotoelektrona rendgenskim zrakama: eksperimentalni rad u Laboratoriju za fiziku površina</li><li>- Uređaj za spektrometriju fotoelektrona rendgenskim zrakama: eksperimentalni rad u Laboratoriju za fiziku površina</li><li>- Analiza rezultata dobivenih mjerenjem na uređaju za spektrometriju fotoelektrona rendgenskim zrakama</li><li>- Elektronska mikroskopija</li><li>- Pretražna elektronska</li></ul>		
--	--	--	--

	<p>mikroskopija: upoznavanje s tehnikom i pripremom uzoraka</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Pretražni elektronski mikroskop: eksperimentalni rad u Laboratoriju za pretražnu elektronsku mikroskopiju</li><li>- Analiza mjerenja dobivenih na pretražnom elektronskom mikroskopu</li><li>- Energo-disperzivna rendgenska spektroskopija</li><li>- Analiza mjerenja dobivenih energo- disperzivnom rendgenskom spektroskopijom</li><li>- Masena spektrometrija sekundarnih iona: upoznavanje s tehnikom</li><li>- Masena spektrometrija sekundarnih iona: eksperimentalni rad u Laboratoriju za fiziku površina</li><li>- Analiza mjerenja dobivenih na uređaju za masenu spektrometriju sekundarnih iona</li><li>- Ultraljubičasta i vidljiva spektrometrija</li></ul>		
--	--	--	--



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Infracrvena spektroskopija s Fourierovom transformacijom</li> </ul>		
<p>4) Opisati dvije-tri eksperimentalne tehnike, razumjeti princip njihovoga rada, izvesti mjerenja na tim tehnikama i analizirati eksperimentalne rezultate</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Depozicija atomskih slojeva: eksperimentalni rad u Laboratoriju za tanke filmove</li> <li>- Princip rada na uređaju za spektrometriju fotoelektrona rendgenskim zrakama: eksperimentalni rad u Laboratoriju za fiziku površina</li> <li>- Uređaj za spektrometriju fotoelektrona rendgenskim zrakama: eksperimentalni rad u Laboratoriju za fiziku površina</li> <li>- Analiza rezultata dobivenih mjerenjem na uređaju za spektrometriju fotoelektrona rendgenskim zrakama</li> <li>- Elektronska mikroskopija</li> <li>- Pretražna elektronska mikroskopija: upoznavanje s tehnikom i pripremom uzoraka</li> </ul>	<p>Samostalni rad Izlaganje Rasprava Rješavanje praktičnih zadataka Rješavanje problemskih zadataka</p>	<p>Usmene provjere znanja i vještina (kontinuirana provjera znanja, završni ispit) Analiza pisanih provjera znanja i vještina (seminari, završni ispit) Analiza studentskih izvješća/referata</p>

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pretražni elektronski mikroskop: eksperimentalni rad u Laboratoriju za pretražnu elektronsku mikroskopiju</li><li>- Analiza mjerenja dobivenih na pretražnom elektronskom mikroskopu</li><li>- Energo-disperzivna rendgenska spektroskopija</li><li>- Analiza mjerenja dobivenih energo-disperzivnom rendgenskom spektroskopijom</li><li>- Masena spektrometrija sekundarnih iona: upoznavanje s tehnikom</li><li>- Masena spektrometrija sekundarnih iona: eksperimentalni rad u Laboratoriju za fiziku površina</li><li>- Analiza mjerenja dobivenih na uređaju za masenu spektrometriju sekundarnih iona</li><li>- Ultraljubičasta i vidljiva spektrometrija</li><li>- Infracrvena spektroskopija s</li></ul>		
--	--	--	--

	Fourierovom transformacijom		
--	-----------------------------	--	--