

ODJEL ZA FIZIKU SVEUČILIŠTA U RIJECI
TEHNIČKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI

IZMJENE I DOPUNE DIPLOMSKOG STUDIJA
INŽENJERSTVO I FIZIKA MATERIJALA

TRAVANJ, 2019.



OBRAZAC ZA IZMJENE I DOPUNE STUDIJSKIH PROGRAMA

Opće informacije	
Naziv studijskog programa	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala
Nositelj studijskog programa	Sveučilište u Rijeci
Izvoditelj studijskog programa	Odjel za fiziku Sveučilište u Rijeci Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci
Tip studijskog programa	Sveučilišni studijski program
Razina studijskog programa	Diplomski studij
Akademski/stručni naziv koji se stječe završetkom studija	Magistar inženjerstva i fizike materijala

1. Vrsta izmjena i dopuna
1.1. Vrsta izmjena i dopuna koje se predlažu
Promjene ishoda manje od 50% za predmete: Fizika materijala (30P+30V+0S, 6 ECTS, obvezni) Metalni materijali (30P+15V+0S, 4 ECTS, obvezni) Nemetalni materijali (30P+15V+0S, 5 ECTS, obvezni) Zaštita materijala (30P+30V+0S, 5 ECTS, obvezni) Mehaničko ponašanje i odabir materijala (30P+30V+0S, 5 ECTS, izborni) Ostale izmjene i dopune koje se ne izražavaju postotnom vrijednošću (Odluka Senata o Naputku o postupku izmjena i/ili dopuna studijskih programa od 17. srpnja 2018. godine): – Na svim predmetima OF provedeno je usklađivanje opterećenja studenata različitim vrstama obaveza unutar predviđenog broja ECTS bodova na predmetu. – Na predmetima OF provedeno je metodološko i terminološko usklađivanje ishoda učenja sa zahtjevima propisanim u relevantnim dokumentima.
1.2. Postotak ECTS bodova koji se mijenjaju predloženim izmjenama i dopunama
8,3 %
1.3. Postotak ECTS bodova koji je izmijenjen tijekom ranijih postupka izmjena i dopuna u odnosu na izvorno akreditirani studijski program
0%



2. Obrazloženje zahtjeva za izmjenama i dopunama
2.1. Razlozi i obrazloženje izmjena i dopuna studijskog programa
Usklađivanje ishoda učenja za predmet Fizika materijala na dva studijska programa na kojima se izvodi: diplomski studij Fizika i diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala.
Usklađivanje sa studijskim programom Tehničkog fakulteta u Rijeci, a s obzirom na izmjene i dopune programa koje je Tehnički fakultet proveo 2018. godine.
2.2. Procjena svrhovitosti izmjena i dopuna¹
-
2.3 Usporedivost izmijenjenog i dopunjenog studijskog programa sa sličnim programima akreditiranih visokih učilišta u RH i EU²
Program se u svom sadržaju ne mijenja i ostaje usklađen sa sličnim programima u RH i EU.
2.4. Usklađenost s institucijskom strategijom razvoja studijskih programa³
-
2.5. Ostali važni podatci – prema mišljenju predlagača
-

3. Opis obveznih i/ili izbornih predmeta s unesenim izmjenama i dopunama
3.1. Popis obveznih i izbornih predmeta(i/ili modula, ukoliko postoje) s brojem sati aktivne nastave potrebnih za njihovu izvedbu i brojem ECTS – bodova (prilog: Tablica 1)
Tablica 1.
3.2. Opis svakog predmeta (prilog: Tablica 2)
Tablica 2

¹ Primjerice, procjena svrhovitosti obzirom na potrebe tržišta rada u javnom i privatnom sektoru, povećanje kvalitete studiranja i drugo.

² Navesti i obrazložiti usporedivost programa, od kojih barem jedan iz EU, s izmijenjenim i dopunjenim programom koji se predlaže te navesti mrežne stranice programa.

³ Preciznije, usklađenost s misijom i strateškim ciljevima Sveučilišta u Rijeci i visokoškolske institucije.

Tablica 1.

3.1. Popis obveznih i izbornih predmeta i/ili modula s brojem sati aktivne nastave potrebnih za njihovu izvedbu i brojem ECTS bodova

POPIS MODULA/PREDMETA – OBVEZNI KOLEGIJI							
Godina studija: 1.							
Semestar: 1.							
MODUL	PREDMET	NOSITELJ	P	V	S	ECTS	STATUS ⁴
	Statistička fizika	Doc. dr. sc. Tomislav Terzić	2	1	0	6	O
	Praktikum iz strukture tvari	Izv. prof. dr. sc. Marin Karuza	0	0	4	6	O
	Metalni materijali	Doc. dr. sc. Dario Iljkić, Doc. dr. sc. Sunčana Smokvina Hanza	2	1	0	4	O
	Nemetalni materijali	Doc. dr. sc. Sunčana Smokvina Hanza	2	1	0	5	O
	Izborni* I-IFM					5 ili 6	I*
	Izborni* II-IFM					4 ili 3	I*

POPIS MODULA/PREDMETA – IZBORNI* KOLEGIJI I-IFM							
Godina studija: 1.							
Semestar: 1.							
MODUL	PREDMET	NOSITELJ	P	V	S	ECTS	STATUS
	(1a) Teorijska fizika i primjene I	Prof. dr. sc. Predrag Dominis Prester	2	2	0	6	I*
	(1b) Upravljanje mehatroničkim sustavima	Doc. dr. sc. Ervin Kamenar	2	1	0	5	I*

* Voditelj studija određuje upis kolegija, ovisno o završenom preddiplomskom studiju studenta.

(1a) Upisuju studenti sa završenim preddiplomskim studijem, koji nisu položili kolegij vezan uz klasičnu elektrodinamiku

(1b) Upisuju studenti sa završenim preddiplomskim studijem koji jesu položili kolegij vezan uz klasičnu elektrodinamiku.

POPIS MODULA/PREDMETA – IZBORNI* KOLEGIJI II-IFM							
Godina studija: 1.							
Semestar: 1.							
MODUL	PREDMET	NOSITELJ	P	V	S	ECTS	STATUS
	(2a) Fizički praktikum I	Doc. dr. sc. Iva Šarić	0	0	3	3	I*
	(2b) Inženjerska vizualizacija	Doc. dr. sc. Vladimir Glažar	1	2	0	4	I*

* Voditelj studija određuje upis kolegija, ovisno o završenom preddiplomskom studiju studenta.

(2a) Upisuju studenti sa završenim preddiplomskim studijem iz tehničkih znanosti.

(2b) Upisuju studenti sa završenim preddiplomskim studijem iz prirodoslovno-matematičkih znanosti.

⁴ **VAŽNO:** Upisuje se **O** ukoliko je predmet obavezan ili **I** ukoliko je predmet izborni.

**POPIS MODULA/PREDMETA – OBVEZNI KOLEGIJI**

Godina studija: 1.							
Semestar: 2.							
MODUL	PREDMET	NOSITELJ	P	V	S	ECTS	STATUS ⁵
	Fizika čvrstog stanja	Doc. dr. sc. Aleš Omerzu	3	2	0	6	O
	Ekspperimentalne metode u fizici I	Izv. prof. dr. sc. Marin Karuza	2	1	1	6	O
	Zaštita materijala	Doc. dr. sc. Sunčana Smokvina Hanza	2	2	0	5	O
	Tehnologija oblikovanja	Prof. dr.sc. Goran Cukor	2	2	0	5	O
	Izborni* III-IFM					5 ili 6	I*
	Izborni* IV-IFM					3	I*

POPIS MODULA/PREDMETA – IZBORNI* KOLEGIJI III-IFM

Godina studija: 1.							
Semestar: 2.							
MODUL	PREDMET	NOSITELJ	P	V	S	ECTS	STATUS
	(3a) Teorijska fizika i primjene II	Izv. prof. dr. sc. Zoran Kaliman	2	2	0	6	I*
	(3b) Proizvodne tehnologije	Prof. dr.sc. Goran Cukor	3	1	0	5	I*
* Voditelj studija određuje upis kolegija, ovisno o završenom preddiplomskom studiju studenta.							
(3a) <i>Upisuju studenti sa završenim preddiplomskim studijem, koji nisu položili kolegij vezan uz kvantnu mehaniku</i>							
(3b) <i>Upisuju studenti sa završenim preddiplomskim studijem koji su položili kolegij vezan uz kvantnu mehaniku</i>							

POPIS MODULA/PREDMETA – IZBORNI* KOLEGIJI IV-IFM

Godina studija: 1.							
Semestar: 2.							
MODUL	PREDMET	NOSITELJ	P	V	S	ECTS	STATUS
	(4a) Laboratorijski projekt	Doc. dr. sc. Iva Šarić	0	0	2	3	I*
	(4b) Projekt - Metalni materijali	Doc. dr. sc. Dario Iljkić, Doc. dr. sc. Sunčana Smokvina Hanza	0	2	0	5	I*
* Voditelj studija određuje upis kolegija, ovisno o završenom preddiplomskom studiju studenta.							
(4a) <i>Upisuju studenti sa završenim preddiplomskim studijem iz tehničkih znanosti.</i>							
(4b) <i>Upisuju studenti sa završenim preddiplomskim studijem iz prirodoslovno-matematičkih znanosti.</i>							

⁵ **VAŽNO:** Upisuje se **O** ukoliko je predmet obavezan ili **I** ukoliko je predmet izborni.



POPIS MODULA/PREDMETA – OBVEZNI KOLEGIJI

Godina studija: 2.							
Semestar: 3.							
MODUL	PREDMET	NOSITELJ	P	V	S	ECTS	STATUS ⁶
	Fizika materijala	Doc. dr. sc. Robert Peter	2	2	0	6	O
	Poluvodiči i primjene	Doc. dr. sc. Aleš Omerzu	2	1	1	6	O
	Eksperimentalne metode u fizici II	Doc. dr. sc. Darko Mekterović	2	1	0	4	O
	Upravljanje kvalitetom	Prof. dr.sc. Duško Pavletić	2	2	0	5	O
	Termalni procesi materijala	Doc. dr. sc. Dario Iljkić, Doc. dr. sc. Sunčana Smokvina Hanza	2	2	0	5	O
	Izborni V-IFM					min. 5	I

POPIS MODULA/PREDMETA – IZBORNI KOLEGIJI V-IFM

Godina studija: 2.							
Semestar: 3.							
MODUL	PREDMET	NOSITELJ	P	V	S	ECTS	STATUS
	Fizika čvrstog stanja II	Doc. dr. sc. Aleš Omerzu	2	1	1	6	I
	Magnetski materijali i primjene	Prof. dr.sc. Igor Žutić	2	1	1	6	I
	Mehaničko ponašanje i odabir materijala	Izv. prof. dr. sc. Robert Basan / Prof. dr. sc. Domagoj Rubeša	2	2	0	5	I
<i>Studenti upisuju jedan od ponuđenih kolegija.</i>							

⁶ **VAŽNO:** Upisuje se **O** ukoliko je predmet obavezan ili **I** ukoliko je predmet izborni.



POPIS MODULA/PREDMETA – OBVEZNI KOLEGIJI

Godina studija: 2.							
Semestar: 4.							
MODUL	PREDMET	NOSITELJ	P	V	S	ECTS	STATUS
	Izborni VI-IFM					6	I
	Izborni VII-IFM					5	I
	Diplomski rad					18	O

POPIS MODULA/PREDMETA – IZBORNI KOLEGIJI VI-IFM

Godina studija: 2.							
Semestar: 4.							
MODUL	PREDMET	NOSITELJ	P	V	S	ECTS	STATUS
	Spintronika	Prof. dr.sc. Igor Žutić	2	1	1	6	I
	Napredne laboratorijske vježbe	Doc. dr. sc. Iva Šarić	0	0	4	6	I
	Elektronika	Doc. dr. sc. Aleš Omerzu	2	1	1	6	I
<i>Studenti upisuju jedan od ponuđenih kolegija.</i>							

POPIS MODULA/PREDMETA – IZBORNI KOLEGIJI VII-IFM

Godina studija: 2.							
Semestar: 4.							
MODUL	PREDMET	NOSITELJ	P	V	S	ECTS	STATUS
	Ispitivanje materijala i analiza loma	Doc. dr. sc. Sunčana Smokvina Hanza, Doc. dr. sc. Dario Iljkić	2	1	0	5	I
	Proizvodni management	Prof. dr.sc. Milan Ikonić, Doc. dr. sc. Sandro Doboviček	2	1	0	5	I
	Mikro- i nanoelektromehanički sustavi	Prof. dr.sc. Saša Zelenika	2	1	0	5	I
<i>Studenti upisuju jedan od ponuđenih kolegija.</i>							



Sveučilište u Rijeci • University of Rijeka

Trg braće Mažuranića 10 • 51 000 Rijeka • Croatia

T: (051) 406-500 • F: (051) 216-671; 216-091

W: www.uniri.hr • E: ured@uniri.hr

3.2. Opis predmeta (prilog: Tablica 2)

- abecednim redom su navedeni su predmeti Odjela za fiziku i Tehničkog fakulteta



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Doc. dr. sc. Darko Mekterović	
Naziv predmeta	Eksperimentalne metode u fizici II	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	obvezatan	
Godina	2.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	4
	Broj sati (P+V+S)	30 + 15 + 0

1. OPIS PREDMETA**1.1. Ciljevi predmeta**

Upoznati studente s eksperimentalnim tehnikama koje se koriste u fizici, medicini, nauci o okolišu, modernim tehnologijama. Naglasak će biti na tehnikama koje se koriste na Sveučilištu u Rijeci (XRF, XPS, AFM, SIMS, IRMS) kao i na Institutu Ruđer Bošković (Laboratorij za ionske interakcije, metode: PIXE, PIGE, RBS, AMS).

1.2. Uvjeti za upis predmeta**1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet**

Nakon položenog ispita student će biti sposoban: 1. Objasniti temeljne pojmove statistike poput gustoće vjerojatnosti, očekivane vrijednosti, varijance; 2. Proračunati očekivane vrijednosti i intervale pouzdanosti koristeći Bayesianski i frekvencionistički pristup u slučaju jednostavnih mjerenja; 3. Izraditi i vrednovati prilagodbu eksperimentalnih podataka; 4. Primijeniti testiranje hipoteze; 5. Kreirati pseudo-eksperimente (računalnim simulacijama) i na osnovi njih prosuđivati o kvaliteti statističkog postupka; 6. Objasniti temeljne principe mjerenja u fizici elementarnih čestica odn. nuklearnoj fizici; 7. Objasniti temeljna svojstva detektora.

1.4. Sadržaj predmeta

1. Uvod: Akceleratori, interakcija ionskih snopova s materijom, raspršenja i koincidentna mjerenja, mjerenja udarnih presjeka,
2. Uvod u nuklearne analitičke tehnike: teoretski i eksperimentalni aspekti tehnika: XRF, PIXE, PIGE, RBS, NRA, AMS, XPS, SIMS. Kvantitativna analiza i kompjutorska tomografija,
3. Primjena eksperimentalnih metoda u medicini, znanosti o okolišu i materijalima, geokronologija.
4. Praktični primjeri mjerenja zagađenja zraka analizom finih aerosola nuklearnim metodama. Analiza i identifikacija glavnih zagađivača u Rijeci pomoću metode Positive Matrix Factorisation.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☐ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☒ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☐ multimedija i mreža
- ☒ laboratorij
- ☐ mentorski rad
- ☐ ostalo _____

1.6. Komentari**1.7. Obveze studenata**

Prisustvovanje na nastavi, kontinuirano obavljanje zadataka, aktivno sudjelovanje u projektnom radu.

**1.8. Praćenje¹ rada studenata**

Pohađanje nastave	1.5	Aktivnost u nastavi		Seminarski rad		Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit		Usmeni ispit	1	Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	1.5	Referat		Praktični rad	
Portfolio							

1.9. Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu

Rad studenata će se ocjenjivati kroz redovitu aktivnost, seminarske radove, dva kolokvija tijekom semestra i završnog pismenog i usmenog ispita.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

Stephan Tavernier, *Experimental Techniques in Nuclear and Particle Physics*, Springer-Verlag 2010
S.A.E. Johansson, J.L. Campbell, C.G. Malmqvist, *Particle Induced X-Ray Emission Spectroscopy*, J. Wiley & Sons, 1995.
Furić, M. *Moderne eksperimentalne metode, tehnike i mjerenja u fizici*, Školska knjiga, Zagreb, 1992.

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

K.R. Spurney, *Analytical Chemistry of Aerosols*, Chapter: Analysis of Individual Aerosol Particles Using Nuclear Microprobe, Lewis Publisher, 1999.
C. Leroy and PG Rancoita, *Principles of Radiation Interaction in Matter and Detection*, World Scientific, 2009.
Leo, W. R. *Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments: A How-to Approach*, Springer-Verlag, Berlin, 1994.
Colin Cooke, *An Introduction to Experimental Physics*, UCL Press, 1996
<http://www.physics.it/>

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata

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

Razgovor sa studentima u vezi s eventualnim teškoćama pri ostvarivanju ciljeva predmeta. Na početku nastave provodi se anketa o očekivanjima studenata. Na kraju semestra studenti ispunjavaju upitnik namijenjen procjeni kvalitete sadržaja kolegija, nastave i nastavnog materijala, te nastavnih metoda i suradnje sa studentima. Na kraju semestra provodi se završna anketa koju organizira odbor za kvalitetu nastave Sveučilišta.

¹ **VAŽNO:** Uz svaki od načina praćenja rada studenata unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.

Opće informacije		
Nositelj predmeta	Izv. prof. dr. sc. Marin Karuza	
Naziv predmeta	Eksperimentalne metode u fizici I	
Studijski program	Diplomski studij Fizika, Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	Obvezatan / Izborni	
Godina	1.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	6
	Broj sati (P+V+S)	30 +15 +15

1. OPIS PREDMETA		
1.1. Ciljevi predmeta		
Upoznavanje studenata sa osnovnim optičkim metodama i mjerenjima u suvremenim eksperimentima.		
1.2. Uvjeti za upis predmeta		
Nema formalnih uvjeta za upis predmeta, no očekuje se poznavanje osnovnih pojmova iz optike i napredne matematičke analize.		
1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet		
- objasniti proces pretvaranja analognog u digitalni signal - primijeniti tehnike smanjenja šuma - opisati Fourierov transformat i primijeniti ga na diskretni signal - izraditi računalne programe za obradu signala - opisati tehnike modulacije signala i primijeniti ih u različitim okruženjima - razlikovati načine međudjelovanja EM zračenja i tvari - opisati metode dobivanja i mjerenja vakuuma		
1.4. Sadržaj predmeta		
1. Uvod u vakuum 2. Osnove grafičkog programiranja - LabView 3. Osnove geometrijske i Fourierove optike, te prostiranje Gaussovih zraka 4. Valna priroda svjetlosti – interferencija 5. Optički interferometri 6. Fabry – Perotov rezonator 7. Detekcija svjetlosti 8. SQUID + TES (osnove supervodljivosti)		
1.5. Vrste izvođenja nastave	☒ predavanja ☒ seminari i radionice ☐ vježbe ☐ obrazovanje na daljinu ☐ terenska nastava	☐ samostalni zadaci ☐ multimedija i mreža ☒ laboratorij ☐ mentorski rad ☐ ostalo _____
1.6. Komentari		
1.7. Obveze studenata		
Izrada seminarskog rada. Polaganje završnog ispita.		

1.8. Praćenje ¹ rada studenata							
Pohađanje nastave	2,0	Aktivnost u nastavi	1,0	Seminarski rad	1,0	Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit	0,0	Usmeni ispit		Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	1,0	Referat		Praktični rad	1,0
Portfolio							
1.9. Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu							
Rad studenta će se vrednovati i ocjenjivati putem seminarskog rada i završnog ispita. Ukupan postotak koji student može ostvariti tijekom nastave je 50%, dok preostali dio ostvaruje na završnom ispitu.							
1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)							
G.S. Landsberg, Optika							
1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)							
M. Born, E. Wolf, Principles of Optics: Electromagnetic Theory of Propagation, Interference and Diffraction of Light E. Hecht, Optics M.Thinkham, Superconductivity A.E. Siegman, Lasers J.H. Moore, C.C. Davis and M.A. Coplan, Building Scientific Apparatus, 4th edition J. Travis, J. Kring, LabVIEW for Everyone: Graphical Programming Made Easy and Fun, 3rd Edition							
1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu							
Naslov				Broj primjeraka		Broj studenata	
G.S. Landsberg, Optika				1			
1.13. Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih znanja, vještina i kompetencija							
Kvaliteta će se pratiti kroz anonimne ankete.							

¹ **VAŽNO:** Uz svaki od načina praćenja rada studenata unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Doc. dr. sc. Aleš Omerzu	
Naziv predmeta	ELEKTRONIKA	
Studijski program	Diplomski studij Fizika, Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	Izborni	
Godina	1. godina	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	6
	Broj sati (P+V+S)	30 + 15 + 15

1. OPIS PREDMETA

1.1. Ciljevi predmeta

Polazeći od temeljnih fizičkih principa i zakona fizike kondenzirane materije, cilj je analitičkim pristupom upoznati studente s građom i funkcijom osnovnih elektroničkih elemenata, sklopova i uređaja te s njihovom primjenom u praksi.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Predznanje iz opće fizike (elektromagnetizam, struktura tvari), statističke fizike i moderne fizike (svojstva poluvodiča)

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Nakon uspješno položenog ispita od studenata se očekuje vladanje temeljnim znanjima o fizikalnim osnovama rada elektroničkih elemenata i sklopova te njihovim primjenama u praksi, što obuhvaća: • Poznavanje elektronske strukture poluvodiča, načina dopiranja, svojstava nosilaca naboja (elektrona i 3 šupljina), funkcioniranja PN spoja • Poznavanje rada poluvodičke diode: I-V karakteristika, propusna i nepropusna polarizacija, poluvalno i punovalno ispravljanje AC napona • Poznavanje građe i djelovanja bipolarnog tranzistora i njegove upotrebe u elektronskim sklopovima pojačala • Poznavanje građe i djelovanja MOSFET tranzistora i njegove upotrebe u elektronskim sklopovima pojačala • Razumijevanje rada operacijskog pojačala i njegovih primjena • Poznavanje osnovnih principa rada kaskadnog i diferencijalnog pojačala • Poznavanje frekventne ovisnosti elektroničkih elemenata i sklopova, analognih filtera i oscilatora • Poznavanje osnova digitalne elektronike

1.4. Sadržaj predmeta

Poluvodička dioda. Posebne diode (Zener, tunel, Schottky). Primjena diode. Sklopovi za ispravljanje (poluvalno, punovalno, Graetzov spoj) i uvišestručivanje napona. Bipolarni i unipolarni tranzistor. Bipolarni tranzistor u različitim spojevima. Tranzistorska pojačala, emitorsko (naponsko) sljedilo, pojačala s povratnom vezom, diferencijalno pojačalo, kaskadna pojačala, operacijsko pojačalo. Elektronički filteri – pasivni i aktivni. Multivibrator. Logički krugovi.

1.5. Vrste izvođenja nastave

☒ predavanja☒ seminari i radionice☒ vježbe☐ e-učenje☐ terenska nastava☐ praktična nastava☐ praktikumska nastava☒ samostalni zadaci☐ multimedija i mreža☒ laboratorijski rad☐ projektna nastava☐ mentorski rad☐ konzultativna nastava☐ ostalo _____



1.6. Komentari							
1.7. Obveze studenata							
Pohađanje predavanja, vježbi, polaganje dva pismena kolokvija tijekom nastave, polaganje završnog usmenog ispita. Od svakog studenta se očekuje priprema i usmeno izlaganje jednog seminara s temom po izboru iz područja elektronike.							
1.8. Praćenje ¹ rada studenata							
Pohađanje nastave	2	Aktivnost u nastavi	0.5	Seminarski rad		Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit	1.5	Usmeni ispit	1.5	Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	0.5	Referat		Praktični rad	
Portfolio							
1.9. Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu							
Rad studenta na kolegiju će se kontinuirano vrednovati i ocjenjivati tijekom nastave i na završnom ispitu. Ukupan broj bodova koje student može ostvariti tijekom nastave je 70 (ocjenjuju se aktivnosti označene u tablici): 1. Aktivnost i sudjelovanje u nastavi – 10 bodova 2. Seminar (usmena prezentacija) – 10 bodova 3. Pismena provjera znanja (2 kolokvija) – 40 bodova Na završnom usmenom ispitu student može ostvariti 40 bodova na osnovu 4 postavljena pitanja (svaki odgovor nosi po 10 bodova).							
1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)							
B. Razavi: Fundamentals of microelectronics, Wiley, 2014							
1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)							
D.L. Eggleston: Basic electronics for scientists and engineers, Cambridge University Press, 2011 P. Biljanović: Elektronički sklopovi, Školska knjiga, Zagreb, 2001 P. Biljanović: Mikroelektronika (Integrirani elektronički sklopovi), Školska knjiga, Zagreb, 2001 P. Biljanović, I. Zulim: Elektronički sklopovi (zbirka zadataka), Školska knjiga, Zagreb, 1994							
1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu							
Naslov				Broj primjeraka		Broj studenata	
B. Razavi: Fundamentals of microelectronics				10		10	
D.L. Eggleston: Basic electronics for scientists and engineers, Cambridge University Press, 2011				4		10	
P. Biljanović: Elektronički sklopovi, Školska knjiga, Zagreb, 2001				4		10	
P. Biljanović: Mikroelektronika (Integrirani elektronički sklopovi), Školska knjiga, Zagreb, 2001				4		10	
P. Biljanović, I. Zulim: Elektronički sklopovi (zbirka zadataka), Školska knjiga, Zagreb, 1994				4		10	

¹ **VAŽNO:** Uz svaki od načina praćenja rada studenata unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.



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

Kvaliteta kolegija se prati kroz napredovanje i usvajanje novih znanja studenta tijekom kolegija, prije svega putem vježbi na kojima studenti rješavanjem zadanih problema pokazuju stupanj razumijevanja gradiva koje se predaje te putem pismenih kolokvija i pripreme te usmenog izlaganja seminara na odabranu temu iz elektronike. Uspješnost studenata i usvojenost znanja i kompetencija u području poluvodičke elektronike, elemenata i krugova prikazan na završnom usmenom ispitu konačan je pokazatelj kvalitete i uspješnosti kolegija. Kvaliteta nastave i njena efikasnost prati se i kroz studentsku anketu koja se provodi na završetku kolegija.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Doc. dr. sc. Iva Šarić	
Naziv predmeta	FIZIČKI PRAKTIKUM I	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	izborni	
Godina	1. godina	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	3
	Broj sati (P + V + S)	0 + 0 + 45

1. OPIS PREDMETA

1.1. Ciljevi predmeta

Ciljevi su ovoga kolegija upoznati studente s vještinama izvođenja mjerenja i statističke obrade rezultata mjerenja, prikazivanja i interpretacije rezultata mjerenja; povezati eksperimentalni i teorijski pristup istim sadržajima te razvijati fizičke koncepte iz mehanike.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Položen ispit iz Fizike I.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Studenti će tijekom i/ili na kraju realizacije kolegija biti sposobni:

1. napisati pripremu za izvođenje mjerenja,
2. primijeniti sadržaje iz mehanike na konkretne vježbe,
3. precizno izvesti mjerenja u laboratoriju,
4. tablično prikazati rezultate mjerenja,
5. korektno statistički obraditi podatke i prikazati rezultate,
6. grafički prikazati rezultate mjerenja,
7. interpretirati rezultate mjerenja,
8. povezivati rezultate mjerenja s teorijskim znanjima,
9. opisati i objasniti fizikalne činjenice povezane sa zadanim vježbama,
10. argumentirano tumačiti uzročno-posljedične veze na zadanim sadržajima

1.4. Sadržaj predmeta

O mjerenjima i prikazivanju rezultata mjerenja, račun pogrešaka, obrada rezultata mjerenja, preciznosti i točnosti mjerenja.

Izravno mjerenje duljina. Posredno mjerenje duljina i polumjera zakrivljenosti sfernih ploha. Određivanje teške i tromе mase tijela. Određivanje gustoće čvrstih tijela i tekućina. Proučavanje jednoliko ubrzanoga gibanja (Atwoodov padostroj). Provjera II Newtonova zakona. Provjera Hookeova zakona i zakonitosti za harmonijsko titranje i torzija. Provjeravanje zakona za rotaciju tijela. Određivanje momenta tromosti tijela i određivanje ubrzanja slobodnoga pada pomoću fizičkog njihala. Površinska napetost i viskoznost tekućina. Strujanje fluida i aerodinamički uzgon.



1.5. Vrste izvođenja nastave	☐ predavanja ☒ seminari i radionice ☐ vježbe ☐ e-učenje ☐ terenska nastava ☐ praktična nastava ☒ praktikumska nastava	☒ samostalni zadaci ☐ multimedija i mreža ☐ laboratorijski rad ☐ projektna nastava ☐ mentorski rad ☒ konzultativna nastava ☐ ostalo _____					
1.6. Komentari	Studenti za svaku pojedinu vježbu kao samostalan zadatak naprave pripremu, u praktikumu obave mjerenja i iskazu ih tablično, a kompletnu statističku obradu izmjerenih podataka s diskusijom rezultata i zaključcima izrade u obliku referata i sve zajedno predaju kao seminarski rad. Na redovitim se konzultacijama ispravlja sve što u seminarskom uratku nije bilo korektno.						
1.7. Obveze studenata							
Uvjet za pristupanje Fizičkom praktikumu I jest položen ispit iz Fizike I. Studenti su dužni redovito prisustvovati nastavi i napraviti sve propisane vježbe. Za svaku vježbu trebaju napisati kratku pripremu za njezino izvođenje, korektno i precizno izmjeriti sve podatke potrebne za izradu vježbe, točno izračunati, korektno statistički obraditi i diskutirati rezultate te formulirati zaključke. Izrada prethodne vježbe i napisana priprema za sljedeću vježbu uvjeti su za pristupanje mjerenju. Za nepotpisane vježbe student je dužan doći na konzultacije. Izostati se može najviše dva puta, a te se vježbe nadoknađuju u za to predviđeno vrijeme. Sve potpisane vježbe uvjet su za potpis, a nakon toga se polaže ispit.							
1.8. Praćenje ¹ rada studenata							
Pohađanje nastave	1,5	Aktivnost u nastavi	0,2	Seminarski rad		Eksperimentalni rad	0,3
Pismeni ispit		Usmeni ispit	0,3	Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	0,3	Referat	0,2	Praktični rad	0,2
Portfolio							
1.9. Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu							
Rad i napredovanje studenata prati se kontinuirano tako da se tijekom izvođenja mjerenja kolokvijalno provjerava pripremljenost studenta, a redovito se pregledavaju njihove pripreme i obrade. Na ispitu se provjerava sposobnost povezivanja sadržaja i razina konceptualnog razumijevanja.							
1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)							
1) Radni materijali za Fizički praktikum I 2) Marković B., Miler D., Rubčić A., Račun pogrešaka i statistika, Liber, Zagreb, 1987.							
1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)							
1) Osnovna literatura iz Fizike I (Mehanika) 2) Wilson J. D., Physics Laboratory Experiments, 5th edition, Houghton Mifflin Company, Boston, 1998. 3) Udžbenici iz fizike za gimnazije							

¹ **VAŽNO:** Uz svaki od načina praćenja rada studenata unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.



1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata
Radni materijali za Fizički praktikum I	onoliko koliko ima studenata	8
Marković B., Miler D., Rubčić A., Račun pogrešaka i statistika, Liber, Zagreb, 1987.	1	8

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

Povratna se informacija o uspješnosti kolegija dobije u stalnoj komunikaciji sa studentima i na redovitim konzultacijama tijekom semestra prema kriteriju napredovanja studenata te prema usvojenosti integralnog načina razmišljanja i cjelovitog pristupa sadržajima koje su prethodno usvojili na kolegiju Fizika I.

AKTIVNOST KOJA SE OCJENJUJE	UDIO AKTIVNOSTI U ECTS BODOVIMA	MAX BROJ BODOVA
Pohađanje nastave	0,3	-
Aktivnost na nastavi	0,5	10
Seminarski rad (priprema)	0,2	10
Eksperimentalni rad (mjerenja)	0,5	10
Kontinuirana provjera znanja	0,5	10
Referat/Izveštaj (obrada vježbe)	0,5	30
ZAVRŠNI ISPIT	0,5	30
UKUPNO	3	100

PRILOG - način bodovanja svake pojedinačne aktivnosti koja se ocjenjuje:

Aktivnost u nastavi – procjenjuje se:

- suradnički odnos s ostalim studentima (1 – 5 bodova)
- postavljanje pitanja i traženje odgovora (1 – 5 bodova)

Seminarski rad – procjenjuje se:

- izrada pripreme za izvođenje vježbe (1 - 5 bodova)
- korektnost pripreme (1 – 5 bodova)

Eksperimentalni rad – procjenjuje se:

- spretnost pri mjerenju i korektnost tabličnog prikazivanja rezultata mjerenja (1 – 5 bodova)
- preciznost i točnost mjerenja (1 – 5 bodova)

Kontinuirana provjera znanja – procjenjuje se:

- primjena fizičkih sadržaja na konkretnu vježbu (1 -10)

Referat – procjenjuje se:

- numerički dio obrade vježbe (1-10 bodova)
- kvaliteta interpretacije rezultata (1-10 bodova)
- korektnost odgovora na pitanja postavljena u zadacima (1-10 bodova)

Završni ispit sastoji se od tri pitanja na koja pristupnik odgovara usmeno,

a kvaliteta odgovora na svako pitanje ocjenjuje se s 1-10 bodova.

- | |
|---|
| 1(2) boda – zadovoljava minimalne kriterije (razina prepoznavanja) |
| 2(4) boda – zadovoljavajući, ali sa znatnim nedostacima (razina reprodukcije) |
| 3(6) bod(ov)a – prosječan s primjetnim pogreškama (reprodukcija s razumijevanjem) |
| 4(8) bod(ov)a – iznadprosječan, s ponekom pogreškom (primjena i operativnost) |
| 5(10) bodova – izniman odgovor (razina kreativnosti) |



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Doc. dr. sc. Aleš Omerzu	
Naziv predmeta	Fizika čvrstog stanja 2	
Studijski program	Diplomski studij Fizika, Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	Obvezatan/Izborni	
Godina	2.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	6
	Broj sati (P+V+S)	30 + 15 + 15

1. OPIS PREDMETA**1.1. Ciljevi predmeta**

Ovladavanje složenim postupcima u primjeni kvantne mehanike na ponašanje atoma (molekula) u kristalu i razumijevanje niza važnih eksperimentalnih rezultata koji se na taj način mogu objasniti.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Položen ispit iz kolegija Fizika čvrstog stanja 1 na Diplomskom studiju Fizika.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Nakon uspješno položenog ispita od studenata se očekuje vladanje naprednim znanjima iz područja fizikalnih svojstava kondenzirane tvari, što uključuje: • Poznavanje mehanizama interakcije elektromagnetskog zračenja s kondenziranom tvari, rješavanje Maxwelllovih jednadžbi i valne jednadžbe u sredstvu • Temeljito poznavanje i vladanjem pojmovima: dielektrična funkcija, kompleksni indeks loma, ekstinkcijski koeficijent • Računanje i objašnjenje optičkih svojstva poluvodiča, metala i dielektrika pomoću modela harmoničkog oscilatora • Poznavanje makroskopske teorije magnetizma i fenomenološkog modela faznih prijelaza • Poznavanje modela srednjeg polja i rješavanje problema uređenja spinova u Isingovom modelu • Računanje magnetskih svojstava iona i elektrona pomoću temeljnih kvantnih načela • Računanje magnetske interakcije elektrona u kvantnom modelu • Poznavanje temeljnih pojmova i fenomenološke teorije supravodiča • Poznavanje elektronskih stanja u sistemima snižene dimenzionalnosti • Upoznatost sa specifičnostima nanomaterijala (nanožica, kvantnih točaka)

1.4. Sadržaj predmeta

Teorija mnoštva čestica. Kolektivna pobuđenja u kristalima (fononi, plazmoni). Fermijeva tekućina (Hartree-Fock aproksimacija). Elektron-fonon interakcija. Supravodljivost. Optička svojstva kristala (ciklotronska rezonancija, ekscitoni, polaritoni; laser). Nano-strukture.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☒ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☐ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☒ multimedija i mreža
- ☐ laboratorij
- ☐ mentorski rad
- ☐ ostalo _____

1.6. Komentari

Ocjenjuje se razina aktivnosti na predavanjima i vježbama. Kolokviji: pismeni ispit. Završni ispit: usmeni.



1.7. Obveze studenata

Redovito pohađati predavanja, seminare i vježbe; napisati te na vrijeme predati (prije) utvrđeni broj domaćih zadaća; položiti dva pismena kolokvija (pismeni dio ispita) s numeričkim zadacima tijekom semestra; položiti usmeni dio ispita.

1.8. Praćenje¹ rada studenata

Pohađanje nastave	2	Aktivnost u nastavi	0.5	Seminarski rad		Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit		Usmeni ispit	3.0	Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	0.5	Referat		Praktični rad	
Portfolio							

1.9. Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu

Rad studenta na predmetu se vrednuje tijekom nastave i na završnom ispitu. Ukupan broj postotaka koje student može ostvariti tijekom nastave je 70% (ocjenjuju se aktivnosti označene u Tablici 1.8), dok na završnom (usmenom) ispitu može ostvariti 30%.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

M. P. Marder, *Condensed Matter Physics*, 2. izdanje, Wiley, New York, 2010.
C. Kittel, *Introduction to Solid State Physics*, 8. Izdanje, Wiley, New York, 2005.

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, *Solid State Physics*, Holt, Rinehart and Winston, New York, 1976.
C. Kittel, *Quantum Theory of Solids*, 2. izdanje, Wiley, , 1987.

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata
C. Kittel, <i>Introduction to Solid State Physics</i> , Wiley, 8. izdanje, New York, 2005.	3	5
C. Kittel, <i>Quantum Theory of Solids</i> , 2. izdanje, Wiley, , 1987.	2	5

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

Stalna interakcija sa studentima. Anonimne ankete o kvaliteti nastave. Fleksibilno prilagođavanje nastave interesima i potrebama studenata. Analiza prolaznosti.

¹ **VAŽNO:** Uz svaki od načina praćenja rada studenata unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Doc. dr. sc. Aleš Omerzu	
Naziv predmeta	FIZIKA ČVRSTOG STANJA	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	Obvezni	
Godina	1.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	6
	Broj sati (P+V+S)	45 + 30 + 0

1. OPIS PREDMETA**1.1. Ciljevi predmeta**

Stjecanje općih znanja o osobinama i primjenama materijala, posebice temeljnih svojstava kristala.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Završen preddiplomski studij i položen kolegij iz osnova kvantne mehanike na preddiplomskom ili diplomskom studiju.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Nakon uspješno položenog ispita od studenata se očekuje vladanje temeljnim znanjima o fizikalnim svojstvima kristalne tvari te osnovnim teorijskim modelima fizike čvrstog stanja, što obuhvaća: • Poznavanje tipova kristalne rešetke, njihovih simetrijskih svojstava i indeksacije kristalnih smjerova i ravnina • Poznavanje recipročne rešetke i difrakcije na kristalnoj rešetci • Poznavanje vrsta i prirode vezanja atoma u kristalnim strukturama • Poznavanje pojma fonon i računanje vibracijskih stanja u jednostavnom modelu dinamike kristalne rešetke • Razumijevanje termalnih svojstava kristala na osnovi fononskog modela • Poznavanje temeljnih postavki modela plina slobodnih elektrona, računanje gustoće stanja • Kvalitativno određivanje termalnih i električnih svojstva metala na osnovi modela plina slobodnih elektrona • Poznavanje energetskih elektronskih stanja u periodičnom potencijalu: Blochove funkcije, energijske vrpce u kristalu te posljedičnih metalnih, poluvodičkih ili izolatorskih stanja kristala • Poznavanje termoelektričnog efekta i njegovih manifestacija i uporaba u praksi

1.4. Sadržaj predmeta

Kristalna struktura (direktna i recipročna rešetka). Ogib na kristalu. Veze u kristalima. Dinamika kristalne rešetke. Elektronski plin, Fermijeva ploha. Periodični potencijal, energetska vrpce. Dielektrična svojstva kristala (električna i toplinska vodljivost; vodiči, poluvodiči, izolatori). Magnetska svojstva kristala (dijamagnetizam, paramagnetizam, feromagnetizam).

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☒ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☐ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☒ multimedija i mreža
- ☐ laboratorij
- ☐ mentorski rad
- ☐ ostalo _____

1.6. Komentari

Ocjenjuje se razina aktivnosti na predavanjima i vježbama. Kolokviji: pismeni ispit. Završni ispit: usmeni.

1.7. Obveze studenata

Redovito pohađati predavanja, seminare i vježbe; napisati te na vrijeme predati (prije) utvrđeni broj domaćih zadaća; položiti dva pismena kolokvija (pismeni dio ispita) s numeričkim zadacima tijekom semestra; položiti usmeni dio ispita.

1.8. Praćenje¹ rada studenata

Pohađanje nastave	2.5	Aktivnost u nastavi		Seminarski rad		Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit	1.5	Usmeni ispit	2.0	Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja		Referat		Praktični rad	
Portfolio							

1.9. Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu

Rad studenta na predmetu se vrednuje tijekom nastave i na završnom ispitu. Ukupan broj postotaka koje student može ostvariti tijekom nastave je 70 (ocjenjuju se aktivnosti označene u Tablici 1.8), dok na završnom (usmenom) ispitu može ostvariti 30%.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

V. Šips, *Uvod u fiziku čvrstog stanja*, Školska knjiga, Zagreb, 2003.
C. Kittel, *Introduction to Solid State Physics*, 8. Izdanje, Wiley, New York, 2005.

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, *Solid State Physics*, Holt, Rinehart and Winston, New York, 1976.
I. Kupčić, *Fizika čvrstog stanja, Zbirka riješenih zadataka*, HINUS, Zagreb, 1998.

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata
V. Šips, <i>Uvod u fiziku čvrstog stanja</i> , Školska knjiga, Zagreb, 2003.	5	5
C. Kittel, <i>Introduction to Solid State Physics</i> , 8. Izdanje, Wiley, New York, 2005.	2	5

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

Stalna interakcija sa studentima. Anonimne ankete o kvaliteti nastave. Fleksibilno prilagođavanje nastave interesima i potrebama studenata. Analiza prolaznosti.

¹ **VAŽNO:** Uz svaki od načina praćenja rada studenata unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Doc. dr. sc. Robert Peter	
Naziv predmeta	Fizika materijala	
Studijski program	Diplomski studij Fizika, Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	obvezni	
Godina	1, 2	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	6
	Broj sati (P+V+S)	30+30+0

1. OPIS PREDMETA

1.1. Ciljevi predmeta

Prvenstveni cilj predmeta je predstaviti uzročno-posljedičnu vezu između fizikalnih svojstva kondenzirane materije i njezine strukture. Za lakše razumijevanje te veze, materijali se klasificiraju prvo po svojim strukturnim i zatim po svojim fizikalnim svojstvima. Studenti se upoznaju s osnovnim eksperimentalnim tehnikama kojima određujemo strukturna i fizikalna svojstva materijala. Fizikalna svojstva materijala ilustriraju se putem karakterističnih primjena pojedinih materijala u tehnologiji.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Završen preddiplomski studij, nužna su predznanja iz kolegija *Kvantna mehanika* (smjer Fizika čvrstog stanja) ili *Teorijska fizika i primjene II* (studij Inženjerstvo i fizika materijala).

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Od studenta se očekuje da temeljem poznavanja fizikalnih svojstava kondenzirane materije znaju:

1. Strukturnu podjelu kondenzirane materije i strukturne značajke svake pojedine skupine materijala u toj podjeli
2. Razjasniti pojmove uređenja kratkog i dugog dosega u kondenziranoj tvari te ilustrirati iste na primjerima u praksi
3. Povezati fizikalna svojstva materijala s njihovom strukturom i predvidjeti kako bi eventualne promjene strukture utjecale na fizikalna svojstva
4. Karakterizirati kristalinične materijale obzirom na njihova električna, magnetska i optička svojstva
5. Objasniti princip rada osnovnih eksperimentalnih metoda kojima određujemo strukturna, električna, magnetska i optička svojstva materijala
6. Diskutirati značajke i upotrebu materijala otkrivenih ili razvijenih u zadnjih nekoliko desetljeća (tanki filmovi, tekući kristali, nanomaterijali)

1.4. Sadržaj predmeta

- Osnovni elementi strukture materije: atomi, molekule, kemijske veze
- Red kratkog i dugog dosega; kristalinični i nekristalinični materijali
- Defekti u kristalima; utjecaj defekata na mehanička i električna svojstva kristala
- Električna svojstva materijala: vodiči, poluvodiči, dielektrici
- Magnetska svojstva materijala: diamagneti, paramagneti, feromagneti
- Optička svojstva materijala: transmisija, refleksija i apsorpcija svjetlosti
- Osnovne eksperimentalne tehnike za mjerenje električnih, magnetskih i optičkih svojstava materijala. Materijali smanjene dimenzionalnosti. Tanki filmovi, tekući kristali i nanomaterijali
- Fizika površina
- Keramike i kompozitni materijali
- Amorfni materijali, stakla, koloidi i tekućine



- Biomaterijali i polimeri

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☒ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☐ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☐ multimedija i mreža
- ☐ laboratorij
- ☐ mentorski rad
- ☐ ostalo _____

1.6. Komentari

1.7. Obveze studenata

Za pristup ispitu nužno je da student izradi seminarski rad. Ispit se sastoji iz pismenog ispita (kolokviji) i završnog (usmenog) ispita.

1.8. Praćenje¹ rada studenata

Pohađanje nastave	2.0	Aktivnost u nastavi		Seminarski rad	1.0	Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit	1.5	Usmeni ispit	1.5	Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja		Referat		Praktični rad	
Portfolio							

1.9. Postupak i primjeri vrednovanja ishoda učenja tijekom nastave i na završnom ispitu

Rad studenta na predmetu će se vrednovati i ocjenjivati tijekom nastave i na završnom ispitu. Ukupan broj bodova koje student može ostvariti tijekom nastave je 60 (ocjenjuju se aktivnosti označene u tablici), dok na završnom ispitu može ostvariti 40 bodova.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

1. Donald R. Askeland, Pradeep P. Fulay, Wendelin J. Wright, *The Science and Engineering of Materials*, 6th Edition, Cengage Learning, Inc. 2010.
2. S.O.Kasap, *Principles of Electronic Materials and Devices*, McGraw-Hill, New York, 2002

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

1. Guinier, *The Structure of Matter: From the Blue to Liquid Crystals*, Edward Arnold, London, 1984.
2. J. E. Gordon, *Science of Structures and Materials*, Times Books, New York, 1988.
3. C. Kittel, *Introduction to Solid State Physics*, Wiley, Hoboken, 2005

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata
Literatura je dostupna u pdf formatu		

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

¹ **VAŽNO:** Uz svaki od načina praćenja rada studenata unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Doc. dr. sc. Iva Šarić	
Naziv predmeta	LABORATORIJSKI PROJEKT	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	Izborni	
Godina	2. godina	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	3
	Broj sati (P+V+S)	0+0+30

1. OPIS PREDMETA**1.1. Ciljevi predmeta**

Osnovni ciljevi ovog kolegija su upoznavanje studenata s eksperimentalnim aspektima znanstveno-istraživačkog rada u realnom laboratorijskom okruženju i ukazivanje kako primijeniti stečena znanja na preddiplomskom studiju u rješavanju realnih fizikalnih problema.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Nema formalnih preduvjeta, no pretpostavlja se znanje općih i teorijskih fizika prema programu studija.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

- primijeniti stečena znanja u rješavanju realnih fizikalnih problema i omogućiti bolje razumijevanje teorije
- upoznati znanstvenu metodologiju prirodoslovlja zasnovanu na aktivnoj vezi teorije i eksperimenta
- opisati istraživanje
- opisati eksperimentalnu tehniku i uređaj
- napraviti i opisati mjerenja i obrade podataka

1.4. Sadržaj predmeta

Studenti će odabrati jedan od ponuđenih laboratorijskih projekata u eksperimentalnim laboratorijima Odjela za fiziku, u dogovoru s voditeljem kolegija i voditeljima laboratorija.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☐ predavanja
- ☒ seminari i radionice
- ☐ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☐ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☐ multimedija i mreža
- ☒ laboratorij
- ☒ mentorski rad
- ☐ ostalo

1.6. Komentari**1.7. Obveze studenata**

Studenti su dužni na kraju semestra održati kraći seminar u kojem će predstaviti jednu od sljedećih tema: opis istraživanja, opis eksperimentalne tehnike i uređaj ili opis mjerenja i obrade podataka.



1.8. Praćenje¹ rada studenata

Pohađanje nastave	1	Aktivnost u nastavi		Seminarski rad	1	Eksperimentalni rad	0,5
Pismeni ispit		Usmeni ispit		Esej		Istraživanje	0,5
Projekt		Kontinuirana provjera znanja		Referat		Praktični rad	
Portfolio							

1.9. Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu

Rad studenta na predmetu će se vrednovati i ocjenjivati tijekom rada u laboratoriju i kroz izloženi seminar.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

Literatura će se davati shodno izboru projekta.

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

Literatura će se davati shodno izboru projekta.

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata

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

Laboratorijski rad uključuje konzultativni rad sa studentom, redovito praćenje studentovih aktivnosti i odnosa prema radu, iz čega se dobivaju povratne informacije o uspješnosti i ostvarenom napretku.

¹ **VAŽNO:** Uz svaki od načina praćenja rada studenata unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Prof. dr. sc. Igor Žutić	
Naziv predmeta	MAGNETSKI MATERIJALI I PRIMJENE	
Studijski program	Diplomski studij Fizika, Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	Izborni	
Godina	2. godina	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	6
	Broj sati (P+V+S)	30 + 15 + 15

1. OPIS PREDMETA**1.1. Ciljevi predmeta**

Opće kompetencije: student će razvijati fizikalni pristup pri rješavanju problema iz znanosti o materijalima.
Specifične kompetencije: student će steći osnovna znanja o fizikalnim principima magnetizma i povezanim pojavama i upoznati se s primjenom magnetskih učinaka kod izrade i odabira materijala, te upotrebom kod različitih uređaja.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Za praćenje sadržaja ovog kolegija nužna su predznanja iz kolegija: *Teorijska fizika i primjene I, II*. Uz ovaj kolegij preporučljivo je upisati i srodni kolegij *Spintronika*.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

- Opisati osnovne modele magnetizma u izolatorima i metalima
- Iskazati osnovne rezultate Weissovog modela feromagneta i antiferomagneta
- Izvesti izraz za Paulijevu paramagnetsku susceptibilnost u aproksimaciji slobodnih elektrona
- Objasniti pojmove magnetske anizotropije i magnetoelastičnosti
- Navesti nekoliko značajnijih primjena magnetskih materijala
- Pojasniti što su magnetski poluvodiči i izolatori

1.4. Sadržaj predmeta

Osnovni pojmovi i mjerne jedinice. Metode mjerenja magnetizacije. Magnetska svojstva tvari. Modeli magnetizma u izolatorima i metalima. Magnetska anizotropija. Magnetoelastičnost. Procesi magnetizacije. Mekani magneti. Amorfni magnetski materijali. Tvrdi magneti. Magnetizam tankih slojeva i površina. Magnetotransport. Magnetooptički efekti. Nanomagnetski materijali i kompoziti. Magnetski poluvodiči i izolatori. Magnetski zapisi i memorije. Proučavanje svojstava materijala pomoću magnetskih metoda.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☒ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☒ e-učenje
- ☐ terenska nastava
- ☐ praktična nastava
- ☐ praktikumska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☒ multimedija i mreža
- ☐ laboratorijski rad
- ☒ projektna nastava
- ☐ mentorski rad
- ☒ konzultativna nastava
- ☐ ostalo

**1.6. Komentari****1.7. Obveze studenata**

Za pristup ispitu nužno je da student izradi seminarski rad. Ispit se sastoji iz pismenog ispita (odnosno 2 kolokvija) i završnog (usmenog) ispita.

Provođenje nastave: predavanja (2 sata tjedno); vježbe (1 sat tjedno); samostalni zadaci, mentorski rad, konzultacije (1 sat tjedno).

Način provjere znanja: aktivnost u nastavi, pismeni ispit (2 kolokvija), usmeni ispit.

1.8. Praćenje¹ rada studenata

Pohađanje nastave	2	Aktivnost u nastavi	0.2	Seminarski rad	0.3	Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit	1.6	Usmeni ispit	1.2	Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	0.4	Referat	0.3	Praktični rad	
Portfolio							

1.9. Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu

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 ispitu može ostvariti 30%.

Detaljna razrada načina praćenja i ocjenjivanja rada studenata bit će prikazana u izvedbenom planu predmeta.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

Spaldin N. A., *Magnetic Materials: Fundamentals and Device Applications*, 2nd ed, Cambridge University Press, Cambridge, 2011.

Blundell S., *Magnetism in Condensed Matter*, OUP, Oxford, 2001.

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

Ashcroft N. W., Mermin N. D., *Solid State Physics*, Brooks Cole, New York, 1976.

Cullity B.D., Graham C.D.: *Introduction to Magnetic Materials*, 2nd ed., Wiley-IEEE Press, 2009.

Jiles D. C., *Introduction to Magnetism and Magnetic Materials*, 3rd ed., CRC Press, London, 1998.

O'Handley R. C., *Modern Magnetic Materials: Principles and Applications*, Wiley, New York, 2000.

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata
Spaldin N. A., <i>Magnetic Materials: Fundamentals and Device Applications</i> , 2nd ed, Cambridge University Press, Cambridge, 2011.	2	10
Blundell S., <i>Magnetism in Condensed Matter</i> , OUP, Oxford, 2001.	2	10

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

Razgovor sa studentima, upitnici, redovito praćenje studentovih aktivnosti. Uspješnost izrade seminara i polaganje ispita.

¹ **VAŽNO:** Uz svaki od načina praćenja rada studenata unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Doc. dr. sc. Iva Šarić	
Naziv predmeta	Napredne laboratorijske vježbe	
Studijski program	Diplomski studij Fizika, Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	izborni	
Godina	2.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	6
	Broj sati (P+V+S)	0 + 0 + 60

1. OPIS PREDMETA**1.1. Ciljevi predmeta**

Stjecanje temeljnih znanja o modernim analitičkim tehnikama koje se koriste u karakterizaciji naprednih materijala kroz aktivno korištenje analitičkih instrumenata.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Fizika čvrstoga stanja i Fizika poluvodiča

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Razumjeti teorijsku podlogu i način rada nekoliko analitičkih tehnika, te ih povezati s rješavanjem konkretnih analitičkih problema u znanosti.

1.4. Sadržaj predmeta

Studenti će u sklopu predmeta raditi u nekoliko laboratorija u Odjelu za fiziku i Centru za mikro i nano znanosti i tehnologije. Koristit će se sljedeće analitičke tehnike:

- XPS (elektronska spektroskopija pomoću rendgenskog zraka, X-ray Photoelectron Spectroscopy)
- SIMS (masena spektroskopija sekundarnih iona, Secondary Ion Mass Spectrometry)
- AFM (mikroskopija atomskih sila, Atomic Force Microscopy)
- SEM (pretražna elektronska mikroskopija, Scanning Electron Microscopy)
- XRF (fluorescencija x-zraka, X-ray Fluorescence)

Pomoću ovih tehnika studenti će provoditi elementnu analizu i dubinsko profiliranje elemenata i primjesa, proučavati površinske kemijske veze, karakterizirati promjene i defekte na površinama tankih filmova, poluvodičkih heterostrukture, složenih poluvodičkih spojeva i nanosistema, uključujući nanocjevčice.

1.5. Vrste izvođenja nastave	☒ predavanja	☐ samostalni zadaci
	☐ seminari i radionice	☐ multimedija i mreža
	☐ vježbe	☒ laboratorij
	☐ obrazovanje na daljinu	☒ mentorski rad
	☐ terenska nastava	☐ ostalo _____

1.6. Komentari**1.7. Obveze studenata**

Aktivno učestvovati u eksperimentima, obradi i interpretaciji mjernih podataka i usmenom predavljanju eksperimenata.

**1.8. Praćenje¹ rada studenata**

Pohađanje nastave	2	Aktivnost u nastavi		Seminarski rad	1.5	Eksperimentalni rad	1.0
Pismeni ispit		Usmeni ispit		Esej		Istraživanje	1.5
Projekt		Kontinuirana provjera znanja		Referat		Praktični rad	
Portfolio							

1.9. Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu

Vrednuje se rad na svakom pojedinačnom eksperimentu i usmenoj prezentaciji eksperimenta, podataka i načinu rada eksperimentalnog uređaja.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

1. L.Feldman i J.Mayer: Fundamentals of Surface and Thin Film Analysis, PTR Prentice Hall, New Jersey, 1986.
2. H.Luth: Surfaces and Interfaces of Solid Materials, Springer Study Edition, Berlin, 2007.

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

1. D.P.Woodruff i T.A.Delchar, Modern Techniques of Surface Science-Second Edition, Cambridge University Press, Cambridge, 1994.

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata

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

Kroz ustrojeni sustav osiguranja kvalitete Odjela. Konstantna interakcija i rad sa studentima na unaprjeđenju kvalitete nastave.

¹ **VAŽNO:** Uz svaki od načina praćenja rada studenata unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Doc. dr. sc. Aleš Omerzu	
Naziv predmeta	Poluvodiči i primjene	
Studijski program	Diplomski studij Fizika, Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	obvezni	
Godina	1.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	6
	Broj sati (P+V+S)	30 + 15 + 15

1. OPIS PREDMETA*1.1. Ciljevi predmeta*

Stjecanje temeljnih znanja o osobinama i primjenama poluvodičkih materijala.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Položeni ispiti iz kolegija Opće fizike i Fizika čvrstoga stanja

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Nakon uspješno položenog ispita od studenata se očekuje vladanje temeljnim znanjima o poluvodičima i njihovim primjenama, što obuhvaća: 3 • Kvantnomehaničko objašnjenje stvaranja energetskog zabranjenog pojasa za elektrone u periodičnom potencijalu kristalne rešetke • Poznavanje strukture energijskih vrpca, pojma efektivne mase, koncepta elektronske šupljine te mehanizama za direktne i indirektne optičke prijelaze • Izračun koncentracija nosilaca naboja u intrinzičnom vodiču i relacije ravnotežnih koncentracija • Poznavanje načina i mehanizma dopiranja poluvodiča, određivanja Fermijevog nivoa u istim • Razumijevanje pojma pokretljivosti nosilaca naboja i izračun transportnih svojstava poluvodiča • Temeljito poznavanje i mogućnost izračunavanja bitnih parametara PN spoja: širine pojasa osiromašenja, stvorenog unutarnjeg električnog polja i napona, struja propusne i nepropusne polarizacije te električnog kapaciteta • Poznavanje nekih električnih primjena poluvodiča (Hallova sonda, Peltierov članak) • Poznavanje nekih fotoničkih primjena poluvodiča (fotodioda, LED dioda, diodni laser)

1.4. Sadržaj predmeta

1. Uvod-pregled poluvodičkih materijala i tehnika narastanja
2. Intrinzični poluvodiči, poluvodiči s primjesama i defekti u poluvodičima
3. Elektronska struktura, vodljivost i transportna svojstva poluvodiča
4. Optička svojstva poluvodiča
5. Poluvodički uređaji-od diode i tranzistora do sunčevih ćelija i lasera

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☒ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☒ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☒ multimedija i mreža
- ☒ laboratorij
- ☒ mentorski rad
- ☐ ostalo _____

*1.6. Komentari**1.7. Obveze studenata*

Pohađanje predavanja i vježbi, domaće zadaće i projekti tijekom semestra, testovi i upitnici. 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, te

prezentaciju kroz pismene i usmene seminare te na kolokvijima i završnom ispitu.

1.8. Praćenje¹ rada studenata

Pohađanje nastave	2	Aktivnost u nastavi	0.5	Seminarski rad		Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit	1.5	Usmeni ispit	1.5	Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	0.5	Referat		Praktični rad	
Portfolio							

1.9. Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu

Nastava se izvodi u obliku predavanja, vježbi i studentskih seminara. Znanje se provjerava kroz 2 kolokvija i seminare. Detaljna razrada načina praćenja i ocjenjivanja rada studenata bit će prikazana u izvedbenom planu predmeta.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

1. S.O.Kasap, Principles of Electronic Materials and Devices, McGraw-Hill, New York, 2002
2. C. Kittel, *Introduction to Solid State Physics*, 8. Izdanje, Wiley, New York, 2005.

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

1. P.Y.Yu i M.Cardona, Principles of Semiconductors, Springer, Berlin, 2005
2. J.W.Mayer i S.S.Lau, Electronic Materials Science, Macmillan, New York, 1990.

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata
C. Kittel, <i>Introduction to Solid State Physics</i>	2	5

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

Razgovor sa studentima, upitnici, domaće zadaće i projekti, rezultati na ispitu.

¹ **VAŽNO:** Uz svaki od načina praćenja rada studenata unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.

Opće informacije		
Nositelj predmeta	Izv. prof. dr. sc. Marin Karuza	
Naziv predmeta	Praktikum iz strukture tvari	
Studijski program	Diplomski studij Fizika, Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	obvezatan	
Godina	2.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	6
	Broj sati (P+V+S)	0+0+60

1. OPIS PREDMETA		
1.1. Ciljevi predmeta		
Stjecanje vještina u upravljanju složenim mjernim instrumentima. Stjecanje spoznaja i iskustava u primjeni eksperimentalnih tehnika za mjerenje pojava i fizikalnih veličina na atomskoj razini te konstruirati fizikalne modele uz uporabu matematičkog formalizma. Osposobljavanje studenata za samostalnu obradu rezultata mjerenja te prikazivanje i interpretaciju rezultata mjerenja na temelju ranije stečenih teorijskih znanja.		
1.2. Uvjeti za upis predmeta		
Nema formalnih preduvjeta za upis ovog predmeta, ali se pretpostavlja znanje općih i teorijskih fizika prema programu studija, posebno kolegija Moderna fizika I i Moderna fizika II, kao i poznavanje osnova teorije vjerojatnosti i matematičke statistike.		
1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet		
- samostalno koristiti suvremenu istraživačku opremu - postaviti eksperiment na osnovu poznatih teorijskih modela i primijeniti ih u konkretnim situacijama - analizirati rezultate mjerenja uz uporabu odgovarajućeg teorijskog modela - primijeniti rezultate mjerenja u objašnjenju teorijskih modela - objasniti eventualna razilaženja između rezultata mjerenja i teorijski predviđenih rezultata - prepoznati nedostatke postava i predložiti unapređenja		
1.4. Sadržaj predmeta		
Studenti individualno i samostalno izvode vježbe po sljedećim sadržajima 1. Beer – Lambertov zakon – određivanje koncentracije nepoznate otopine 2. Comptonovo raspršenje 3. Mosleyev zakon 4. Rutherfordovo raspršenje 5. kritični potencijal – elektronski energetski nivoi 6. difrakcija elektrona – transmisijski elektronski mikroskop 7. Hallov efekt 8. Zeemanov eksperiment 9. Ramsauer Towsendov učinak 10. elektronski nivoi u kristalima - laseri		
1.5. Vrste izvođenja nastave	☐ predavanja ☒ seminari i radionice ☐ vježbe ☐ obrazovanje na daljinu ☐ terenska nastava	☒ samostalni zadaci ☐ multimedija i mreža ☒ laboratorij ☐ mentorski rad ☒ ostalo <u>praktikumska nastava</u>

1.6. <i>Komentari</i>		Studenti za svaku pojedinu vježbu u praktikumu obave mjerenja i iskažu ih tablično, a kompletnu statističku obradu izmjerenih podataka s diskusijom rezultata i zaključcima predaju kao seminarski rad(referat). Na redovitim se konzultacijama ispravlja sve što u seminarskom radu nije bilo korektno.					
1.7. <i>Obveze studenata</i>							
Studenti su dužni izvesti sve propisane vježbe, izmjeriti tražene veličine te ih statistički obraditi, interpretirati i formulirati zaključke. Izrada prethodne vježbe i predaja seminarskog rada uvjet je za pristupanje sljedećoj vježbi. U slučaju kada rezultati obrade neke vježbe nisu zadovoljavajući, student je dužan unijeti ispravke.							
1.8. <i>Praćenje¹ rada studenata</i>							
Pohađanje nastave	2	Aktivnost u nastavi		Seminarski rad	2	Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit		Usmeni ispit		Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	1	Referat		Praktični rad	1
Portfolio							
1.9. <i>Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu</i>							
U tijeku nastave studenti stječu sveukupno 100 ocjenskih bodova. Ovi se bodovi dodjeljuju parcijalno, po pojedinoj laboratorijskoj vježbi. Struktura tih bodova je sljedeća: a) Poznavanje mjernih uređaja i tehnika, te fizikalnih zakonitosti u koje se proučavaju u vježbi nosi 30 bodova. b) Aktivnošću i samostalnošću u izvođenju mjerenja studenti mogu osvojiti najviše 30 ocjenskih bodova. c) Za potpune samostalne obrade mjerenih podataka i ispravne interpretacije rezultata (izvan praktikuma, domaći rad) nastavnik može dodijeliti sveukupno 40 ocjenskih bodova. Ovi se bodovi dodjeljuju po pregledu obrade rezultata koje je student dužan predati u roku 10 dana po održanoj vježbi, a najkasnije prije prisupanja sljedećoj vježbi. U slučaju da seminar nije predan na vrijeme bodovi neće biti za obradu neće biti dodijeljeni.							
1.10. <i>Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)</i>							
1. Radni materijali za Praktikum iz strukture tvari 2. R. Barlow, <i>Statistics-A Guide to the Use of Statistical Methods in the Physical Sciences</i> , John Wiley, New York, 1989. 3. Kenneth S. Krane, <i>Modern Physics</i> , John Wiley, New York, 1995. 4. Haken H., Wolf H.C., <i>Atomic and quantum physics</i> , Springer-Verlag, 1984 5. Halliday D., Resnick R., Walker J., <i>Fundamentals of Physics</i> , 6th ed., J.Wiley and Sons Inc., New York, 2003.							
1.11. <i>Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)</i> 1.11.1. http://www.phywe.com 1.11.2. http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html							
Sva literatura za kolegije opće i teorijske fizike s preddiplomskog studija fizike, posebno ona za kolegije <i>Moderna fizika II</i> i <i>Obrada eksperimentalnih podataka u fizici</i> , može biti dodatna literatura za ovaj kolegij.							
1.12. <i>Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu</i>							
Naslov				Broj primjeraka		Broj studenata	
Radni materijali za Praktikum iz strukture tvari				jednak broju studenata			
R. Barlow, <i>Statistics-A Guide to the Use of Statistical Methods in the Physical Sciences</i> , John Wiley, New York, 1989.				1			
Kenneth S. Krane, <i>Modern Physics</i> , John Wiley, New York, 1995.				1			

¹ **VAŽNO:** Uz svaki od načina praćenja rada studenata unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.



Haken H., Wolf H.C., <i>Atomic and quantum physics</i> , Springer-Verlag, 1984	1	
Halliday D., Resnick R., Walker J., <i>Fundamentals of Physics</i> , 6th ed., J.Wiley and Sons Inc., New York, 2003.	2	
1.13. Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih znanja, vještina i kompetencija		
Kvaliteta će se pratiti kroz konzultacije, seminare i ankete nakon predaje zadnje vježbe.		



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Prof. dr. sc. Igor Žutić	
Naziv predmeta	SPINTRONIKA	
Studijski program	Diplomski studij Fizika, Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	Izborni	
Godina	2. godina	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	6
	Broj sati (P+V+S)	30 + 15 + 15

1. OPIS PREDMETA**1.1. Ciljevi predmeta**

Opće kompetencije: student će razvijati fizikalan pristup pri rješavanju problema iz spintronike i nanotehnologije.

Specifične kompetencije: student će stečenim znanjem, nadopunjenim iz kolegija Magnetski materijali i primjene, razumjeti osnove spinskih stupnjeva slobode i njihove primjene.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Za praćenje sadržaja ovog kolegija nužna su predznanja iz kolegija: *Teorijska fizika i primjene I, II*. Uz ovaj kolegij preporučljivo je upisati i srodni kolegij *Magnetski materijali i primjene*.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

- Definirati spin
- Objasniti vezanje spin-staza
- Definirati odgovarajuće veličine i objasniti jednadžbe za opis spinskog transporta
- Navesti nekoliko značajnijih primjena spintronike
- Pojasniti rad spinskog ventila i spinskog lasera

1.4. Sadržaj predmeta

Uvod. Spin i kvantna fizika. Spinski ventili: primjer, Nobelova nagrada iz fizike za 2007 godinu. Neravnotežni spin u metalima i poluvodičima. Spinski transport: difuzijski i balistički režimi. Mjerenje spina i spinskih struja. Vezanje spin-orbita. Spinska relaksacija. Spintronički materijali. Magnetske heterostrukture i nanostrukture. Primjene spintronike: spinski senzori, magnetska memorija, spinski tranzistori i spinski laseri.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☒ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☒ e-učenje
- ☐ terenska nastava
- ☐ praktična nastava
- ☐ praktikumska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☒ multimedija i mreža
- ☐ laboratorijski rad
- ☒ projektna nastava
- ☐ mentorski rad
- ☒ konzultativna nastava
- ☐ ostalo

1.6. Komentari**1.7. Obveze studenata**



Za pristup ispitu nužno je da student izradi seminarski rad. Ispit se sastoji iz pismenog ispita (odnosno 2 kolokvija) i završnog (usmenog) ispita.

Provođenje nastave: predavanja (2 sata tjedno); vježbe (1 sat tjedno); samostalni zadaci, mentorski rad, konzultacije (1 sat tjedno).

Način provjere znanja: aktivnost u nastavi, pismeni ispit (2 kolokvija), usmeni ispit.

1.8. Praćenje¹ rada studenata

Pohađanje nastave	2	Aktivnost u nastavi	0.2	Seminarski rad	0.3	Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit	1.6	Usmeni ispit	1.2	Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	0.4	Referat	0.3	Praktični rad	
Portfolio							

1.9. Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu

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 ispitu može ostvariti 30%.

Detaljna razrada načina praćenja i ocjenjivanja rada studenata bit će prikazana u izvedbenom planu predmeta.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

Bandyopadhyay S. and Cahay M., *Introduction to Spintronics*, 2nd ed., CRC Press, Boca Raton, 2015.

Tsymbal E. Y., Žutić I. (editors), *Handbook of Spin Transport and Magnetism*, CRC Press, Boca Raton, 2011.

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

Žutić I., Fabian J., and Das Sarma S., "Spintronics: Fundamentals and applications," *Reviews Modern Physics* 76, 323-410 (2004).

Fabian J., Matos-Abiague A., Ertler C., Stano P., and Žutić I., "Semiconductor Spintronics," *Acta Physica Slovaca* 57, 565-907 (2007).

Članci koji se mogu besplatno downloadati:

<http://www.physics.sk/aps/pubs/2007/aps-07-04/aps-07-04.pdf>

<http://arxiv.org/abs/cond-mat/0405528>

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata
Bandyopadhyay S. and Cahay M., <i>Introduction to Spintronics</i> , 2nd ed., CRC Press, Boca Raton, 2015.	2	5
Tsymbal E. Y., Žutić I. (editors), <i>Handbook of Spin Transport and Magnetism</i> , CRC Press, Boca Raton, 2011.	2	5

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

Razgovor sa studentima, upitnici, redovito praćenje studentovih aktivnosti. Uspješnost izrade seminara i polaganje ispita.

¹ **VAŽNO:** Uz svaki od načina praćenja rada studenata unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.

Opće informacije		
Nositelj predmeta	Doc. dr. sc. Tomislav Terzić	
Naziv predmeta	Statistička fizika	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	Obvezatan	
Godina	1.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	6
	Broj sati (P+V+S)	30 + 15 + 0

1. OPIS PREDMETA
1.1. <i>Ciljevi predmeta</i> Objasniti metode statističke fizike, te njihovu primjenu. Razvijanje fizikalnih i matematičkih znanja i vještina u rješavanju problema vezanih uz sustave velikog broja čestica. Kroz neke odabrane primjere iz područja fizike, ali i iz drugih područja (materijali, financije i dr.) objasniti će se kako se metode i matematički formalizam mogu upotrijebiti u širem kontekstu.
1.2. <i>Uvjeti za upis predmeta</i> Nema.
1.3. <i>Očekivani ishodi učenja za predmet</i> Student će nakon položenog ispita biti u stanju: 1. Objasniti vezu između statističke mehanike i termodinamike. 2. Formulirati teoriju ansambla. 3. Opisati sličnosti i razlike između mikrokanonskog, kanonskog i velekanonskog ansambla. 4. Primijeniti teoriju ansambla na osnovne fizikalne sisteme – izvesti partijske funkcije i izračunati termodinamičke parametre. 5. Formulirati kvantnu statistiku i kvantno-mehaničku teoriju ansambla. 6. Navesti osnovne primjere idealnih bozonskih sistema te izračunati njihove termodinamičke parametre. 7. Navesti osnovne primjere idealnih fermionskih sistema te izračunati njihove termodinamičke parametre.
1.4. <i>Sadržaj predmeta</i> Osnove računa vjerojatnosti: definicija vjerojatnosti, funkcija raspodjele, srednje vrijednosti. Kinetička teorija plinova. Termodinamika: Funkcije stanja i funkcije procesa, jednadžba stanja, Van der Waalsova jednadžba. Termodinamički zakoni, toplinski kapacitet, termodinamički potencijali, dva tijela u termičkom kontaktu. Klasična statistička fizika: Maxwelllova raspodjela, fazni prostor. Boltzmannova raspodjela, objašnjenje drugog zakona termodinamike. Particijska funkcija, slobodna energija, Brownovo gibanje, molekule u gravitacijskom polju. Zakon jednake raspodjele energija, linearni harmonički oscillator, toplinski kapacitet kristalne rešetke. Kvantna statistička fizika: Kvantizacija energijskog spektra. Particijska funkcija, objašnjenje trećeg zakona termodinamike. Prosječna energija harmonijskog oscilatora; zračenje crnog tijela. Einsteinov i Debyeov model. Bozoni i fermioni. Funkcija raspodjele i Lagrangeovi multiplikatori; limes klasične statistike; gustoća stanja.

Jako degenerirani fermionski plin.

1.5. <i>Vrste izvođenja nastave</i>	☒ predavanja ☒ seminari i radionice ☒ vježbe ☐ obrazovanje na daljinu ☐ terenska nastava	☒ samostalni zadaci ☐ multimedija i mreža ☐ laboratorij ☐ mentorski rad ☐ ostalo _____
-------------------------------------	--	--

 1.6. *Komentari*

 1.7. *Obveze studenata*

Aktivan odnos prema nastavi, rješavanje domaćih zadaća i kolokvija, polaganje završnog ispita.

 1.8. *Praćenje¹ rada studenata*

Pohađanje nastave	1,5	Aktivnost u nastavi	0,5	Seminarski rad		Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit		Usmeni ispit	1,0	Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	2,5	Referat	0,5	Praktični rad	
Portfolio							

 1.9. *Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu*

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, te prezentaciju kroz pismene i usmene seminare te na kolokvijima i završnom ispitu.

 1.10. *Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)*

1. Vladimir Šips: *Uvod u statističku fiziku*, Školska knjiga Zagreb 1990
2. Kerson Huang: *Introduction to Statistical Physics*, Taylor & Francis, New York 2001

 1.11. *Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)*

1. R. K. Pathria and P. D. Beale: *Statistical Mechanics*, 3. edition (Academic Press; 2011)
2. R. Kubo, H. Ichimura, T. Usui, N. Hashitsume, *Statistical Mechanics* (North-Holland; 1990)
3. R. Balian, *From Microphysics to Macrophysics: Method and Applications of Statistical Physics, Vol. 1 and 2* (Springer; 2006)

 1.12. *Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu*

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata

 1.13. *Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih znanja, vještina i kompetencija*

Kvaliteta će se pratiti kroz konzultacije, anonimne ankete, te razgovore nakon polaganja ispita.

¹ **VAŽNO:** Uz svaki od načina praćenja rada studenata unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Prof. dr.sc. Predrag Dominis Prester	
Naziv predmeta	Teorijska fizika i primjene I	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	izborni	
Godina	1.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	6
	Broj sati (P+V+S)	30 + 30 + 0

1. OPIS PREDMETA*1.1. Ciljevi predmeta*

- upoznavanje studenata s osnovama klasične elektrodinamike i specijalne teorije relativnosti
- razvijanje i vježbanje naprednih matematičkih alata i vještina za rješavanje problema zasnovanih na parcijalnim diferencijalnim jednačbama

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Nema.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

- razumijevanje kako iz jednostavnih fundamentalnih jednačbi elektriciteta i magnetizma, primjenom matematičkih metoda, proizlaze objašnjenja za složene fizikalne pojave
- prepoznavanje značenja precizne definicije pojedinih fizikalnih veličina, njihovo računanje i povezivanje s mjerenjima
- sposobnost rješavanja problema iz osnova elektrodinamike, te općenito problema zasnovanih na diferencijalnim jednačbama

*1.4. Sadržaj predmeta***1. Elektrostatika**

Coulombov zakon. Električno polje. Skalarni potencijal. Osnovne jednačbe elektrostatike. Vodiči i kapacitori. Metode rješavanja elektrostatskih jednačbi. Energija elektrostatskog polja. Multipolni razvoj. Jednačbe elektrostatike u sredstvu. Dielektrici i feroelektrici. Rubni uvjeti.

2. Magnetostatika

Električna struja. Jednačba kontinuiteta. Magnetsko polje i sila. Vektorski potencijal. Osnovne jednačbe magnetostatike. Metode rješavanja jednačbi magnetostatike. Jednačbe magnetostatike u sredstvu. Dijamagnetizam, paramagnetizam i feromagnetizam. Rubni uvjeti.

3. Maxwellove jednačbe

Faradayev zakon indukcije. Maxwellove jednačbe. Skalarni i vektorski potencijal. Baždarne transformacije, Poyntingov teorem. Zakoni očuvanja, Jednačbe elektrodinamike za sredstvo. Retardirani i avansirani potencijali. Polje točkastog naboja u gibanju.

4. Elektromagnetni valovi Valna jednačba. Ravni valovi u vakumu i dielektriku. Polarizacija vala. Energija i impuls elektromagnetskih valova Zakoni loma. Valovi u vodičima. Valni paketi i grupna brzina.

5. Zračenje

Zračenje u dipolnom približenju. Larmorova formula. Ciklotronsko i zakočno zračenje.



1.5. Vrste izvođenja nastave		☒ predavanja ☐ seminari i radionice ☒ vježbe ☐ obrazovanje na daljinu ☐ terenska nastava		☒ samostalni zadaci ☐ multimedija i mreža ☐ laboratorij ☐ mentorski rad ☐ ostalo _____	
1.6. Komentari					
1.7. Obveze studenata					
Aktivan odnos prema nastavi, rješavanje domaćih zadaća i kolokvija, polaganje završnog ispita.					
1.8. Praćenje ¹ rada studenata					
Pohađanje nastave	2	Aktivnost u nastavi	0.5	Seminarski rad	Eksperimentalni rad
Pismeni ispit		Usmeni ispit	1.5	Esej	Istraživanje
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	2	Referat	Praktični rad
Portfolio					
1.9. Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu					
Rad studenta na predmetu će se vrednovati i ocjenjivati tijekom nastave putem kolokvija i domaćih zadaća te na završnom ispitu. Ukupan postotak koji student može ostvariti tijekom nastave je 70 (ocjenjuju se aktivnosti označene u tablici), dok na završnom ispitu može ostvariti preostalih 30 posto.					
1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)					
1. Griffiths D. J., <i>Introduction to Electrodynamics</i> , 3. izdanje ili novije, Prentice-Hall, New Jersey, 1999.					
2. Labinac V., Riješeni zadaci iz elektrostatičke i magnetostatičke					
1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)					
1. Jackson J. D., <i>Classical Electrodynamics</i> , 3. izdanje ili novije					
2. Nayfeh M. H., Brussel M. K., <i>Electricity and Magnetism</i> .					
3. Zangwill A., <i>Modern Electrodynamics</i> .					
1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu					
Naslov		Broj primjeraka		Broj studenata	
Griffiths D. J., <i>Introduction to Electrodynamics</i>		3		5	
1.13. Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih znanja, vještina i kompetencija					
Kvaliteta će se pratiti kroz konzultacije, anonimne ankete, te razgovore nakon polaganja ispita.					

¹ **VAŽNO:** Uz svaki od načina praćenja rada studenata unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Izv. prof. dr. sc. Zoran Kaliman	
Naziv predmeta	Teorijska fizika i primjene II	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	izborni	
Godina	1. godina	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	6
	Broj sati (P+V+S)	30 + 30 + 0

1. OPIS PREDMETA

1.1. Ciljevi predmeta

Upoznavanje s osnovama kvantne fizike, njenim temeljnim principima i suštinskim razlikama prema klasičnoj fizici. Razumijevanje uloge eksperimenta u fizici i načina na koji kvantna fizika objašnjava rezultate mjerenja. Analiza jednostavnih kvantno-mehaničkih sustava, čijim poopćenijem se mogu objasniti mnogi prirodni fenomeni, posebice periodni sustav elemenata .

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Položeni predmeti iz opće fizike.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

ISHODIŠTA KVANTNE FIZIKE

1. Opisati nastanak kvantne mehanike

POSTULATI KVANTNE TEORIJE

2. Izreći i objasniti postulate kvantne teorije

MATEMATIČKI UVOD

3. Znati koristiti bra—ket notaciju

4. Napraviti korespodenciju između nove notacije i matričnih veličina

5. Primijeniti kontinuiranu bazu; definirati reprezentacije i veze među njima

6. Računati s operatorima, svojstvenim vrijednostima; izvesti i objasniti relacije neodređenosti

SCHROEDINGEROVA JEDNADŽBA

7. Izvesti SJ; Izvesti vremenski neovisnu SJ. Objasniti osobine rješenja SJ

8. Definirati i riješiti jednodimenzionalne probleme u kvantnoj mehanici

9. Napraviti separaciju varijabli za sferno simetričnu SJ; Riješiti i objasniti vodikov atom

IDENTIČNE ČESTICE

10. Objasniti razliku između bozona i fermiona; Objasniti periodični sustav elemenata

11. Riješiti helijev atom

APROKSIMATIVNI RAČUNI

12. Izvesti račun smetnje za nedegenerirane i degenerirane nivoe

13. Izvesti i koristiti varijacijski račun

KVANTNA TEORIJA RASPRŠENJA

14. Izvesti formulu za udarni presjek

1.4. Sadržaj predmeta

Poteškoće klasične mehanike, relacije neodređenosti, princip korespodencije. Schrödingerova jednadžba.



Operatori i vlastite vrijednosti. Mjerenje. Potencijalni bedem i potencijalna jama. Harmonički oscilator. Operatori energije, impulsa, angularnog momenta. Sferno-simetrični potencijal. Vodikov atom. Pojam spina. Zeemanov efekt. Atom He. Periodni sustav elemenata. Račun smetnje. Starkov efekt. Teorija raspršenja. Diferencijalni udarni presjek. Druga kvantizacija. Kvazičestice. Fotoni. Primjene. Foto-efekt. Laser. STM. NMR.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
☐ seminari i radionice
☒ vježbe
☒ e-učenje
☐ terenska nastava
☐ praktična nastava
☐ praktikumska nastava

- ☒ samostalni zadaci
☒ multimedija i mreža
☐ laboratorijski rad
☒ projektna nastava
☐ mentorski rad
☒ konzultativna nastava
☐ ostalo _____

1.6. Komentari

1.7. Obveze studenata

Regulirane su Statutom, a obuhvaćaju pohađanje vježbi i predavanja te polaganje ispita. Ispit se sastoji od pismenog dijela (kolokvija), u kojem se rješavaju numerički zadaci, i od usmenog dijela, u kojem se provjerava znanje i razumijevanje predmeta.

1.8. Praćenje¹ rada studenata

Pohađanje nastave	2	Aktivnost u nastavi	0.2	Seminarski rad		Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit	1.7	Usmeni ispit	1.7	Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	0.4	Referat		Praktični rad	
Portfolio							

Komentar: Gornja raspodjela ECTS bodova napravljena je za studije i/ili module u kojima kolegij ima 5 ECTS. Za studije i/ili module s različitim ukupnim ECTS, gornju raspodjelu treba iskoristiti za izračun odgovarajućih postotaka.

1.9. Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu

Napredovanje studenata kontinuirano se prati na predavanjima i vježbama. Na ispitu se provjerava sposobnost primjene stečenih znanja rješavanjem numeričkih primjera (pismeni dio), te povezivanje sadržaja i razina konceptualnog razumijevanja (usmeni dio).

Rad studenata vrednuje se i ocjenjuje tijekom nastave i na završnom ispitu. Ukupan broj bodova koji student može ostvariti tijekom nastave je 70 (ocjenjuju se aktivnosti označene u tabeli). Završni ispit je usmeni ispit, a boduje se s maksimalno 30 bodova.

Detaljna razrada načina praćenja i ocjenjivanja rada studenata bit će prikazana u izvedbenom planu predmeta.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

I. Supek, *Teorijska fizika i struktura materije*, 1. i 2. dio, Školska knjiga, Zagreb, 1977.
D. J. Griffiths, *Introduction to Quantum Mechanics*, Prentice-Hall, New Jersey, 1994.
W. A. Harrison, *Applied quantum mechanics*, World Scientific, Singapore, 2001.

¹ **VAŽNO:** Uz svaki od načina praćenja rada studenata unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.



1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

L. I. Schiff, *Quantum Mechanics*, 3. izdanje, McGraw-Hill, New York, 1968.
J. J. Sakurai, *Modern Quantum Mechanics*, 2. izdanje, Addison-Wesley, Reading, 1994.
A. F. J. Levi, *Applied Quantum Mechanics*, 2. izdanje, Cambridge University Press, Cambridge, 2006.

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata
I. Supek, <i>Teorijska fizika i struktura materije</i> , 1. i 2. dio, Školska knjiga, Zagreb, 1977.	10	10
D. J. Griffiths, <i>Introduction to Quantum Mechanics</i> , Prentice-Hall, New Jersey, 1994.	1	10
W. A. Harrison, <i>Applied quantum mechanics</i> , World Scientific, Singapore, 2001.	1	10

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

Stalna interakcija sa studentima. Anonimne ankete o kvaliteti nastave. Fleksibilno prilagodavanje nastave interesima i potrebama studenata. Analiza prolaznosti.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Doc. dr. sc. Vladimir Glažar	
Naziv predmeta	Inženjerska vizualizacija	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	izborni	
Godina	1.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	4
	Broj sati (P+V+S)	15+30+0

1. OPIS PREDMETA*1.1. Ciljevi predmeta*

Razvijanje sposobnosti transformacije informacija u vizualni oblik koji omogućava vizualno opažanje značajki skrivenih u podacima, ali ipak potrebnih za istraživanje i analizu.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Nema uvjeta.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Prizvati definicije vizualizacije. Interpretirati ciljeve vizualizacije. Objasniti i primjeniti percepciju vizualnog. Razlikovati vrste podataka. Izabrati odgovarajuću tehniku vizualizacije. Omogućiti nove uvide transformacijom informacije u vizualni oblik. Implementirati stečena znanja na konkretnim primjerima. Procijeniti doprinos svog rada i rada nastavnika pri usvajanju sadržaja.

1.4. Sadržaj predmeta

Definicije, povijest, ciljevi i principi vizualizacije. Pregled primjena vizualizacije. Opažanje vizualnog, vizualizacije/slike i vizualni atributi. Tehnike vizualizacije. Karakteristike podataka. Proizvodi za vizualizaciju.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☐ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☐ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☒ multimedija i mreža
- ☐ laboratorij
- ☐ mentorski rad
- ☐ ostalo

*1.6. Komentari**1.7. Obveze studenata*

Pohađanje i praćenje nastave (predavanja i vježbe), izrada programa, samostalno učenje i proučavanje literature.

1.8. Praćenje rada studenata

Pohađanje nastave	1,5	Aktivnost u nastavi		Seminarski rad		Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit	0,5	Usmeni ispit		Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera	0,5	Referat		Praktični rad	

		znanja					
Portfolio		Program	1,5	Domaća zadaća			
1.9. Postupak i primjeri vrednovanja ishoda učenja tijekom nastave i na završnom ispitu							
Pohađanje nastave, program, kontinuirana provjera znanja (jedan međuispit), pisani ili usmeni ispit.							
1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)							
H. Wright: Introduction to Scientific Visualization, Springer, 2007. G. Scott Owen, et al.: HiperVis-Teaching Scientific Visualisation Using Hyper Media (on –line), ACM SIGGRAPH Education Committee http://www.siggraph.org/education/materials/HyperVis/vistoc.htm , 1999.							
1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)							
K. Brodlie, et al : Scientific Visualization, Techniques and Applications, Springer Verlag, 1992. J. Brown, et al: Visualization Using Com. Graph. to Explore Data and Present Inform., John Wiley, 1995. D. Thompson, et al: OpenDX - Paths to Visualization, Visualization and Imagery Solutions, Inc., 2004.							
1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu							
Naslov				Broj primjeraka		Broj studenata	
H. Wright: Introduction to Scientific Visualization, Springer, 2007.				2		16	
1.13. Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih znanja, vještina i kompetencija							
Kroz ustrojeni sustav osiguranja kvalitete Fakulteta.							



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Doc. dr. sc. Sunčana Smokvina Hanza, Doc. dr. sc. Dario Iljkić	
Naziv predmeta	Ispitivanje materijala i analiza loma	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	izborni	
Godina	2.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	5
	Broj sati (P+V+S)	30+15+0

1. OPIS PREDMETA*1.1. Ciljevi predmeta*

Upoznavanje s mehaničkim i nerazarajućim ispitivanjima materijala i osposobljavanje za njihovu primjenu u praksi. Razumijevanje osnova analize loma materijala. Razumijevanje uzroka i mehanizama rasta pukotina u različitim uvjetima opterećenja. Karakteriziranje krhkih materijala i procjena životnog vijeka u uvjetima zamora.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Osnovna znanja iz metalnih materijala.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Opisati osnovna svojstva materijala. Razumijevanje krhkog i žilavog loma. Razumijevanje Griffithovog kriterija loma. Objasniti uzroke i mehanizme nastajanja i rasta pukotina pri različitim uvjetima opterećenja. Objasniti osnovne pojmove i koncepte analize loma. Primjena probabilističkih koncepata na mehaničko karakteriziranje krhkih materijala. Objasniti pojavu umaranja metalnih materijala s aspekta prijeloma. Procijeniti životni vijek materijala pod promjenljivim opterećenjem. Objasniti i primijeniti pojedine postupke mehaničkih ispitivanja materijala. Opisati i primijeniti ultrazvučne, magnetske i radijacijske metode ispitivanja materijala. Opisati postupke i objasniti značenje fraktografije. Analizirati rezultate ispitivanja materijala. Odabrati odgovarajuću metodu odnosno odgovarajuće metode ispitivanja materijala.

1.4. Sadržaj predmeta

Tehnički materijali i njihova svojstva. Definicija prijeloma i deformacije. Vrste prijeloma. Mikromehanizmi krhkog loma. Prijelazna temperatura. Griffithova teorija krhkog loma, energetski kriterij rasta pukotine. Probabilističko mehaničko karakteriziranje krhkih materijala. Statički vlačni pokus. Ispitivanje udarne radnje loma. Definicija i određivanje lomne žilavosti. Definicija i određivanje kritične vrijednosti J-integrala. Ispitivanje materijala umorom. Određivanje trajne čvrstoće. Ispitivanje svojstava na visokim i niskim temperaturama. Propagacija pukotine pri zamoru. Metode ultrazvučnih ispitivanja. Granice osjetljivosti i mogućnosti ispitivanja materijala ultrazvukom. Prednosti i nedostaci ultrazvučnih ispitivanja. Magnetske i elektromagnetske metode ispitivanja metala. Uređaji za ispitivanje magnetskim metodama. Radijacijske metode ispitivanja materijala. Načela izbora nerazarajućih ispitivanja materijala. Oštećenje materijala. Makro i mikro analiza oštećenja. Fraktografija.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☐ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☐ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☐ multimedija i mreža
- ☒ laboratorij
- ☐ mentorski rad
- ☐ ostalo _____



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Izv. prof. dr. sc. Robert Basan, Prof. dr. sc. Domagoj Rubeša	
Naziv predmeta	Mehaničko ponašanje i odabir materijala	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	izborni	
Godina	2.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	5
	Broj sati (P+V+S)	30+30+0

1. OPIS PREDMETA*1.1. Ciljevi predmeta*

Grupe materijala. Svojstva, značajke i parametri ponašanja materijala. Razumijevanje veze između mikrostrukture i mehaničkog ponašanja materijala. Razumijevanje procesa očvršćivanja, umaranja i puzanja materijala te pojave zaostalih naprezanja. Sposobnost odabira mjerodavnog kriterija tečenja odnosno loma. Upoznavanje s konstitutivnim modelima materijala. Sposobnost odabira mjerodavnog kriterija inicijacije zamorne pukotine. Razumijevanje i primjena metodologije odabira materijala pri konstruiranju.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Znanja iz mehanike i čvrstoće konstrukcija te metalnih i nemetalnih materijala.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Povezati vrstu atomarnih veza i mikrostrukturu s mehaničkim ponašanjem pojedinih vrsta materijala pod različitim vrstama opterećenja. Objasniti procese očvršćivanja metalnih materijala. Objasniti pojave umaranja, puzanja i starenja materijala. Objasniti pojavu zaostalih naprezanja. Odabrati te primijeniti odgovarajući kriterij tečenja odnosno loma pri proračunu čvrstoće. Razlikovati mehanizme žilavog i krhkog loma. Odabrati te primijeniti odgovarajući kriterij inicijacije zamornih pukotina pri proračunu trajnosti. Pravilno tumačiti i koristiti podatke o mehaničkim svojstvima materijala. Razlikovati pojedine vrste konstitutivnih modela ponašanja materijala. Analizirati konstrukcijske, tehnološke, ekonomske i druge zahtjeve i na osnovi njih definirati kriterije odabira materijala. Primijeniti (Ashbyjeve) karte odabira materijala.

1.4. Sadržaj predmeta

Fizikalne pojave i procesi – posebno na atomarnom, molekularnom i mikroskopskom nivou – koji određuju i objašnjavaju makroskopsko ponašanje različitih vrsta konstrukcijskih materijala (metala, polimera, kompozita i keramika) pod različitim vrstama i načinima opterećenja: vrstu i mehanizme deformiranja, promjenu mehaničkih svojstava, zamaranje, oštećivanje i lom. Kriteriji čvrstoće (tečenja i loma). Fenomenološko karakteriziranje i klasifikacija mehaničkog ponašanja materijala. Konstitutivni modeli. Zamor materijala. Zahtjevi i kriteriji odabira materijala. Karte odabira materijala. Odabir materijala podržan računalom.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☐ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☐ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☐ multimedija i mreža
- ☐ laboratorij
- ☐ mentorski rad
- ☐ ostalo

1.6. Komentari		-					
1.7. Obveze studenata							
Pohađanje nastave, izrada programskih zadataka, samostalno učenje.							
1.8. Praćenje rada studenata							
Pohađanje nastave	2	Aktivnost u nastavi		Seminarski rad		Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit	1	Usmeni ispit		Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	1	Referat		Praktični rad	
Portfolio		Domaće zadaće		Programski zadaci	1		
1.9. Postupak i primjeri vrednovanja ishoda učenja tijekom nastave i na završnom ispitu							
Pohađanje nastave, programski zadaci, kontinuirana provjera znanja (parcijalni ispit), pismeni/usmeni ispit.							
1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)							
Nastavni materijali i bilješke sa predavanja. Dowling, N. E., Mechanical Behavior of Materials : Engineering Methods for Deformation, Fracture, and Fatigue, 3rd ed., Pearson Education, Upper Saddle River (NJ), 2007. Ashby, M. F., Materials Selection in Mechanical Design, 3rd ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, 2005. Filetin, T., Izbor materijala pri razvoju proizvoda, FSB, Zagreb, 2000.							
1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)							
Roesler, J., Harders, H., Baeker, M., Mechanical Behaviour of Engineering Materials : Metals, Ceramics, Polymers, and Composites, Springer, Berlin, 2007. Meyers, M. A., Chawla, K. K., Mechanical Behavior of Materials, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 1999.							
1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu							
Naslov				Broj primjeraka		Broj studenata	
Dowling, N. E., Mechanical Behavior of Materials : Engineering Methods for Deformation, Fracture, and Fatigue, 3rd ed., Pearson Education, Upper Saddle River (NJ), 2007.				1		12	
Ashby, M. F., Materials Selection in Mechanical Design, 3rd ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, 2005.				1		12	
Filetin, T., Izbor materijala pri razvoju proizvoda, FSB, Zagreb, 2000.				4		12	
1.13. Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih znanja, vještina i kompetencija							
Kroz ustrojeni sustav osiguranja kvalitete Fakulteta.							



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Doc. dr. sc. Sunčana Smokvina Hanza, Doc. dr. sc. Dario Iljkić	
Naziv predmeta	Metalni materijali	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	obvezni	
Godina	1.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	4
	Broj sati (P+V+S)	30+15+0

1. OPIS PREDMETA*1.1. Ciljevi predmeta*

Student će steći znanja o metalnim materijalima, njihovoj podjeli, svojstvima, mikrostrukturi i primjeni.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Nema uvjeta.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Definirati ravnotežne i neravnotežne pretvorbe u čelika. Analizirati utjecaj mikrostrukture na mehanička svojstva čelika. Analizirati svojstva i mogućnost primjene konstrukcijskih i posebnih vrsta čelika. Analizirati svojstva i mogućnost primjene željeznih ljevova i ostalih legura metala. Analizirati svojstva i mogućnost primjene posebnih metalnih materijala. Odabrati odgovarajući materijal na temelju konstrukcijskih i tehnoloških zahtjeva.

1.4. Sadržaj predmeta

Ravnotežne i neravnotežne pretvorbe u čelika. Mikrostruktura i mehanička svojstva čelika. TTT-dijagrami. Vrste čelika. Svojstva i primjena konstrukcijskih čelika i čelika povišene čvrstoće. Mikrostruktura, svojstva i primjena korozivskih i kemijski postojanih čelika. Alatni čelici. Željezni lijevovi. Mikrostruktura i svojstva željeznih ljevova. Primjena željeznih ljevova. Aluminijske legure. Mikrostruktura i svojstva aluminijskih legura. Primjena aluminijskih legura. Magnezijске legure. Mikrostruktura i svojstva magnezijevih legura. Primjena magnezijevih legura. Svojstva i trendovi primjene legura oblikovanih u polutekućem stanju. Bakrove legure. Vrste, svojstva i primjena bakrovih legura. Vrste, svojstva i primjena niklovih i kobaltovih legura. Super slitine. Vrste, svojstva i primjena titanijevih legura. Olovne legure. Kositrove legure. Tvrdi metali.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☐ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☐ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☐ multimedija i mreža
- ☐ laboratorij
- ☐ mentorski rad
- ☐ ostalo

1.6. Komentari

-

1.7. Obveze studenata

Pohađanje nastave, izrada seminarskih radova, samostalno učenje.



1.8. Praćenje rada studenata

Pohađanje nastave	1,5	Aktivnost u nastavi		Seminarski rad	0,5	Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit	1	Usmeni ispit		Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	1	Referat		Praktični rad	
Portfolio		Domaće zadaće					

1.9. Postupak i primjeri vrednovanja ishoda učenja tijekom nastave i na završnom ispitu

Pohađanje nastave, kontinuirana provjera znanja, seminarski radovi, pisani ispit.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

Novosel, M., Krumens, D., Željezni materijali. II dio: Konstrukcijski čelici, Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, Slavonski Brod, 1995.

De ferri metallographia I, II, III, Bruxelles ...[etc.]: Presses Academiques ...[etc.], 1966-1967.

Hertzberg, R. W., Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials, Wiley, 1996.

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

Heat Treating, ASM Handbook Vol. 4, ASM International, Materials Park, OH, 1991.

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata
Novosel, M., Krumens, D., Željezni materijali. II dio: Konstrukcijski čelici, Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, Slavonski Brod, 1995.	1	1
De ferri metallographia I, II, III, Bruxelles ...[etc.]: Presses Academiques ...[etc.], 1966-1967.	1	1
Hertzberg, R. W., Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials, Wiley, 1996.	1	1

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

Kroz ustrojeni sustav osiguranja kvalitete Fakulteta.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Prof. dr. sc. Saša Zelenika	
Naziv predmeta	Mikro- i nanoelektromehanički sustavi	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	izborni	
Godina	2.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	5
	Broj sati (P+V+S)	30+15+0

1. OPIS PREDMETA*1.1. Ciljevi predmeta*

Usvajanje znanja o ispravnom modeliranju, konstruiranju, izvedbi, proizvodnji i upotrebi mikro- i nanoelektromehaničkih sustava. Timski rad i sposobnost komuniciranja s ekspertima.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Nema uvjeta.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Objasniti pojmove i osnovnu terminologiju kod MEMS i NEMS sustava. Razlikovati i okarakterizirati zakonitosti skaliranja na raznim područjima. Razlikovati i okarakterizirati procese proizvodnje. Razlikovati materijale koji se na ovom polju koriste. Razlikovati i okarakterizirati inovativne materijale i tehnologijske procese. Objasniti i sumirati postavke modeliranja i simulacije sustava. Objasniti pojave i pojmove kod mikro- i nano-triboloških i mikro-hidrauličkih sustava. Objasniti osnove mjerenja mehaničkih veličina kod MEMS i NEMS komponenti i sustava. Objasniti etičke i društvene aspekte primjene nanotehnologija. Timski raditi te usmeno i pismeno komunicirati s ekspertima na ovom i drugim područjima.

1.4. Sadržaj predmeta

Definicija mikro- i nanoelektromehaničkih sustava (MEMS i NEMS). Osnovna terminologija. Zakonitosti skaliranja kod minijaturizacije. Procesi proizvodnje MEMS i NEMS. Materijali. Korištenje bioloških i drugih inovativnih materijala i tehnologijskih procesa. Projektiranje i integracija sustava. Modeliranje sustava. Osnove mikro- i nano-tribologije. Osnove mikro-hidrauličke. MEMS i NEMS sustavi u praksi. Proračun, modeliranje i mjerenje kod mikroelektromehaničkih komponenti i sustava.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☐ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☒ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☐ multimedija i mreža
- ☐ laboratorij
- ☐ mentorski rad
- ☐ ostalo

1.6. Komentari

-

1.7. Obveze studenata

Pohađanje nastave, aktivnost u nastavi, domaće zadaće (seminarski radovi) i samostalno učenje.

1.8. Praćenje rada studenata



Pohađanje nastave	1,5	Aktivnost u nastavi		Seminarski rad	2	Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit		Usmeni ispit	0,5	Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	1	Referat		Praktični rad	
Portfolio							

1.9. Postupak i primjeri vrednovanja ishoda učenja tijekom nastave i na završnom ispitu

Pohađanje nastave, aktivnost u nastavi, domaće zadaće (seminarski radovi), kolokviji i pisani i/ili usmeni završni ispit.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

***: Springer Handbook of Nanotechnology, Springer Verlag, Berlin (D), 2004.

T.-R. Hsu: MEMS & MICROSYSTEMS – Design and Manufacture, McGraw Hill, Boston (MA, USA), 2002.

M. J. Madou: Fundamentals of Microfabrication, CRC Press, Boca Raton (FL, USA), 2002.

S. Zelenika, E. Kamenar: „Precizne konstrukcije i tehnologija mikro- i nanosustava I – Precizne konstrukcije“, Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2015. (5 primjeraka).

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

N. Maluf and K. Willimas: An Introduction to Microelectromechanical Systems Engineering - 2nd ed., Artech House, Boston (MA, USA), 2004.

***: Microsystems Mechanical Design – CISM Courses and Lectures No. 478, Springer Verlag, Wien (A), 2006.

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata
***: Springer Handbook of Nanotechnology – 2nd ed., Springer Verlag, Berlin (D), 2007.	1	4
T.-R. Hsu: MEMS & MICROSYSTEMS – Design and Manufacture, McGraw Hill, Boston (MA, USA), 2002.	1	4
M. J. Madou: Fundamentals of Microfabrication – The Science of Miniaturisation, CRC Press, Boca Raton (FL, USA), 2002.	1	4
N. Maluf and K. Willimas: An Introduction to Microelectromechanical Systems Engineering - 2nd ed., Artech House, Boston (MA, USA), 2004.	1	4
***: Microsystems Mechanical Design – CISM Courses and Lectures No. 478, Springer Verlag, Wien (A), 2006.	1	4
S. Zelenika, E. Kamenar: „Precizne konstrukcije i tehnologija mikro- i nanosustava I – Precizne konstrukcije“, Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2015. (5 primjeraka).	5	

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

Kroz ustrojeni sustav osiguranja kvalitete Fakulteta. Konstantna interakcija i rad sa studentima na unaprjeđenju kvalitete nastave.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Doc. dr. sc. Sunčana Smokvina Hanza	
Naziv predmeta	Nemetalni materijali	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	obvezni	
Godina	1.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	5
	Broj sati (P+V+S)	30+15+0

1. OPIS PREDMETA*1.1. Ciljevi predmeta*

Student će dobiti spoznaje o vrstama i svojstvima nemetalnih materijala.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Nema uvjeta.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Definirati i objasniti polimere, reakcije polimerizacije i različite klasifikacije polimernih materijala. Analizirati razlike u građi makromolekula plastomera, duromera i elastomera te utjecaj građe na svojstva polimera. Analizirati utjecaj temperature te vremena opterećenja na mehanička svojstva polimera, njihovu preradu i uporabu. Objasniti relaksacijske pojave kod polimera. Analizirati toplinska, električna i optička svojstva polimera. Usporediti različite postupke prerade polimera u isti gotov proizvod i objasniti ograničenja u odabiru postupka s obzirom na vrstu polimera. Usporediti fizikalna i mehanička svojstva drva sa svojstvima ostalih konstrukcijskih materijala. Definirati keramičke materijale i njihovu podjelu na tradicionalnu i tehničku keramiku. Objasniti utjecaj kemijskog sastava i strukture na mehanička, toplinska i električna svojstva keramičkih materijala. Usporediti osnovne korake dobivanja gotovih proizvoda iz tradicionalnih i tehničkih keramika kao i dobivanja gotovih proizvoda iz stakla. Definirati kompozitne materijale i njihovu podjelu prema vrsti ojačala ili vrsti matrice. Objasniti svojstva i područja primjene kompozita sa polimernom, metalnom i keramičkom matricom.

1.4. Sadržaj predmeta

Vrste nemetalnih materijala. Struktura i podjela polimernih materijala. Aditivi za polimerne materijale. Mehanička svojstva polimernih materijala. Toplinska svojstva. Električna svojstva. Optička svojstva. Starenje polimernih materijala. Prerada polimernih materijala u gotove proizvode. Primjena polimernih materijala. Sastav, struktura, svojstva i primjena drva. Struktura i podjela keramičkih materijala. Mehanička svojstva. Toplinska svojstva. Električna svojstva keramičkih materijala. Primjena keramike u tehnici. Svojstva, dobivanje i primjena stakla. Struktura, svojstva i podjela kompozitnih materijala. Postupci dobivanja i primjena kompozitnih materijala.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☒ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☐ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☐ multimedija i mreža
- ☐ laboratorij
- ☐ mentorski rad
- ☐ ostalo _____



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Prof. dr. sc. Goran Cukor	
Naziv predmeta	Proizvodne tehnologije	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	izborni	
Godina	1.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	5
	Broj sati (P+V+S)	45+15+0

1. OPIS PREDMETA*1.1. Ciljevi predmeta*

Upoznavanje s osnovama analiziranih proizvodnih tehnologija/postupaka i njihove primjene te osposobljavanje za odabir najprikladnijeg proizvodnog postupka s obzirom na ekonomske aspekte i kvalitetu gotovog proizvoda, izvođenja proračuna i specifikaciju tehnoloških parametara.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Nema uvjeta.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Identificirati i opisati proizvodne tehnologije/postupke i njihovu primjenu. Tumačiti fizikalne osnove analiziranih proizvodnih postupaka. Interpretirati kriterije odabira proizvodnih postupaka. Primijeniti osnovne proračune tehnoloških parametara. Analizirati karakteristike različitih proizvodnih postupaka. Procijeniti prednosti i ograničenja različitih proizvodnih postupaka s obzirom na područje primjene. Odabrati najprikladniji postupak s obzirom na ekonomske aspekte i kvalitetu gotovog proizvoda.

1.4. Sadržaj predmeta

Značaj, razvoj i klasifikacija proizvodnih tehnologija. Postupci lijevanja: postupci s jednokratnim kalupima i postupci s trajnim kalupima. Postupci oblikovanja deformiranjem: postupci deformiranja masivnih dijelova i postupci oblikovanja limova. Postupci obrade odvajanjem čestica: konvencionalni postupci i nekonvencionalni postupci. Postupci spajanja. Postupci metalurgije praha. Postupci oblikovanja keramike i stakla. Postupci prerade polimera. Kompetitivni aspekti proizvodnje.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☐ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☒ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☒ multimedija i mreža
- ☒ laboratorij
- ☐ mentorski rad
- ☐ ostalo

*1.6. Komentari**1.7. Obveze studenata*

Pohađanje nastave, aktivnost u nastavi, izrada domaćih zadaća, kontrolne zadaće, priprema i izlaganje seminara, samostalno učenje.



1.8. Praćenje rada studenata

Pohađanje nastave	2	Aktivnost u nastavi		Seminarski rad	0,5	Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit	1	Usmeni ispit		Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	1	Referat		Praktični rad	
Portfolio		Domaće zadaće	0,5				

1.9. Postupak i primjeri vrednovanja ishoda učenja tijekom nastave i na završnom ispitu

Pohađanje nastave, aktivnost u nastavi, domaće zadaće, kontinuirana provjera znanja (tri kontrolne zadaće), seminar, pisani i/ili usmeni ispit.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

Katavić, I.: Ljevarstvo, Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2001.

Duplančić, I.: Obrada deformiranjem, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu, 2007.

Cukor, G.: Proračuni u obradi metala rezanjem, Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2014.

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

Kalpajian, S., Schmid, S.R.: Manufacturing Processes for Engineering Materials, 4th ed., Prentice Hall, 2003.

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata
Katavić, I.: Ljevarstvo, Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2001.	5	125
Duplančić, I.: Obrada deformiranjem, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu, 2007.	2	125
Cukor, G.: Proračuni u obradi metala rezanjem, Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2014.	100	125

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

Kroz ustrojeni sustav osiguranje kvalitete Fakulteta.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Prof. dr. sc. Milan Ikonić, Doc. dr. sc. Sandro Doboviček	
Naziv predmeta	Proizvodni management	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	izborni	
Godina	2.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	5
	Broj sati (P+V+S)	30+15+0

1. OPIS PREDMETA*1.1. Ciljevi predmeta*

Svladavanje načela razvoja i planiranja razvoja proizvodnog programa i razvoja proizvodnih sustava. Osposobljenost za analizu utjecajnih čimbenika vođenja proizvodnje. Sposobnost analiziranja uvođenja proizvoda u proizvodni program na efekte poslovanja.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Nema uvjeta.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Definirati ulogu Managementa u razvoju proizvodnih sustava i operativni management u vođenju proizvodnog procesa.

Poznavati poslove proizvodnih menagera / strateške perspektive. Objasniti oblikovanje strategije poduzeća. Razlikovati modele strateškog planiranja. Analizirati utjecajne čimbenike managementa: Kvaliteta i produktivnost. Fleksibilnost proizvodnje. Troškovi, kvaliteta. Tehnologija (vrijeme) i kadrovi. Objasniti ulogu Upravnog odbora, Izvršnog managementa – uprave. Definirati stilove strategijskih menagera. Likertov model. Managerska mreža. Krizni management. Definirati integrirane sustave. Objasniti simultani inženjering. Objasniti racionalizaciju proizvodnje. Japanska proizvodna filozofija.

Povezati oblikovanje proizvoda i životni vijek proizvoda. Objasniti metode razvoja novog proizvoda. Razvoj kvalitete funkcioniranja. Robustni dizajn. Analiza vrijednosti. Analizirati utjecaj uvođenja proizvoda u proizvodni program na efekte poslovanja. Analizirati planiranje i upravljanje sustavom, planiranje termina i kapaciteta. Objasniti modele materijalnog poslovanja, zalihe i upravljanje zalihama. Objasniti koncepte managementa kvalitete: QMS (ISO 9000), Six Sigma, TQM.

1.4. Sadržaj predmeta

Uvod i osnovni pojmovi. Razvojni management: ciljevi i zadaci. Proizvodne strategije. Management u razvoju proizvodnih sustava i operativni management u vođenju proizvodnog procesa. Poslovi proizvodnih menagera / strateške perspektive.

Konkurentnost poslovnog sustava – tendencije razvoja. Oblikovanje strategije poduzeća. Strategijski management. Proces strategijskog managementa. Komponente strategijskog managementa. Okruženje. Čimbenici organizacije. Upravni odbor. Izvršni management – uprava. Stilovi strategijskih menagera. Likertov model. Managerska mreža. Krizni management. Etika strategijskih menagera. Mehanizmi etičnog managementa. Strateško planiranje. Model strateškog planiranja – Metoda prisilnog izbora. Model strateškog planiranja proizvodnje/operacija. Kvaliteta i produktivnost. Fleksibilnost proizvodnje. Troškovi, kvaliteta. Tehnologija (vrijeme) i kadrovi. Management orijentiran na vrijeme. Paralelni inženjering. Racionalizacija proizvodnje. Japanska proizvodna filozofija. Integrirani sustavi. Oblikovanje sustava. Strategije uvođenja novog proizvoda. Proces razvoja novog proizvoda. Metode razvoja novog proizvoda. Razvoj



kvalitete funkcioniranja. Robustni dizajn. Analiza vrijednosti. Modularni dizajn. Životni vijek proizvoda, faza planiranja, razvoja i uvođenja proizvoda. Analiza utjecaja uvođenja proizvoda u proizvodni program na efekte poslovanja. Nepovratni troškovi. Troškovi mogućeg izbora. Povratni troškovi. Troškovi nelikvidnosti. Troškovi kapitala. Pridruživanje troškova (alokacija). Rentabilnost. Izbor proizvodnog procesa pomoću analize praga rentabilnosti. Amortizacija. Linearna metoda. SYD-metoda. Metoda ubrzane amortizacije. Metoda dvostruko ubrzane amortizacije. Metoda proporcionalne amortizacije. Metode procjene investicijskih alternativa. Metoda neto sadašnje vrijednosti. Period povrata kapitala. Interna rata povrata investicije.

1.5. Vrste izvođenja nastave	☒ predavanja	☐ samostalni zadaci
	☐ seminari i radionice	
	☒ vježbe	☐ laboratorij
	☐ obrazovanje na daljinu	☐ mentorski rad
	☐ terenska nastava	☐ ostalo

1.6. Komentari	-
----------------	---

1.7. Obveze studenata

Pohađanje nastave, aktivnost u nastavi, samostalno učenje.

1.8. Praćenje rada studenata

Pohađanje nastave	1,5	Aktivnost u nastavi		Seminarski rad		Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit	1,5	Usmeni ispit		Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	2	Referat		Praktični rad	
Portfolio							

1.9. Postupak i primjeri vrednovanja ishoda učenja tijekom nastave i na završnom ispitu

Pohađanje nastave, aktivnost u nastavi, kontinuirana provjera znanja (dva međuispita), pisani ispit/ili usmeni ispit.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)
--

Tonči, Mikac; Milan, Ikonić: *Proizvodni management*, Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2010.

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

--

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu
--

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata
Tonči, Mikac; Milan, Ikonić: <i>Proizvodni management</i> , Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2010. u obliku skripte na web stranici katedre	Po potrebi	14
<i>William, J. Stevenson: Production / Operations Management</i> , Richard D. Irwin, Inc., Boston, 1993.	1	14

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

Kroz ustrojeni sustav osiguranje kvalitete Fakulteta.



Opće informacije		
Nositelj predmeta		
Naziv predmeta	Projekt	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	izborni	
Godina	1.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	5
	Broj sati (P+V+S)	0+30+0

1. OPIS PREDMETA*1.1. Ciljevi predmeta*

Primjena usvojenih znanja i vještina na rješavanje praktičnog problema iz područja koje obrađuje predmet iz kojeg je izabran Projekt I.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Upisan predmet iz kojeg je izabran Projekt I.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Primijeniti usvojena znanja i vještine iz stručnih sadržaja pripadnog predmeta. Riješiti praktični zadatak. Steći kompetencije za samostalno rješavanje konkretnog stručnog zadatka.

1.4. Sadržaj predmeta

Izabrano poglavlje iz predmeta iz kojeg je izabran Projekt I.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☐ predavanja
- ☐ seminari i radionice
- ☐ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☐ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☐ multimedija i mreža
- ☐ laboratorij
- ☒ mentorski rad
- ☐ ostalo

1.6. Komentari

-

1.7. Obveze studenata

Pohađanje konzultacija, samostalno rješavanje zadatka i izrada projektnog zadatka u pisanom obliku.

1.8. Praćenje rada studenata

Pohađanje nastave		Aktivnost u nastavi		Seminarski rad		Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit		Usmeni ispit		Esej		Istraživanje	
Projekt	2	Kontinuirana provjera znanja		Referat		Praktični rad	
Portfolio		Samostalno rješavanje zadatka	3				



1.9. Postupak i primjeri vrednovanja ishoda učenja tijekom nastave i na završnom ispitu

Ocjenjuje se i vrednuje točnost i cjelovitost izrade projektnog zadatka te njegova prezentacija.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

Literatura navedena za pripadajući predmet iz kojeg je izabran Projekt I.

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

Literatura navedena za pripadajući predmet iz kojeg je izabran Projekt I.

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata

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

Kroz ustrojeni sustav osiguranje kvalitete Fakulteta.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Prof. dr. sc. Goran Cukor	
Naziv predmeta	Tehnologija oblikovanja	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	obvezni	
Godina	1.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	5
	Broj sati (P+V+S)	30+30+0

1. OPIS PREDMETA*1.1. Ciljevi predmeta*

Usvajanje teorijskih znanja i te osposobljavanje za projektiranje postupaka oblikovanja i korištenje gotovih softvera.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Nema uvjeta.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Izračunati najmanju potrebnu količinu ulaznog materijala prilikom oblikovanja deformiranjem. Definirati i analizirati parametre zadane tehnologije oblikovanja. Usporediti različite tehnologije obrade deformiranjem s energijskog gledišta. Primijeniti gotove računalne programe (SolidWorks, Abaqus, Mark, Ansys i Tops) u tehnologiji oblikovanja. Procijeniti odabir tehnologije oblikovanja deformiranjem i argumentirati odabir strojeva na kojima se izvodi oblikovanje. Izraditi projekt konkretnog proizvoda za zadanu tehnologiju oblikovanja.

1.4. Sadržaj predmeta

Klasifikacija postupaka oblikovanja. Tečenje materijala. Stupnjevi deformacije. Teorija krivulja očvršćivanja. Naprezanje plastičnog tečenja. Deformacijska sila, rad i energija. Oblikovanje lima. Masivno oblikovanje. Nekonvencionalno oblikovanje. Modeliranje, simulacija i optimizacija procesa oblikovanja. Primjena gotovih računalnih programa u tehnologiji oblikovanja. CAD/CAPP/CAM u tehnologiji oblikovanja.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☐ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☐ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☒ multimedija i mreža
- ☒ laboratorij
- ☐ mentorski rad
- ☐ ostalo

*1.6. Komentari**1.7. Obveze studenata*

Pohađanje nastave, aktivnost u nastavi, kontrolne zadaće, izrada izvješća s laboratorijskih vježbi, samostalno učenje.

1.8. Praćenje rada studenata

Pohađanje	2	Aktivnost u nastavi		Seminarski rad		Eksperimentalni	
-----------	---	---------------------	--	----------------	--	-----------------	--

1.9. Postupak i primjeri vrednovanja ishoda učenja tijekom nastave i na završnom ispitu

1.10. *Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)*

1.11. *Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)*

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

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

Kroz ustrojeni sustav osiguranje kvalitete Fakulteta.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Doc. dr. sc. Dario Iljkić, Doc. dr. sc. Sunčana Smokvina Hanza	
Naziv predmeta	Termalni procesi materijala	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	obvezni	
Godina	2.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	5
	Broj sati (P+V+S)	30+30+0

1. OPIS PREDMETA*1.1. Ciljevi predmeta*

Razumijevanje reakcija i mikrostrukturnih pretvorbi te ponašanja materijala pri termalnim procesima: toplinskoj obradi, termo-mehaničkoj obradi, inženjerstvu površina kao i lijevanju te zavarivanju. Razumijevanje ponašanja materijala pri niskim i visokim temperaturama.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Odslušan predmet Metalni materijali.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Definirati osnovne termalne procese materijala, toplinska obrada, termo-mehanička obrada, inženjerstvo površina kao i lijevanje te zavarivanje. Definirati teorijske spoznaje u svezi s termalnim procesima materijala. Analizirati postupke pretkazivanja rezultata termalnih procesa materijala. Analizirati mogućnosti primjene termalnih procesa materijala. Analizirati ponašanje materijala u specifičnim termalnim uvjetima, odnosno, analizirati primjenu materijala pri niskim i visokim temperaturama.

1.4. Sadržaj predmeta

Osnovni termalni procesi materijala, toplinska obrada, termo-mehanička obrada, inženjerstvo površina, lijevanje i zavarivanje. Ravnotežne i neravnotežne pojave, pretvorbe i reakcije pri zagrijavanju, sporom ohlađivanju i gašenju čelika i ostalih metalnih legura. Procesni taljenja i kristalizacije. Mogućnosti toplinske obrade, termo-mehaničke obrade, inženjerstva površine, lijevanja i zavarivanja čelika i ostalih metalnih legura. Primjena TTT-dijagrama u toplinskoj obradi. Projektiranje kalupne šupljine, uljevnog i napajalnog sustava. Mogućnosti toplinske obrade lijevačkih slitina i zavarenih spojeva. Kemijsko i fizikalno taloženje iz parne faze. Nanošenje slojeva raspršivanjem. Lasersko površinsko kaljenje, usitnjavanje strukture, rastaljivanje, legiranje te stapanje prevlaka. Ionska implantacija. Pogreške pri termalnim procesima materijala. Pojava zaostalih naprezanja. Pojave toplinskog umara, toplinskog šoka, puzanja i toplinske destrukcije materijala. Metode pretkazivanja rezultata, zaostalih naprezanja i distorzija pri termalnim procesima materijala. Metode ispitivanja i karakterizacije rezultata termalnih procesa materijala.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☐ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☐ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☐ multimedija i mreža
- ☒ laboratorij
- ☐ mentorski rad
- ☐ ostalo

1.6. Komentari

-



1.7. Obveze studenata

Pohađanje nastave, izrada seminarskih radova, samostalno učenje.

1.8. Praćenje rada studenata

Pohađanje nastave	2	Aktivnost u nastavi		Seminarski rad	1	Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit	1	Usmeni ispit		Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	1	Referat		Praktični rad	
Portfolio		Domaće zadaće					

1.9. Postupak i primjeri vrednovanja ishoda učenja tijekom nastave i na završnom ispitu

Pohađanje nastave, kontinuirana provjera znanja, seminarski radovi, pisani ispit.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

Smoljan, B., Toplinska obrada čelika, sivog i nodularnog lijeva, Zagreb: Hrvatsko društvo za toplinsku obradbu i inženjerstvo površina, Udžbenici Sveučilišta u Rijeci, 1999.
Krumens, D., Toplinska obradba, Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, Slavonski Brod 2000.
Katavić, I., Ljevarstvo, Sveučilište u Rijeci, 1993.
Gojić, M., Tehnike spajanja i razdvajanja materijala, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, 2003.
Duplančić, I.: Obrada deformiranjem, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu, 2007.

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

Schumann, H., Metallographie, VEB Deutscher Verlag fuer Grundstoffindustrie, Leipzig, 1967.
DeGarmo, Paul E., Materials and processes in manufacturing, Macmillan Publishing Co., Inc., New York, 1974.
Metals engineering – processes, ASME Handbook, McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, etc., 1958.

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata
Smoljan, B., Toplinska obrada čelika, sivog i nodularnog lijeva, Zagreb: Hrvatsko društvo za toplinsku obradbu i inženjerstvo površina, Udžbenici Sveučilišta u Rijeci, 1999.	4	30
Krumens, D., Toplinska obradba, Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, Slavonski Brod 2000.	1	30
Katavić, I., Ljevarstvo, Sveučilište u Rijeci, 1993.	21	30
Gojić, M., Tehnike spajanja i razdvajanja materijala, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, 2003.	2	30
Duplančić, I.: Obrada deformiranjem, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu, 2007.	2	30

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

Kroz ustrojeni sustav osiguranja kvalitete Fakulteta.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Prof. dr. sc. Duško Pavletić	
Naziv predmeta	Upravljanje kvalitetom	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	obvezni	
Godina	2.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	5
	Broj sati (P+V+S)	30+30+0

1. OPIS PREDMETA*1.1. Ciljevi predmeta*

Upoznavanje s osnovnim sadržajima iz područja upravljanja kvalitetom. Upoznavanje i rješavanje praktičnih primjera iz primjene pojedinih sadržaja kolegija. Izradom seminara praktično se primjenjuju stečena znanja i vještine.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Nema uvjeta.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Usporediti pristupe upravljanju kvalitetom. Objasniti uspostavu sustava upravljanja kvalitetom i zahtjeve norme ISO 9001. Usporediti modele izvrsnosti. Razlikovati pristupe unapređivanju kvalitete. Ocijeniti kvalitetu procesa metodama statističke kontrole. Utvrditi razinu rizika.

1.4. Sadržaj predmeta

Razvoj i značenje upravljanja kvalitetom. Sastavnice upravljanja kvalitetom. Potpuno upravljanje kvalitetom. Metode planiranja kvalitete. FMEA metoda proizvoda i procesa. Metode unapređivanja kvalitete. Osnovni i napredni alati stalnog unapređivanja kvalitete. Značajke uzoraka i procesa. Slijed, analiza i komentar procesa. Statistička kontrola kvalitete procesa. Kontrolne karte za pojedinačne izmjere. Kontrolne karte za atributivne ocjene. Analiza sposobnosti procesa. Vjerojatnost usklađenosti. Ocjena podešenosti procesa. Henryev pravac. Analiza sposobnosti mjerne opreme. Unapređivanje kvalitete procesa metodom planiranja pokusa. Potpuni plan pokusa. Djelomični plan pokusa.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☐ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☐ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☐ multimedija i mreža
- ☐ laboratorij
- ☐ mentorski rad
- ☐ ostalo

1.6. Komentari

-

1.7. Obveze studenata

Pohađanje nastave, aktivnost u nastavi, sudjelovanje na vježbama, izrada i prezentacija seminarskog rada, samostalno učenje.

1.8. Praćenje rada studenata



Pohađanje nastave	2	Aktivnost u nastavi		Seminarski rad	1,0	Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit	0,5	Usmeni ispit		Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	1,5	Referat		Praktični rad	
Portfolio							

1.9. Postupak i primjeri vrednovanja ishoda učenja tijekom nastave i na završnom ispitu

Kontinuirana provjera znanja (dvije kontrolne zadaće i samostalni zadaci) i pisani ispit.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

-

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

Montgomery, D. C., Introduction to statistical quality control, 3rd ed., J. Wiley & Sons, New York, 1996.
Montgomery, D.C., Jennings, C. L., Pfund, M. E., Managing, controlling, and improving quality, John Wiley & Sons Wiley, 2011.

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata

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

Kroz ustrojen sustav osiguranja kvalitete Fakulteta.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Doc. dr. sc. Ervin Kamenar	
Naziv predmeta	Upravljanje mehatroničkim sustavima	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	izborni	
Godina	1.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	5
	Broj sati (P+V+S)	30+15+0

1. OPIS PREDMETA*1.1. Ciljevi predmeta*

Razumijevanje osnovnih pojmova upravljanja mehatroničkim sustavima i osposobljavanje studenata za odgovarajuće primjene. Razvijanje sposobnosti samostalnog rada i rada u manjim grupama (timski rad) i prezentacije ostvarenih rezultata.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Nema uvjeta.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Objasniti ulogu i principe upravljanja u mehatronici. Primijeniti Laplaceove transformacije na rješavanje linearnih diferencijalnih jednadžbi koje opisuju promatrani mehatronički sustav. Definirati blok dijagram promatranog sustava. Odrediti prijenosnu funkciju sustava. Opisati standardne pobudne funkcije. Definirati kriterije stabilnost regulacijskih sustava. Prikazati Bodeov i Nyquistov dijagram za zadanu prijenosnu funkciju. Opisati osnovna svojstva PID regulatora.

Primijeniti Matlab/Simulink programski paket za analizu i rješavanje problema. Opisati upravljanje mehatroničkim sustavom pomoću National Instruments hardvera i LabVIEW programskog sučelja. Timski raditi te usmeno i pismeno komunicirati s ekspertima na ovom i drugim područjima. Implementirati stečena znanja na konkretnim primjerima.

1.4. Sadržaj predmeta

Osnovni principi i primjena automatske regulacije. Dinamički modeli i odzivi. Laplaceova transformacija. Osnovni principi povratne veze. Prijenosna funkcija. Standardne pobudne funkcije. Metode Nyquista i Bodea. Kriteriji stabilnosti sustava. Analiza i sinteza linearnih kontinuiranih regulacijskih sustava u vremenskom i frekvencijskom području. Klasično upravljanje pomoću PID regulatora, upravljanje s kompenzacijom smetnje i kaskadna regulacija. Primjer upravljanja mehatroničkim sustavom pomoću upravljačkog hardvera i pripadajućeg softverskog sučelja.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☐ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☐ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☐ multimedija i mreža
- ☒ laboratorij
- ☐ mentorski rad
- ☐ ostalo _____

1.6. Komentari

-



1.7. Obveze studenata

Pohađanje nastave, aktivnost u nastavi, projektni zadaci i samostalno učenje.

1.8. Praćenje rada studenata

Pohađanje nastave	1,5	Aktivnost u nastavi		Seminarski rad		Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit		Usmeni ispit	0,5	Esej		Istraživanje	
Projekt	2	Kontinuirana provjera znanja	1	Referat		Praktični rad	
Portfolio							

1.9. Postupak i primjeri vrednovanja ishoda učenja tijekom nastave i na završnom ispitu

Pohađanje nastave, aktivnost u nastavi, projektni zadaci, kolokviji i pisani i/ili usmeni završni ispit.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

N. Perić: Automatsko upravljanje, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, 2001.
G. F. Franklin, J. D. Powell, A. Emami-Naeini: Feedback Control of Dynamic Systems - 6th ed., Pearson Higher Education, 2010.
D. Matika, D. Brnobić: Osnove regulacijske tehnike, Tehnički fakultet Rijeka, 2004.
T. Šurina: Automatska regulacija, Školska knjiga, Zagreb, 2001.
S. Zelenika, E. Kamenar: „Precizne konstrukcije i tehnologija mikro- i nanosustava I – Precizne konstrukcije“, Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2015.

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

V. Kuljača, Z. Vukić: Automatsko upravljanje sistemima, Školska knjiga, Zagreb, 1985.
D. E. Seborg, T. F. Edgar, D. A. Mellichamp: Process Dynamics and Control, John Wiley & Sons, NY, 1989.
Nise, N., Control System Engineering. New York; John Wiley & Sons, New York, 2000.

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata
N. Perić: Automatsko upravljanje, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, 2001.	1	4
G. F. Franklin, J. D. Powell, A. Emami-Naeini: Feedback Control of Dynamic Systems - 6th ed., Pearson Higher Education, 2010.	1	4
D. Matika, D. Brnobić: Osnove regulacijske tehnike, Tehnički fakultet Rijeka, 2004.	12	4
T. Šurina: Automatska regulacija, Školska knjiga, Zagreb, 2001.	1	4
V. Kuljača, Z. Vukić: Automatsko upravljanje sistemima, Školska knjiga, Zagreb, 1985.	1	4
D. E. Seborg, T. F. Edgar, D. A. Mellichamp: Process Dynamics and Control, John Wiley & Sons, New York, 1989.	1	4
Nise, N., Control System Engineering. New York; John Wiley & Sons, New York, 2000.	1	4
S. Zelenika, E. Kamenar: „Precizne konstrukcije i tehnologija mikro- i nanosustava I – Precizne konstrukcije“, Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2015.	5	

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

Kroz ustrojeni sustav osiguranja kvalitete Fakulteta. Konstantna interakcija i rad sa studentima na unaprjeđenju kvalitete nastave.



Opće informacije		
Nositelj predmeta	Doc. dr. sc. Sunčana Smokvina Hanza	
Naziv predmeta	Zaštita materijala	
Studijski program	Diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status predmeta	obvezni	
Godina	1.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	5
	Broj sati (P+V+S)	30+30+0

1. OPIS PREDMETA*1.1. Ciljevi predmeta*

Student će upoznati vrste korozije i štete koje korozija može prouzročiti te metode provođenja zaštite materijala od korozije.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

Nema uvjeta.

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Definirati koroziju, termodinamiku te kinetiku korozije metala. Objasniti mehanizme korozije metala. Analizirati unutrašnje i vanjske čimbenike koji utječu na koroziju. Analizirati načela zaštite od korozije. Opisati metode i postupke zaštite metala i njihovih legura od korozije. Definirati prednosti i nedostatke pojedinih postupaka zaštite. Opisati metode ispitivanja brzine korozije i usporediti uspješnost različitih postupaka zaštite od korozije. Definirati odgovarajući postupak zaštite od korozije na temelju tehnoloških i konstrukcijskih zahtjeva.

1.4. Sadržaj predmeta

Definicija korozije. Troškovi i štete uslijed korozije. Podjela korozijskih procesa. Mehanizmi korozije. Kemijska korozija. Kvaliteta oksidnih slojeva. Elektrokemijska korozija. Korozijski članak. Vodikova i kisikova depolarizacija. Standardni elektrodni potencijal metala. Pourbaixovi dijagrami. Uzroci elektrokemijske korozije. Brzina elektrokemijske korozije. Ispitivanje i analiza korozijskih oštećenja. Vrste korozije prema obliku korozijskog razaranja metala: opća, rupičasta, potpovršinska, u procijepu, galvanska, selektivna i interkristalna korozija. Korozija uz mehanička naprezanja: napetosna, korozijski zamor, tarna, erozijska, kavitacijska. Metode zaštite od korozije. Primjena korozijski postojećih materijala. Konstrukcijsko-tehnološke mjere zaštite. Elektrokemijska zaštita. Zaštita inhibitorima korozije. Zaštita prevlačenjem – metalne, anorganske i organske prevlake.

1.5. Vrste izvođenja nastave

- ☒ predavanja
- ☒ seminari i radionice
- ☒ vježbe
- ☐ obrazovanje na daljinu
- ☒ terenska nastava

- ☒ samostalni zadaci
- ☐ multimedija i mreža
- ☒ laboratorij
- ☐ mentorski rad
- ☐ ostalo

1.6. Komentari

-

1.7. Obveze studenata



Pohađanje nastave, izrada domaćih zadaća, pripremanje za sudjelovanje u nastavi, izrada seminarskih radova, samostalno učenje.

1.8. Praćenje rada studenata

Pohađanje nastave	2	Aktivnost u nastavi		Seminarski rad	1	Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit	0,5	Usmeni ispit		Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	1	Referat		Praktični rad	
Portfolio		Domaće zadaće	0,5				

1.9. Postupak i primjeri vrednovanja ishoda učenja tijekom nastave i na završnom ispitu

Pohađanje nastave, domaće zadaće, kontinuirana provjera znanja, seminarski rad, pisani ispit.

1.10. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

Smokvina Hanza, S., E-podloge za predavanja: Zaštita materijala, RITEH, Rijeka, 2018. (na Merlinu)
Esih, I., Dugi, Z., Tehnologija zaštite od korozije, Sv. 1, Školska knjiga, Zagreb, 1990.
Roberge, P. R., Handbook of Corrosion Engineering, Mc Graw-Hill, New York, 2000.
Filetin, T., Kovačiček, F., Indolf, J., Svojstva i primjena materijala, FSB, Zagreb, 2011.

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

Juraga, I., Alar, V., Stojanović, I., Korozija i zaštita premazima, FSB, Zagreb, 2014.
Esih, I., Osnove površinske zaštite, FSB, Zagreb, 2007.
Novosel, M., Krumes, D., Posebni čelici, Strojarski fakultet, Slavonski Brod, 1998.
Corrosion: Materials, ASM Handbook Vol. 13B, ASM International, Materials Park, OH, 2005.
Fontana M. G., Greene, N. D., Corrosion Engineering, Mc Graw-Hill, New York, 1978.
Talbot, D., Talbot, J., Corrosion Science and Technology, CRC Press, 1998.
Askeland, D. R., Wright, W. J., The science and engineering of materials, Boston [etc.]: Cengage Learning, cop. 2016.
Callister, W. D., Jr., Materials science and engineering: An Introduction, John Wiley & Sons, New York, Chichester, etc., 1996.

1.12. Broj primjeraka obvezne literature u odnosu na broj studenata koji trenutno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata
Esih, I., Dugi, Z., Tehnologija zaštite od korozije, Sv. 1, Školska knjiga, Zagreb, 1990.	2	8
Roberge, P. R., Handbook of Corrosion Engineering, Mc Graw-Hill, New York, 2000.	1	8
Filetin, T., Kovačiček, F., Indolf, J., Svojstva i primjena materijala, FSB, Zagreb, 2011.	5	8
Smokvina Hanza, S., E-podloge za predavanja: Zaštita materijala, RITEH, Rijeka, 2018.	dostupno na Merlinu	8

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

Kroz ustrojeni sustav osiguranja kvalitete Fakulteta.