



UNIVERZITET U SARAJEVU



UNIVERZITET U SARAJEVU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
ODSJEK ZA FIZIKU

NASTAVNI PLAN I PROGRAM
Akadska 2018/2019. godina

FIZIKA
II CIKLUS

OPŠTI PODACI O STUDIJSKOM PROGRAMU

NAZIV PROGRAMA:	Fizika
TIP PROGRAMA:	Akademski
NIVO PROGRAMA:	Drugi ciklus visokog obrazovanja
CILJEVI PROGRAMA:	<ul style="list-style-type: none">• sticanje fundamentalnih znanja i razvijanje vještina koje se odnose na istraživanja u fizici,• produbljivanje znanja i dodatno razvijanje kompetencija u oblastima eksperimentalne, edukacijske, teorijske, medicinske radijacione fizike, fizike jonizirajućih zračenja i zaštite od zračenja, zavisno od odabranih predmeta (vidjeti listu položenih predmeta),• razvijanje sposobnosti i vještina koje se odnose na korištenje eksperimenta, matematičkog formalizma i računara u fizici,• razvijanje razumjevanja naučnih koncepata i osposobljavanje za samostalno usvajanje novih znanja,• razvijanje kompetencija za učestvovanje u naučno-istraživačkim projektima,• razvijanje komunikacijskih, socijalnih, matematičko-informatičkih i istraživačkih vještina.
NOSILAC PROGRAMA:	Prirodno-matematički fakultet, Odsjek za fiziku
NAUČNA OBLAST:	Fizika
ORGANIZACIJA STUDIJSKOG PROGRAMA:	Nastavnonaučni proces organiziran je kroz predavanje, seminare i vježbe. U toku prvog semestra studenti biraju jednu od četiri grupe izbornih predmeta (eksperimentalna fizika, teorijska fizika, medicinska radijaciona fizika i fizika u obrazovanju). Izborni predmeti su vrednovani sa ukupno 30 ECTS bodova, a priprema i odbrana završnog rada sa 24 ECTS kredita.
TRAJANJE STUDIJSKOG PROGRAMA:	Predviđeno je da studijski program traje jednu godinu, tj. dva semestra.
JEZIK NA KOJEM SE IZVODI STUDIJSKI PROGRAM:	bosanski/hrvatski/srpski jezik/engleski ako je potrebno
PRISTUP STUDIJSKOM PROGRAMU:	Pravo upisa na studijski program imaju kandidati sa završenim srodnim studijem I ciklusa. Rangiranje kandidata se vrši na osnovu prosjeka ocjena na I ciklusu studija i drugih kriterija utvrđenih konkursom.
INFORMACIJE O KVALIFIKACIJI:	Naziv kvalifikacije: Magistar/magistra fizike Nivo kvalifikacije: Drugi ciklus visokog obrazovanja; Nivo 7 u Osnovama nacionalnog kvalifikacijskog okvira.
ANALIZA MOGUĆNOSTI ZAPOŠLJAVANJA:	U zavisnosti od odabranih predmeta (težište na eksperimentalnoj ili teorijskoj ili medicinskoj i radijacionoj fizici – vidjeti listu položenih predmeta) titula magistar/magistra fizike kvalifikuje nositelja/nositeljicu da radi u različitim istraživačkim laboratorijama, kao i u laboratorijama primijenjene fizike, istraživačkim institutima, visokoobrazovnim institucijama, agencijama koje se bave mjeriteljstvom, standardizacijom, zaštitom okoline, zaštitom od zračenja, zavodima, preduzećima kao i u drugim institucijama koje zapošljavaju magistre fizike.

PROHODNOST STUDIJA:	Student koji uspješno okonča studijski program ima pravo pristupa na treći ciklus studija fizike i srodnih disciplina, sukladno pravilima studiranja trećeg ciklusa.
BODOVANJE I OCJENJIVANJE:	Studenti se kontinuirano ocjenjuju tokom semestra. Pri tome se sve aktivnosti vrednuju određenim brojem bodova. Na većini predmeta, studenti mogu dobiti bodove izvođeci aktivnosti kao što su: zadaće, seminari, parcijalni ispiti i završni ispiti. Na početku akademske godine Vijeće fakulteta usvaja skalu bodovanja i kriterije ocjenjivanja za svaki pojedinačni predmet.
OSIGURANJE KVALITETA:	Osiguranje kvaliteta studijskog programa Fizika bazirano je na evaluaciji rada nastavnika i asistenata kao i evaluaciji svakog pojedinačnog kursa. Evaluacija se provodi nakon svakog semestra, a studenti imaju mogućnost da iskažu svoje stavove o sadržaju predmeta, opterećenju na predmetu, kvalitetu izvođenja nastave i organizaciji ispita. Dobiveni rezultati se analiziraju te se nastavnicima dostavljaju izvještaji za svaki predmet pojedinačno. Na osnovu dobivenih rezultata nastavnici vrše potrebne korektivne radnje.
ISHODI UČENJA NA NIVOU STUDIJSKOG PROGRAMA:	<p>Nositelji diplome su, u zavisnosti od odabranih predmeta (težište na eksperimentalnoj ili edukacijskoj ili teorijskoj ili medicinskoj i radijacionoj fizici) u stanju da:</p> <ul style="list-style-type: none"> • objašnjavaju fundamentalne principe moderne fizike i rješavaju napredne zadatke u formalizmu moderne fizike, • planiraju i izvode relativno složene eksperimente iz fizike, kao i da analiziraju eksperimentalne podatke i prezentiraju njihove rezultate, • procjenjuju i kvantificiraju greške mjerenja i procedura, • koriste matematiku i računare u cilju akvizicije podataka i modeliranja fizikalnih fenomena, • uspješno koriste softvere specifične za datu naučnu oblast, • uspješno odabiru i koriste specifičnu istraživačku opremu, • čitaju naučne članke i diskutuju najnovije rezultate u određenom polju fizike, • primjenjuju napredne metode, uključujući i korištenje numeričkih metoda i simulacija kako bi reprodukovali neke od najnovijih naučnih rezultata u odgovarajućoj oblasti fizike, • kritički i neovisno procjenjuju istraživačke metode i rezultate u odgovarajućoj oblasti fizike, <p>Generički ishodi učenja</p> <p>Nosilac diplome:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sistematski pristupa rješavanju problema i provođenju istraživanja, • uspješno prezentira svoje ideje koristeći različite tehnologije i vrste prezentacija, • koristi računare u svrhu obrade podataka, • je u stanju da radi nezavisno, kao i u timu, • koristi literaturu na engleskom jeziku.
IZBORNI PREDMETI:	Vijeće Odsjeka za fiziku svake akademske godine usvaja listu mogućih izbornih predmeta i odlučuje o realizaciji istih u skladu sa

trenutnim kadrovskim i materijalnim resursima te potrebama i interesu studenata.

ZAVRŠETAK STUDIJA:

Studenti završavaju studij polaganjem svih ispita, te izradom i odbranom završnog rada, tj. prikupljanjem minimalno 60 ECTS kredita.

POPIS OBAVEZNIH I IZBORNIH PREDMETA

Opšti smjer II ciklus studija – 4 + 1

PREDMETI	ŠIFRE	SEMESTRI		ECTS BODOVI
		I P+V	II P+V	
Obrada podataka i modeliranje u fizici	PCM9611	3+2		6
Izborni predmet I				6
Izborni predmet II				6
Izborni predmet III				6
Izborni predmet IV				6
Ukupno sati/ECTS bodova				30
Izborni predmet V				6
Magistarski rad				24
Ukupno sati/ECTS bodova				30

LISTA MOGUĆIH IZBORNIH PREDMETA TEORIJSKA FIZIKA

PREDMETI	ŠIFRE	ECTS BODOVI
Kvantna mehanika III	PTH9611	6
Simetrije u fizici	PTH9621	6
Kvantna teorija polja III	PTH9631	6
Fotonika	PTH0611	6
Fourier optika	PTH9651	6
Fizika elementarnih čestica II	PTH9661	6
Gravitacija i kosmologija	PTH9671	6
Teorija rasijanja	PTH9681	6
Interakcija elektromagnetnog polja i atoma	PTH9691	6

EKSPERIMENTALNA FIZIKA

PREDMETI	ŠIFRE	ECTS BODOVI
Fizika čvrstog stanja III	PCM9611	6
Interakcija zračenja s čvrstim tijelom	PCM9651	6
Poluprovodnički mikrouređaji	PCM9621	6
Magnetni materijali	PCM9631	6
Defekti u čvrstim tijelima	PCM9641	6
Fizika neuredjenih sistema	PCM9681	6
Fizika nanomaterijala	PCM9691	6
Fiber optika	PAP9671	6
Fizika metala II	PCM8611	6
Fizika poluprovodnika II	PCM8621	6

MEDICINSKA RADIJACIJSKA FIZIKA

PREDMETI	ŠIFRE	ECTS BODOVI
Fizika u radiodijagnostici	PAP9611	6

Fizika u nuklearnoj medicini	PAP9621	6
Fizika u radioterapiji	PAP9631	6
Osnove medicine za fizičare	PAP9641	6
Simulacija i analiza podataka u medicinskoj radijacijskoj fizici	PAP9651	6
Slikovne metode u radiologiji	PAP9661	6

FIZIKA U OBRAZOVANJU

PREDMETI	ŠIFRE	ECTS BODOVI
Nastavna praksa iz fizike	PED9011	10
Metodika nastave fizike III	PED9611	6
Praktikum metodike nastave fizike III	PED7411	4
Praktikum metodike nastave fizike IV	PED8421	4
Metodika nastave fizike IV	PED0611	6

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	OBRADA PODATAKA I MODELIRANJE U FIZICI			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PCM9611	I	OBAVEZNI	6	3+2
Nosilac programa	Prof. dr. Azra Gazibegović-Busuladžić, Prof. dr. Elvedin Hasović			
Cilj i ishodi učenja	Cilj predmeta je da student nauči analizirati i obraditi fizikalne podatke i numerički simulirati fizikalne procese. Nakon savladanog kursa student zna statistički obraditi podatke; zna postaviti pogodnu statističku hipotezu i testirati je; zna odabrati i primijeniti pogodnu numeričku metodu u cilju rješavanja različitih fizikalnih problema.			
Sadržaj predmeta				
<p>Pojam slučajne varijable. Diskretna i kontinuirana slučajna varijabla. Momenti. Raspodjele slučajnih varijabli: binomna, geometrijska, Poissonova, normalna, lognormalna, Gama raspodjela. Osnove teorije uzoraka: slučajni uzorak, raspodjela aritmetičke sredine uzorka. Standardna devijacija (pogreška) aritmetičke sredine uzorka. Tačkovne procjene. Intervalne procjene očekivanja i varijance. Testiranje statističkih hipoteza. Prilagođenost teorijskih raspodjela empirijskim podacima. Korelacijska i regresijska analiza. ANOVA. Interpolacija polinomima i racionalnim funkcijama, spline interpolacija. Integracija običnih i parcijalnih diferencijalnih jednačina, problemi sa početnim i graničnim uslovima. Spektralna – Fourier analiza, DFT, FFT. Metode optimizacije. Generacija slučajnih brojeva, metode Monte Carlo.</p>				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	75	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	75	Parcijalni ispit	50	
Ukupno	150	Završni ispit	50	
		Ukupno	100	
Literatura				
<p>1. Ratomir Paunović i Radovan Omorjan, Osnove inženjerske statistike, Univerzitet u Novom Sadu, elektronsko izdanje 2. W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, B. P. Flannery, <i>Numerical Recipes</i>, Third Edition, Cambridge University Press 2007. 3. R. H. Landau, M. J. Páez Mejía, <i>Computational Physics - Problem Solving with Computers</i>, John Wiley & Sons 1997.</p>				
Napomene				
Student mora osvojiti minimalno 55% i na parcijalnom ispitu i na završnom ispitu da bi uspješno položio ispit.				

LISTA MOGUĆIH IZBORNIH PREDMETA

TEORIJSKA FIZIKA

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	KVANTNA MEHANIKA III			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PTH9611	I	IZBORNI	6	3+2
Nosilac programa	Prof. dr. Dejan Milošević			
Cilj i ishodi učenja	Cilj predmeta je upoznavanje studenata sa kvantnom mehanikom izloženom na višem nivou nego u uvodnom kursu. Znanje studenata o kvantnoj mehanici se produbljuje kroz različite primjere i primjene. Ishod učenja je ovladavanje formalizmom kvantne mehanike i njenih primjena u različitim oblastima moderne fizike.			
Sadržaj predmeta				
<p>Formalizam kvantne mehanike: Postulati kvantne mehanike. Unitarne transformacije. Vremenska evolucija sistema. Slike kvantne mehanike. Integrali po trajektorijama. Principi simetrije i zakoni očuvanja. Diskretne transformacije. Galileieve transformacije.</p> <p>Ugaoni moment: Ugaoni moment i rotacije. Slaganje ugaonih momenata. Clebsch-Gordanovi koeficijenti.</p> <p>Aproksimativni metodi za vremenski zavisne probleme u kvantnoj mehanici: Vremenski zavisna teorija perturbacije. Adijabatska aproksimacija. Berryjeva faza. Nagla promjena hamiltonijana - „sudden“ aproksimacija.</p> <p>Kvantna mehanika višečestičnih sistema: Sistemi identičnih čestica. Bozoni i fermioni. Paulijev princip. Višeelektronski atomi. Molekule. Primjeri.</p> <p>Interakcija kvantnih sistema sa elektromagnetnim poljem: Naelektrisana čestica u elektromagnetnom polju. Dipolna aproksimacija. Fotojonizacija. Interakcija sa magnetnim poljem. Aharonov-Bohm efekat. Rabijev eksperiment.</p> <p>Kvantna teorija sudara: Poprečni presjek rasijanja. Amplituda rasijanja. Bornova aproksimacija. Metod parcijalnih talasa. Metoda Greenovih funkcija. Opšte osobine T-matrice. Sudari identičnih čestica. Sudari složenih čestica. Neelastični sudari.</p>				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	75	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	75	Parcijalni ispit	50	
Pisani radovi		Završni ispit	50	
Ostalo				
Ukupno	150			
		Ukupno	100	
Literatura				
<p>Obavezna:</p> <ol style="list-style-type: none"> D. Milošević, Kvantna mehanika I i II, nerecenzirani udžbenici, 2015.(dostupno na e-nastavi). Zabilješke sa predavanja. L. I. Šif, Kvantna mehanika, Vuk Karadžić, Beograd, 1968. <p>Preporučena:</p> <ol style="list-style-type: none"> B. H. Bransden, C. J. Joachain, Quantum mechanics, Prentice Hall, Harlow, 2000. A. Messiah, Quantum mechanics, North-Holland, Amsterdam, 1968. C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantum mechanics, Wiley, New York, 1977. 				
Napomene				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	SIMETRIJE U FIZICI			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PTH9621	I/II	IZBORNI	6	3+1
Nosilac programa	Prof. dr. Aner Čerkić			
Cilj i ishodi učenja	Cilj predmeta je da upozna studente sa metodama teorije grupa i njihovih reprezentacija, te njihovoj primjeni u opisu i proučavanju simetrija fizikalnih sistema. Ishodi učenja: Usvojiti osnovne pojmove iz teorije kontinualnih (Liejevih) grupa. Upoznati se sa kontinualnim (Liejevim) grupama simetrija, te sa primjenama ovih grupa u fizici. Ovladati matematičkim aparatom i metodama koje se koriste u analizi osobina kontinualnih grupa.			
Sadržaj predmeta				
Liejeva algebra. Adjungovana reprezentacija. Direktni proizvod. Kompleksno-konjugovana reprezentacija. Grupa SU(2). Grupa SU(3). Slaganje težinskih dijagrama. Tenzori. Youngove tablice. Lorentzove transformacije.				
Opterećenje studenta (sati)			Provjera znanja i ocjenjivanje	
Predavanja i vježbe	60	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	50			
Pisani radovi	30			
Ostalo	10	Parcijalni ispit	50	
Ukupno	150	Završni ispit	50	
		Ukupno	100	
Literatura				
Obavezna literatura: 1. I. Doršner, <i>Simetrije u fizici</i> , Prirodno-matematički fakultet Sarajevo, Sarajevo, 2013. Šira literatura: 1. H. F. Jones, <i>Groups, Representations and Physics</i> , 2nd edition, Taylor & Francis, 1998. 2. J. F. Cornwell, <i>Group Theory in Physics, An Introduction</i> , Academic Press, 1997. 3. W. Greiner, B. Müller, <i>Quantum Mechanics: Symmetries</i> , 2nd edition, Springer-Verlag 2004. 4. M. Hamermesh, <i>Group Theory and Its Application to Physical Problems</i> , Dover Publications, 1989.				
Napomene				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	KVANTNA TEORIJA POLJA III			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PTH9631	II	IZBORNI	6	3+2
Nosilac programa	Prof. dr. Dejan Milošević			
Cilj i ishodi učenja	Cilj predmeta je produbljivanje znanja studenata o kvantnoj teoriji polja na višem nivou nego u uvodnom kursu. Formalizam kvantne teorije polja se primjenjuje na različite oblasti savremene kvantne teorije. Ishod učenja je ovladavanje formalizmom kvantne teorije polja i primjenama u različitim oblastima moderne fizike.			
Sadržaj predmeta				
Lorentzova i Poincaréova simetrija u kvantnoj teoriji polja. Klasična teorija polja. Teorem Noether. Skalarna polja. $U(1)$ naboj. Spinorska polja. Weylova jednačina. Diracova jednačina. Kiralna simetrija. Majorana masa. Elektromagnetno polje. Kvantizacija slobodnih polja. Skalarna polja. Polja sa spinom $1/2$. CPT. Elektromagnetno polje. S-matrica. LSZ redukciona formula. Wickov teorem i Feynmanovi dijagrami. Renormalizacija. Poprečni presjeci i brzine raspada. Kvantna elektrodinamika. Divergencije. Elektro-slaba interakcija. Četvero-fermionski model. Naelektrisane i neutralne struje u standardnom modelu. Metod integrala po trajektorijama u teoriji polja. Skalarna polja. Perturbacije. Euklidova formulacija metoda integrala po trajektorijama. Kritični fenomeni. Kvantna teorija polja pri konačnoj temperaturi. Instantoni. Neabelove gauge teorije. Yang-Mills-ova teorija. Kvantna kromodinamika. Spontano narušenje simetrije.				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	75	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	75	Parcijalni ispit	50	
Pisani radovi		Završni ispit	50	
Ostalo				
Ukupno	150			
		Ukupno	100	
Literatura				
Obavezna:				
1. D. Milošević, Relativistička kvantna mehanika, Univerzitetski udžbenik, bosnia ARS, Tuzla, 2005. Zabilješke sa predavanja.				
Preporučena:				
1. M. Maggiore, A modern introduction to quantum field theory, Oxford Master Series in Statistical, Computational, and Theoretical Physics, Oxford University Press, New York, 2005.				
2. W. Greiner, J. Reinhardt, Field quantization, Springer, Berlin, 1996.				
Napomene				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	FOTONIKA			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PTH0611	I	IZBORNI	6	3+3
Nosilac programa	Prof. dr. Senad Odžak			
Cilj i ishodi učenja	Cilj predmeta je da studente kroz predavanja i auditorne vježbe na jednom naprednijem nivou upozna sa fenomenima iz oblasti fotonike. Očekuje se da studenti uspješno usvoje sadržaj predmeta i da stečena znanja uspješno primjenjuju u daljem akademskom obrazovanju i/ili naučnom radu.			
Sadržaj predmeta				
Geometrijska optika. Talasna optika. Optika snopova. Fourierova optika. Elektromagnetna optika. Polarizaciona optika. Optika i kristalna optika. Optika talasovoda. Fiber optika. Rezonatorska optika. Statistička optika. Fotonska optika. Fotoni i atomi. Laserski pojačavači. Laseri. Fotoni u poluprovodnicima. Poluprovodnički izvori fotona. Poluprovodnički detektori fotona. Akustooptika. Elektrooptika. Nelinearna optika. Ultrabrza optika. Optičke veze i prekidači. Optičke fiber komunikacije.				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	75	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	50	Parcijalni ispit	40	
Pisani radovi	20	Seminarski rad	20	
Ostalo	5	Završni ispit	40	
Ukupno	150			
		Ukupno	100	
Literatura				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bilješke sa predavanja 2. B. E. A. Saleh, M. C. Teich, Fundamentals of photonics, John Wiley & Sons, New York, 1991. 3. F. Graham, T. A. King, Optics and photonics, John Wiley & Sons, Chichester, 2000. 4. R. Menzel, Photonics, Springer, Berlin, 2001. 				
Napomene				
Parcijalni i završni ispit sastoje se od teorijskog dijela i zadataka. Uspješno okončanje ispita podrazumijeva dostizanje minimalno 55% ukupnog broja bodova za svaki navedeni oblik provjere znanja. Svi oblici provjere znanja se polažu pismenim putem.				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)	II ciklus		
	Naziv studijskog programa	Fizika		
Naziv predmeta	FOURIER OPTIKA			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PTH9651	I	IZBORNI	6	2+2
Nosilac programa	Prof. dr. Azra Gazibegović – Busuladžić			
Cilj i ishodi učenja	Cilj predmeta je da se studenti upoznaju sa Fourierovom optikom, njenom primjenom i nekim konkretnim problemima. Student koji savlada kurs primjenjuje dvodimenzionalnu diskretnu fourier transformaciju u rješavanju problema iz optike; razumije rješavanje problema vezanih za difrakciju i propagaciju svjetlosti; poznaje metode analize optičkih sistema.			
Sadržaj predmeta				
<p>Analiza dvodimenzionalnih signala i sistema. Lokalne prostorne frekvencije. Diskretna Fourier transformacija.</p> <p>Osnove skalarne difrakcione teorije. Kirchhoffova formulacija difrakcije; Rayleigh-Sommerfeldova formulacija difrakcije. Fresnelova i Fraunhoferova difrakcija. Svjetlosni snopovi karakterističnih presjeka (Hermite-Gauss, Laguerre-Gauss, Besselovi snopovi).</p> <p>Kompjutaciona difrakcija i propagacija. Pristup pomoću konvolucije. Pristup pomoću Fresnelove funkcije transvera.</p> <p>Analiza koherentnog optičkog sistema unutar valne optike. Frekvenciona analiza optičkog sistema slike. Konfokalna mikroskopija.</p> <p>Modulacija valne fronte.</p>				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	60	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	90	Parcijalni ispiti	60	
Ukupno	150	Završni ispit	40	
		Ukupno	100	
Literatura				
<p>J. W. Goodman, <i>Introduction to Fourier optics</i>, third revised edition, W.H.Freeman & Co Ltd, 2004.</p> <p>Dodatna literatura:</p> <p>G. Brooker, <i>Modern classical optics</i>, Oxford Master Series in Atomic, Optical and Laser Physics, Oxford University Press, Oxford, 2003</p>				
Napomene				
Student mora osvojiti minimalno 55% bodova na parcijalnim ispitima da bi mogao pristupiti završnom ispitu.				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	FIZIKA ELEMENTARNIH ČESTICA II			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PTH9661	I	IZBORNI	6	2+1
Nosilac programa	Doc. dr. Admir Grejlo			
Cilj i ishodi učenja	Cilj predmeta je upoznavanje studenata s naprednim metodama u fizici elementarnih čestica. Ishodi učenja uključuju osposobljavanje studenata za naučno-istraživački rad iz ove oblasti fizike.			
Sadržaj predmeta				
Pregled Standardnog Modela fizike elementarnih čestica. Fenomenologija sudarivača čestica. Monte Carlo metode simulacije procesa na sudarivačima čestica. Statistička obrada podataka u fizici elementarnih čestica. Procesi produkcije i raspada Higgsovog bozona na hadronskim sudarivačima.				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	45	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	60	Parcijalni ispit	35	
Pisani radovi	45	Završni ispit	35	
Ostalo		Zadace	30	
Ukupno	150			
		Ukupno	100	
Literatura				
Osnovna:				
1. Introductory Lectures on Collider Physics / Tim Tait				
2. Practical Statistics for the LHC / Cranmer				
3. TASI 2013 lectures on Higgs physics within and beyond the Standard Model / Logan				
Preporučena:				
1. Fizika elementarnih čestica / Ivica Picek				
2. Simetrije u fizici / Ilja Doršner				
3. An introduction to quantum field theory / Michael E. [Edward] Peskin, Daniel V. Schroeder				
4. Lie algebras in particle physics / Howard Georgi				
5. A Modern Introduction to Quantum Field Theory / Maggiore				
6. The Standard Model of Electroweak Interactions / Pich				
Napomene				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)	II ciklus		
	Naziv studijskog programa	Fizika		
Naziv predmeta	GRAVITACIJA I KOSMOLOGIJA			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PTH9671	I	IZBORNI	6	2+1
Nosilac programa	Doc. dr. Admir Grejlo			
Cilj i ishodi učenja	Cilj predmeta je upoznavanje studenata s osnovnom tematikom i metodama u gravitaciji i kosmologiji. Ishodi učenja uključuju osposobljavanje studenata za proučavanje naprednih tema te praćene modernih tokova razvoja iz ove oblasti fizike.			
Sadržaj predmeta				
Opća teorija relativnosti. Robertson-Walkerova metrika. Einsteinova jednačina. Friedmannove jednačine. Standardni model kosmologije. Termalna historija svemira. Tamna materija. Pozadinsko kosmičko zračenje. Formiranje struktura. The general theory of relativity. Robertson-Walker metric. Einstein equations. Friedmann equations. The standard model of Cosmology. Thermal history of the Universe				
Opća teorija relativnosti. Robertson-Walkerova metrika. Einsteinove jednačine. Friedmannove jednačine. Standardni kosmološki model. Termalna istorija svemira. Tamna materija. Kosmičko pozadinsko zračenje. Formiranje struktura.				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	45	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	60	Parcijalni ispit	35	
Pisani radovi	45	Završni ispit	35	
Ukupno	150	Zadaće	30	
		Ukupno	100	
Literatura				
Osnovna: A No-Nonsense Introduction to General Relativity / Carroll Cosmology / Baumann Lectures on Dark Matter Physics / Lisanti Preporučena: Physical foundations of cosmology / Mukhanov Spacetime and Geometry / Carroll Gravitation and Cosmology / Weinberg				
Napomene				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	TEORIJA RASIJANJA			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PTH9681	I	IZBORNI	6	3+1
Nosilac programa	Prof. dr. Aner Čerkić			
Cilj i ishodi učenja	Cilj predmeta je da upozna studente sa nerelativističkom kvantnom teorijom rasijanja. Ishodi učenja: Usvojiti osnovne pojmove i koncepte kvantne teorije rasijanja. Ovladati matematičkim aparatom kvantne teorije rasijanja. Upoznati se sa primjenama kvantne teorije rasijanja.			
Sadržaj predmeta				
<p><i>Opis procesa rasijanja</i> Osnovne definicije. Kinematika. <i>Potencijalno rasijanje</i> Potencijalno rasijanje: Opšte osobine. Metod parcijalnih valova. Integralna jednačina potencijalnog rasijanja. Coulombov potencijal. Rasijanje identičnih čestica. Bornov red. Poluklasične aproksimacije. Varijacioni metodi. Vremenski zavisno potencijalno rasijanje. <i>Opšta teorija rasijanja</i> Kvantna dinamika. Matrica sudara. Vjerovatnoće prelaza i presjeci rasijanja. Određivanje matrice sudara. Dvopotencijalno rasijanje. <i>Primjene</i> Sudari dva tijela. Sudari tri tijela. Optički potencijal.</p>				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	60	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	60	Parcijalni ispit	50	
Pisani radovi	30	Završni ispit	50	
Ostalo				
Ukupno	150			
		Ukupno	100	
Literatura				
Obavezna literatura: 1. C. J. Joachain, <i>Quantum collision theory</i> , North-Holland, Amsterdam, 1975. Šira literatura: 1. S. Sunakawa, <i>Kvantovaja teorija rassejanija</i> , Mir, Moskva, 1979. 2. Dževad Belkić, <i>Principles of quantum scattering theory</i> , Institut of Physics Publishing, Bristol, 2004. 3. J. R. Taylor, <i>Scattering theory: The quantum theory of nonrelativistic collisions</i> , John Wiley & Sons, New York, 1972. 4. L. D. Landau, E. M. Lifšic, <i>Teoretičeskaja fizika. Tom III: Kvantovaja mehanika. Nereljativistkaja teorija</i> , Nauka, Moskva, 1989.				
Napomene				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	INTERAKCIJA ELEKTROMAGNETNOG POLJA I ATOMA			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PTH9691	I	IZBORNI	6	2+2
Nosilac programa	Prof. dr. Elvedin Hasović			
Cilj i ishodi učenja	Cilj predmeta je da studente sa oblastima teorijske promjenama kvantne mehanike i atomske fizike na opisivanje interakcije elektromagnetnog zračenja i atoma			
	Ishodi učenja: -primijene znanja iz kvantne mehanike i atomske fizike i opisuje različite procese u interakciji elektromagnetnog polja i atoma; - rješava računске zadatke iz oblasti interakcije elektromagnetnog zračenja i atoma;			
Sadržaj predmeta				
Uvod. Osnovni pojmovi vezani za interakciju elektromagnetnog polja i atoma. Klasično opisivanje laserskog polja. Dinamika elektrona u laserskom polju. Gauge transformacije. Vremenski zavisna teorija perturbacija. Multifotonska jonizacija. Jonizacija iznad praga. Generacija viših harmonika. Elektron-atomsko rasijanje u laserskom polju.				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	60	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	90	Parcijalni ispit	50	
Ukupno	150	Završni ispit	50	
		Ukupno	100	
Literatura				
1. Zabilješke sa predavanja. 2. C. J. Joachain, N. J. Kylstra, R. M. Potvliege, <i>Atoms in intense laser fields</i> , Cambridge University Press, 2012. 3. M. H. Mittleman, <i>Introduction to the theory of laser-atom interaction</i> , 2 nd ed, Plenum, New York, 1993.				
Napomene				

LISTA MOGUĆIH IZBORNIH PREDMETA

EKSPERIMENTALNA FIZIKA

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	FIZIKA ČVRSTOG STANJA III			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PCM9611	I	IZBORNI	6	2+1
Nosilac programa	Prof. dr. Sulejmanović Suada			
Cilj i ishodi učenja	Cilj predmeta je produbljivanje znanja iz Fizike čvrstog stanja kako bi se ostvarilo razumijevanje specifičnih poglavlja mikroelektronike i nanotehnologije. Nakon odslušanog predmeta student bi trebao ovladati konceptualnim i matematičkim alatima potrebnim za razumijevanje i analizu aktualnih naučnih istraživanja u Fizici čvrstog stanja.			
Sadržaj predmeta				
Fermi površina. Eksperimentalno određivanje fermi površine: Anomalni površinski efekat. Ciklotronska rezonancija. De Haas van Alpen'ov efekat. Poluprovodnički uređaji. Struja difuzije. Direktna i indirektna eksitacija. Dielektrične osobine. Clausius-Mossottijeva relacija. Elektronska i jonska polarizabilnost. Optičke osobine. Lom, apsorpcija i refleksija. Kramers-Kroningove relacije. Unutarzonski prelazi. Magnetne osobine. Adijabatska demagnetizacija. Elektronska paramagnetna rezonancija. Heisenbergova teorija feromagnetizma. Superprovodne karakteristike. Londonove jednačine. Pippardova teorija. Mikroskopska teorija supraprovodnosti. Superprovodno tuneliranje.				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	45	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	40	Zadaće	10	
Pisani radovi	25	Parcijalni ispit	50	
Konsultacije	40	Završni ispit	40	
Ukupno	150	Ukupno	100	
Literatura				
1. Ch. Kittel: Uvod u fiziku čvrstog stanja, Savremena administracija, Beograd, 1970. 2. H.M.Rosenberg: The Solid State, , Oxford Sci. Publ. 1988 3. H.C.Gupta: Solid State Physics, Vikas Publ, 1996.				
Napomene				
Parcijalni ispit – 9. sedmica nastave.				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	INTERAKCIJA ZRAČENJA SA ČVRSTIM TIJELOM			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PCM9651	I	IZBORNI	6	2+1
Nosilac programa	Doc.dr. Maja Đekić			
Cilj i ishodi učenja	<p>Cilj predmeta je upoznati studente sa različitim načinima interakcije čestičnog zračenja (jonskih i elektronskih snopova) sa čvrstim tijelom.</p> <p>Ishodi učenja:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dobro poznaje i razumije proces interakcije jonskih snopova 2. Dobro poznaje i razumije proces interakcije elektronskih snopova sa čvrstim tijelom 3. Primjenjuje stečena znanja za samostalno rješavanje problema iz ove oblasti 			
Sadržaj predmeta				
<p>Interakcija jonskog zračenja sa čvrstim tijelom. Gubitak energije i snaga zaustavljanja. Rasprašivanje na metalnoj površini. Neutralizacija jona na metalnoj površini (potencijalna emisija sekundarnih elektrona). Modifikacija materijala jonskim bombardovanjem. Tehnologije jonske implementacije. Interakcija elektronskog zračenja sa čvrstim tijelom. Interakcija fotonskog zračenja sa čvrstim tijelom</p>				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	45	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	50	Parcijalni ispit	40	
Pisani radovi	45	Seminarski rad	40	
Ostalo	10	Završni ispit	20	
Ukupno	150			
		Ukupno	100	
Literatura				
<ol style="list-style-type: none"> 1. M. Nastasi, J.W. Mayer and J.K. Hirvonen Ion-Solid Interactions Cambridge U. Press 1996 2. H. Nikjoo, S.Uehara, D. Emfietzoglou: Interaction of radiation with matter, Taylor , Frqansis group, Boca Raton, 2012 3. Ed.: J.W. Rabalais. Low Energy Ion-Solid Interactions Wiley Interscience 1994 4. D.P. Woodruff and T.A. Delchar Modern Techniques of Surface Science, Second Edition Cambridge U. Press 1994 				
Napomene				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	POLUPROVODNIČKI MIKROUREĐAJI			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PCM9621	I	IZBORNI	6	2+0
Nosilac programa	Doc.dr. Maja Đekić			
Cilj i ishodi učenja	<p>Cilj predmeta je upoznati studente sa procesima u poluprovodničkim mikro uređajima, načinima njihove izrade i načinom njihovog rada.</p> <p>Ishodi učenja:</p> <p>Poznaje i razumije procese u poluprovodničkim mikrouređajima</p> <p>Poznaje način dobivanja poluprovodničkih mikrouređaja</p> <p>Poznaje primjene poluprovodničkih mikrouređaja</p>			
Sadržaj predmeta				
<p>Uvod: cilj i sadržaj kursa; značaj poluprovodničkih uređaja u savremenom svijetu. p – n spoj; struktura i princip rada; elektrostatska analiza. Ostala električna svojstva p-n spoja. Temperaturna zavisnost; zapreminski i kontaktni otpor diode. Metal- poluprovodnik spoj; struktura i princip rada. Schottky dioda. Performanse diode pri malim signalima, velikoj brzini i frekvenciji. Bipolarni tranzistori (BJT) tehnologija; struktura i princip rada. Unipolarni field- effect tranzistori: JFET; MESFET. Optoelektronski uređaji; Fotodiode; Fotoprovodnici; Fotodetektor. Solarne ćelije. Diode koje emituju svjetlost (LED). Laserske diode</p>				
Opterećenje studenta (sati)			Provjera znanja i ocjenjivanje	
Predavanja i vježbe	30	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	50	Parcijalni ispit	40	
Pisani radovi	50	Seminarski rad	40	
Ostalo	20	Završni ispit	20	
Ukupno	150			
		Ukupno	100	
Literatura				
<ol style="list-style-type: none"> 1. R. A. Smith, Semiconductors, Cambridge University Press, 1978.S. 2. M. Sze, Physics of Semiconductor Devices, 3rd ed., John Wiley & Sons, 2002. 				
Napomene				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	MAGNETSKI MATERIJALI			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PCM9631	II	IZBORNI	6	2+0
Nosilac programa	Prof. dr. Sulejmanović Suada			
Cilj i ishodi učenja	Cilj predmeta je da se studenti upoznaju sa kvantno-mehaničkim objašnjenjem magnetskih pojava, kako bi mogli pratiti savremena istraživanja novih magnetskih pojava i materijala. Nakon odslušanog predmeta student bi trebao rješavati primjere u skladu sa teorijskim izlaganjem i razumjeti naučne radove u vezi sa najnovijim istraživanjima novih magnetskih materijala i njihovih aplikacija.			
Sadržaj predmeta				
Interakcija između pokretnog električnog naboja sa drugim električnim nabojem u kretanju. Coulombova interakcija. Vektorski model magnetskog atoma. Magnetska susceptibilnost. Hamiltonijan elektrona u magnetskom polju. Susceptibilnost elektrona unutrašnjih ljuski. Paramagnetizam elektrona unutrašnjih ljuski. Dijamagnetizam elektrona unutrašnjih ljuski. Van Vleckov paramagnetizam. Susceptibilnost valentnih elektrona. Paramagnetizam valentnih elektrona na račun spina Dijamagnetizam valentnih elektrona uslijed orbitalnog kretanja. Feromagnetizam. Feromagnetske domene u kristalu. Brillouinova funkcija. Heisenbergov hamiltonijan izmjene. Antiferomagnetizam. Apsorpcija energije. Blochove jednačine. Spinski sistem u linearno polariziranom radiofrekventnom polju. Kompleksna magnetska susceptibilnost. Apsorpcija energije. Blochove jednačine. Spinski sistem u linearno polariziranom radiofrekventnom polju. Kompleksna magnetska susceptibilnost. Disperzija. Teorijske osnove disperzije. Utjecaj drugih molekula sredine na disperziju. Kvantna teorija disperzije. Opća magnetska susceptibilnost. Kramers – Krönigove relacije. Fluktuaciono-disipaciona teorema. Spinski valovi. Kvantovanje spinskih valova. Primjeri magnetskih sistema.				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja	30	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	45	Zadaće	10	
Pisani radovi	45	Parcijalni ispit	30	
Konsultacije	30	Seminarski rad	20	
		Završni ispit	40	
Ukupno	150	Ukupno	100	
Literatura				
1. S. Bikić: Uvod u teoriju magnetizma, univerzitetski udžbenik, Fakultet za metalurgiju i materijale, Zenica, 2005 2. Mathias Getzlaff: Fundamentals of magnetism, Springer, 2008.				
Napomene				
Parcijalni ispit – 8. sedmica nastave				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika – fizika	
Naziv predmeta	DEFEKTI U ČVRSTIM TIJELIMA			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PCM9641	I	IZBORNI	6	2+0
Nosilac programa	Doc.dr. Maja Đekić			
Cilj i ishodi učenja	<p>Cilj predmeta je upoznati studente sa različitim nedefektim au čvrstim tijelima. Ishodi učenja:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dobro poznaje i razumije različite defekte u čvrstim tijelima 2. Dobro poznaje načine nastajanja i interakcije defekata 3. Poznaje uticaj defekata na osobine materijala 			
Sadržaj predmeta				
<p>Klasifikacija defekata. Distorzija rešetke i relaksacija. Teorija efektivne mase. Jednostavna teorija dubokih defekata u poluprovodnicima. Vibraciona svojstva i entropija. Termodinamika defekata. Migracija defekata. Difuzija.</p>				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	30	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	50	Parcijalni ispit	40	
Pisani radovi	50	Seminarski rad	40	
Ostalo	20	Završni ispit	20	
Ukupno	150			
		Ukupno	100	
Literatura				
<ol style="list-style-type: none"> 1. J. Bourgoin M. Lannoo, Point Defects in Semiconductors, Springer-Verlag, 1983. 2. J. Friedel, Dislocations, Addison-Wesley 				
Napomene				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	FIZIKA NEUREĐENIH SISTEMA			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PCM9681	I	IZBORNI	6	2+1
Nosilac programa				
Cilj i ishodi učenja	<p>Cilj predmeta je da studenti steknu znanje potrebno za razumijevanje i opisivanje neuređenih sistema.</p> <p>Očekivani ishodi: razumijevanje pojmova red-nered, fraktala, i teorije perkolacije; samostalno korištenje literature i naučnih radova pri rješavanju problema zadatog seminarskim radom; usavršavanje komunikacijskih sposobnosti prezentacijom seminarskog rada</p>			
Sadržaj predmeta				
<ul style="list-style-type: none"> • Uvod. Uređeni/neuređeni sistemi, Parametar uređenja, • Fraktali, fraktalna geometrija, samosličnost, invarijantnost na promjenu skale, Fraktali u prirodi, DLA, rast fraktala, Eksperimentalna istraživanja fraktalnih objekata, struktura i svojstva • Teorija perkolacije, perkolacija kao geometrijski fazni prelaz, Perkolacija - egzaktni modeli (1D, Betheova rešetka); Fraktalna geometrija perkolirajućeg sistema, podstrukture; • Primjeri neuređenih sistema u fizici: stakla i neuređeni magneti 				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	45	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	60	Seminarski rad	50	
Seminarski rad	45	Završni ispit	50	
Ukupno	150			
		Ukupno	100	
Literatura				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bilješke i materijali sa predavanja i vježbi 2. N.E. Cusak, The Physics of Structurally Disordered Matter, Adam Higler, Bristol, 1988. 3. A. Bunde, S.Havlin , Eds., Fractala and Disordered Systems, Springer, Berlin, 1996. 4. D. Stauffer, A. Aharony, Introduction to Percolation Theory, Taylor& Francis, London, 1992. 5. N. P. Kovalenko, Yu. P. Krasny, U. Krey, Physics of Amorphous Metals, Wiley-VCH,2001 				
Napomene				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	FIZIKA NANOMATERIJALA			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PCM9691	I	IZBORNI	6	2+1
Nosilac programa				
Cilj i ishodi učenja	<p>Cilj predmeta je upoznati studente sa nanomaterijalima, otvorenim pitanja i mogućnostima istraživanja u ovoj oblasti.</p> <p>Očekivani ishodi: razumijevanje kvalitativnih i kvantitativnih svojstva nanomaterijala; samostalno korištenje literature i naučnih radova pri rješavanju problema zadatog seminarskim radom; usavršavanje komunikacijskih sposobnosti prezentacijom seminarskog rada.</p>			
Sadržaj predmeta				
<ul style="list-style-type: none"> • Uvod: historijski uvod u nanomaterijale i razvoj tehnologije, neobične pojave u nanomaterijalima. • Nanostruktura: osnove kristalne strukture, definicija nanomaterijala, nanočestice i nakupine atoma (klasteri), ugljikove nanostrukture. • Nepravilnosti i difuzija: opis defekata u kristalu, promjena strukturnih svojstava od polikristala, preko mikrokristalnog materijala, do nanokristalnog materijala, specifičnosti amorfno stanja, difuzija, razlike u difuziji od masivnih materijala do nanomaterijala i amorfni materijala. • Metastabilni materijali, od čvrstih otopina do nanostrukture: fazni dijagrami, čvrste otopine, strukture čvrstih otopina, dugodosežna i kratkodosežna uređenja, superstrukture, metastabilne strukture i njihovo dobivanje, relaksacija struktura, pojava različitih nanostrukture. • Fizička svojstva materijala: utjecaj defekata na mehanička svojstva, mehanizmi očvršćivanja putem nanostrukturiranosti materijala, dizajniranje pogodnih mehaničkih svojstava putem nanostrukture, posebni oblici pogodnih materijala. • Strukturna svojstva posebnih novih materijala: od masivnih materijala do nanomaterijala, posebni novi materijali: fuleren, grafen, nanocijevi i nanožice, nanoporozni materijali. • Transportne pojave u nanomaterijalima: električna vodljivost u nanomaterijalima, toplotna vodljivost nanomaterijala, termoelektrični efekat, poluprovodnici. • Magnetizam nanomaterijala: pojava i svojstva nanomagneta, magnetno ponašanje nanočestica i njihova magnetna struktura, jednomolekulski nanomagnetni, magnetizam u metalnim staklima, magnetne nanožice i tanki filmovi, nanokristalni magnetni materijali. • Elektronska struktura i posebna svojstva nanomaterijala: gustoće stanja i niskodimenzionalna vodljivost, atomski mikroskopi, kvantne tačke i optička svojstva, električna vodljivost kroz kvantne tačke. 				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	45	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	60	Seminarski rad	50	
Seminarski rad	45	Završni ispit	50	
Ukupno	150			
		Ukupno	100	
Literatura				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bilješke i materijali sa predavanja i vježbi 2. Skripta prof. Dr. Antun Tonejc: Fizika nanomaterijala, http://www.phy.pmf.unizg.hr/~atonejc/FMS%20PDS%20Studij.html 3. Charles Kittel, Introduction to solid state physics, poglavlje Nanostructures 4. Nicola Spladin, Magnetic Materials 				
Napomene				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	FIBER OPTIKA			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PAP9671	I	IZBORNI	6	2 + 1
Nosilac programa	Doc. dr. Edvin Škaljo			
Cilj i ishodi učenja	Cilj predmeta je da se studenti upoznaju sa optičkim vlaknima i njihovom primjenom.			
Sadržaj predmeta				
Opis procesa prolaska svjetlosti kroz optičko vlakno: valna i geometrijska optika. Primjena u optičkih vlakana u prijenosu informacija: na kratkim i dugim rastojanjima. Senzori bazirani na staklenim vlaknima. Interferometri bazirani na staklenim vlaknima. Primjena optičkih vlakana u medicini i biologiji.				
Opterećenje studenta (sati)			Provjera znanja i ocjenjivanje	
Predavanja i vježbe	45	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	50	Parcijalni ispiti	40	
Pisani radovi	40	Praktičan rad	20	
Ostalo	15	Aktivnosti studenta	10	
Ukupno	150	Završni ispit	30	
		Ukupno	100	
Literatura				
<ol style="list-style-type: none"> 1. D. Milatović: Optoelektronika, Svjetlost, Sarajevo 1989 2. Keiser, Gerd. <i>Optical fiber communications</i>. John Wiley & Sons, Inc., 2003. 3. Keiser, Gerd. <i>Biophotonics: Concepts to Applications</i>. Springer, 2016. 				
Napomene				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		Prvi ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	FIZIKA METALA II			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PCM8611	Osmi (VIII)	IZBORNI	6	2+2
Nosilac programa	Prof. dr. Sulejmanović Suada			
Cilji i očekivani ishodi učenja	Cilj predmeta je upoznavanje sa fazama, termodinamičkom stabilnošću i faznim transformacijama u metalima i njihovim legurama.			
	Nakon odslušane nastave student bi trebalo da razumije načela fazne ravnoteže koja omogućavaju konstrukciju i tumačenje faznih dijagrama, da razumije rastvorljivost i razvoj ravnotežnih i neravnotežnih mikrostruktura, teoriju difuzionih procesa, termodinamiku i kinetiku faznih transformacija.			
Sadržaj predmeta				
Ravnotežni dijagrami. Tipovi. Primjer 1: Ravnotežni dijagram binarnog sistema u kome komponente tvore smjesu kristala u čvrstom stanju a kompletno su rastvorljive u tečnom stanju.				
Primjer 2: Ravnotežni dijagrami za binarne sisteme u kojima su komponente kompletno rastvorljive u tečnom stanju i ograničeno rastvorljive u čvrstom stanju. Primjer 3: Čvrsti rastvori sa neograničenom rastvorljivošću. Binarne legure. Gibsova slobodna energija u funkciji temperature i koncentracije.				
Hemijski potencijal i aktivnost. Raoultov zakon. Idealni, regularni i realni čvrsti rastvori. Ravnotežna koncentracija vakansija.				
Primjer formiranja ravnotežnog dijagrama za binarni sistem crtanjem krivih za slobodne energije. Ravnotežni dijagrami za višekomponentne sisteme. Difuzija u metalima. Atomijski mehanizmi difuzije. Intersticijska difuzija. Supstitucijska difuzija. Samodifuzija. Difuzija vakansija.				
Difuzija u supstitucijskim legurama. Kirkendalov efekat. Difuzija na granicama zrna i duž površina.				
Amorfni metali-metalna stakla. Metode dobivanja i struktura (modeli). Relaksacioni procesi u amorfnim metalima.				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	60	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	40	Zadaci	10	
Pisani radovi	20	Seminarski rad	10	
Konsultacije	30	Parcijalni ispit	40	
Ukupno	150	Završni ispit	40	
		Ukupno	100	
Literatura				
<ol style="list-style-type: none"> 1. T. Mihać: Fizika metala, neregizirana skripta 2. T. Mihać: Praktikum iz fizike metala, Univerzitetska knjiga, Sarajevo 2001. 3. Ch. Kittel: Uvod u fiziku čvrstog stanja, Savremena administracija, Beograd, 1970. 4. S. Tomašević, R. Zrilić, D. Čubela: Nauka o materijalima, Apex, Zenica, 2000. 5. I. Vitez., M. Oruč., R. Sunulahpašić., Ispitivanje metalnih materijala: Mehanička i tehnološka ispitivanja, Fakultet za metalurgiju i materijale, Zenica, 2006. 6. D. A. Porter, K. E. Easterling: Phase transformations in metals and Alloys, Chapman&Hall 1984. 				
Napomene				
Parcijalni ispit – 9. sedmica nastave.				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		Prvi ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	FIZIKA POLUPROVODNIKA II			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PCM8621	VIII	IZBORNI	6	2+2
Nosilac programa	Doc.dr. Maja Đekić			
Cilji i očekivani ishodi učenja	Cilj predmeta je da studente upozna sa osnovnim osobinama i procesima u poluprovodničkim materijalima.			
	Ishodi učenja: 1. Pozna je i razumije pojave u fizici u poluprovodničkim materijalima 2. Samostalno primjenjuje stečena znanja pri rješavanju zadataka 1. Posjeduje informacije o primjeni poluprovodničkih materijala			
Sadržaj predmeta				
Uvod; cilj i sadržaj kursa, literatura, značaj poluprovodničkih materijala. Difuzija i zanošenje neravnotežnih nosilaca; Jednačina kontinuiteta; Difuziona jednačina, Einsteinova relacija. Difuzija i vodljivost u ekstrinzičnim materijalima; Skoro intrinzični materijali. Raspršenje elektrona i šupljina; Promjene stanja; Mehanizmi raspršenja. Raspršenje na vibracijama rešetke; Fononi; Vrijeme relaksacije. Raspršenje na neutralnim i jonizovanim primjesama. Raspršenje na defektima. Procesi generacije i rekombinacije; Radijaciona rekombinacija; Augerova rekombinacija. Rekombinacija uz pomoć stupica i lokaliziranih centara. Površinska rekombinacija. Optičke pojave u poluprovodnicima, optičke konstante poluprovodnika. Apsorpcija od strane slobodnih nosilaca, rešetke, primjesa i defekata, eksitona. Fotovodljivost. Kontaktne pojave u poluprovodnicima; Debyeova dužina, Izlazni rad, Kontakni napon. Amorfni poluprovodnici i tečni kristali.				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	60	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	50	Parcijalni ispit	40	
Pisani radovi	40	Seminarski rad	40	
Ukupno	150	Završni ispit	20	
		Ukupno	100	
Literatura				
1. R. A. Smith, Semiconductors, Cambridge University Press, 1978. 2. S. M. Sze, Physics of Semiconductor Devices, 3rd ed., John Wiley & Sons, 2002.				
Napomene				

LISTA MOGUĆIH IZBORNIH PREDMETA

MEDICINSKA RADIJACIONA FIZIKA

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	FIZIKA U RADIODIJAGNOSTICI			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PAP9611	II	IZBORNI	6	2+2
Nosilac programa	Doc. dr. Adnan Beganović			
Cilj i ishodi učenja	Cilj: dati studentima detaljna teorijska i praktična znanja iz fizike u savremenoj radiodijagnostici, te pripremiti studente za samostalan rad kao medicinske fizičare. Ishodi: ovladati i razumjeti savremene metode i tehnike koje se koriste u kliničkoj radiodijagnostici, te ih primijeniti u svakodnevnoj medicinskoj praksi			
Sadržaj predmeta				
<p>1. Fizika u radiodijagnostici: Uvod. Fizička osnova dijagnostičke radiologije i terminologija Vježbe</p> <p>2. Uređaji za proizvodnju x-zračenja u radiodijagnostici: Konvecionalna rendgenska cijev. Izvor elektrona. Ispravljački sklopovi. Struktura anode i katode. Karakteristike dijagnostičke rendgenske cijevi. Spektri x-zračenja. Interakcija elektrona sa anodom. Karakteristično zračenje. Zakočno zračenje. Ugaona distribucija x-zračenja. Veliki i mali fokus. Vježbe</p> <p>3. Detektori u radiodijagnostici: Struktura i konstrukcija rendgenskog filma. Struktura srebrenog bromida. Izlaganje x-zračenju. Razvijanje filma i efekti u filmu izazvani djelovanjem razvijача. Osobine rendgenskog filma. Optička gustoća. H-D kriva. Pojačivački i fluorescentni ekrani: Mehanizam fluorescencije. Elektronske zamke. Luminescentni materijali. Rešetka. Ekran. Debljina ekrana. Materijali za proizvodnju ekrana. Oštrina slike. Nehomogenost slike. Fluoroskopski ekrani. Digitalni detektori. Kompjuterizirana radiografija i direktna digitalna radiografija. Vježbe.</p> <p>4. Radiodijagnostički modaliteti: Radiografija. Pacijentna dozimetrija u radiografiji. Ulazna doza na kožu. Radijacijski izlaz. Fluoroskopija. Pacijentna dozimetrija u fluoroskopiji. Proizvod kerme i površine polja. Tomografija. Kompjuterizirana tomografija. Pacijentna dozimetrija u kompjuteriziranoj tomografiji. Indeks zračne KERMA-e kompjuterizirane tomografije. Mamografija. Pacijentna dozimetrija u mamografiji. Srednja glandularna doza. Digitalna subtrakcijska angiografija. Ultrazvuk. Nuklearna magnetna rezonanca. Spektroskopija u magnetnoj rezonanci. Vježbe</p> <p>5. Uređaji za gledanje slike: Radiodijagnostički monitori. Negatoskopi.</p>				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	60	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	80	Prva provjera znanja	45	
Ostalo	10	Završni ispit	45	
Ukupno	150	Aktivnost	10	
		Ukupno	100	
Literatura				
<p>1. Dance DR, Christofides S, Maidment ADA, McLean ID, Ng KH, editors. Diagnostic Radiology Physics: A Handbook for Teachers and Students. Vienna, Austria: IAEA; 2014.</p> <p>2. Johns HE, Cunningham JR. The Physics of Radiology. 4th ed. Springfield, IL: Charles C Thomas; 1983.</p> <p>2. Dendy PP, Heaton B. Physics for diagnostic radiology. CRC press, 2011.</p>				
Napomene				
Vježbe na predmetu se obavljaju na Kliničkom centru Univerziteta u Sarajevu.				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	FIZIKA U NUKLEARNOJ MEDICINI			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PAP9621	I	IZBORNI	6	3+3
Nosilac programa	Prof. dr. Senad Odžak			
Cilj i ishodi učenja	Cilj predmeta je dati studentima teorijska i praktična znanja iz fizike u savremenoj nuklearnoj medicini, te pripremiti studente za samostalan rad kao medicinske fizičare. Specifični cilj predmeta je usvajanje savremenih metoda i tehnika koje se koriste u kliničkoj nuklearnoj medicini. Očekuje se da studenti uspješno usvoje sadržaj predmeta i da stečena znanja uspješno primjenjuju u svakodnevnoj medicinskoj praksi.			
Sadržaj predmeta				
Uvod. Radionuklidi i njihova proizvodnja. Gama kamera. Kvalitet slike u nuklearnoj medicini. Tomografska rekonstrukcija slike u nuklearnoj medicini. Jednofotonska emisiona kompjuterizirana tomo-grafija (SPECT). Pozitronska emisiona tomografija (PET). Hibridni sistemi (SPECT/CT i PET/CT). Digitalna obrada slike u nuklearnoj medicini. Kinetičko modeliranje trejsera. Interna radijaciona dozimetrija. Zaštita od zračenja u nuklearnoj medicini.				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	75	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	70	Parcijalni ispit	50	
Pisani radovi	0	Završni ispit	50	
Ostalo	5			
Ukupno	150			
		Ukupno	100	
Literatura				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bilješke sa predavanja 2. Cherry S.R., J.A. Sorenson, M.E. Phelps, Physics in Nuclear Medicine, Fourth Edition, Elsevier Science (USA), Philadelphia, Pennsylvania, 2012. 3. Hendee W. and E. R. Ritenour, Medical Imaging Physics, (Fourth Edition), John Wiley & Sons, Inc., New York, 2002. 				
Napomene				
Uslov za izlazak na ispit je uspješno okončanje praktičnih vježbi na KCUS. Parcijalni i završni ispit sastoje se od teorijskog dijela i zadataka. Uspješno okončanje ispita podrazumijeva dostizanje minimalno 55% ukupnog broja bodova za svaki navedeni oblik provjere znanja. Svi oblici provjere znanja se polažu pismenim putem.				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	FIZIKA U RADIOTERAPIJI			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PAP9631	II	IZBORNI	6	2+2
Nosilac programa	Prof. dr. Davorin Samek			
Cilj i ishodi učenja	Cilj: dati studentima detaljna teorijska i praktična znanja iz fizike u savremenoj radioterapiji, te pripremiti studente za samostalan rad kao medicinske fizičare. Ishodi: ovladati i razumjeti savremene metode i tehnike koje se koriste u kliničkoj radioterapiji, te ih primijeniti u svakodnevnoj medicinskoj praksi			
Sadržaj predmeta				
<p>1. Uvod. Mjerenje apsorbirane doze: Apsorbirana doza. Veza između KERMA-e, ekspozicijske doze i apsorbirane doze. Proračun apsorbirane doze iz ekspozicijske doze; Kalibracijski protokol za megavoltni snop; Transfer apsorbirane doze iz jednog medija u drugi; Vježbe</p> <p>2. Distribucija doze i analize rasijanja: Fantomi; Distribucija doze po dubini; Procentualna dubinska doza i zavisnost od parametara snopa; Sistematika dozimetrijskih proračuna; Proračuni za linearni akcelerator (SSD i izocentrična tehnika); Proračuni za Co-60; Polja nepravilnog i asimetričnog oblika; Vježbe</p> <p>3. Planiranje tretmana. Izodozna distribucija; Izodozni dijagram; Mjerenje izodoznih krivih; Parametri izodoznih krivih; Klinasti filteri; Utjecaj kvalitete snopa; Kombiniranje polja zračenja; Opozitna polja; Tehnika sa tri polja; Specijalna polja; Tehnike sa korištenjem klinova; Radioterapija sa snopom modulirajućeg intenziteta (IMRT), volumetrijska lučna terapija (VMAT); zračenje cijelog tijela (TBI), stereotaksijska radioterapija i radiohirurgija (SBRT i SRS), radioterapija vođena slikom (IGRT), gama-nož, Simulacija i verifikacija tretmana; Vježbe</p> <p>4. Terapija elektronskim snopom: Elektronske interakcije; Brzina gubljenja energije; Rasijanje elektrona; Određivanje apsorbirane doze; Kalibracija radijacijskog izlaza; Distribucija doze po dubini; Karakteristike kliničkog elektronskog snopa; Planiranje tretmana; Totalno ozračivanje kože; Tehnika velikog polja; Vježbe</p> <p>5. Osnove brahiterapije: Radioaktivni izvori; Konstrukcija i zaštita izvora u brahiterapiji; Dozni limiti i rizici; Linearni izvori; Kalibracija brahiterapijskih izvora; Brahiterapija u ginekologiji; Dozimetrija usadaka u brahiterapiji; Specijalne tehnike; Vježbe</p> <p>6. Kontrola kvalitete u radioterapiji: Planiranje strukture i broja zaposlenih radnika; Oprema; Dozimetrijska tačnost; Testovi prihvatljivosti; Periodična kontrola kvalitete; Vježbe.</p>				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	60	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	80	Prva provjera znanja	45	
Ostalo	10	Završni ispit	45	
Ukupno	150	Aktivnost	10	
		Ukupno	100	
Literatura				
<p>1. Pdgoršak EB, editor. Review of Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students. Vienna, Austria: IAEA; 2005.</p> <p>2. Johns HE, Cunningham JR. The Physics of Radiology. 4th ed. Springfield, IL: Charles C Thomas; 1983.</p>				
Napomene				
Vježbe na predmetu se obavljaju na Kliničkom centru Univerziteta u Sarajevu.				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	OSNOVE MEDICINE ZA FIZIČARE			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PAP9641	I	IZBORNI	6	3+0
Nosilac programa	Prof. dr. Sandra Vegar - Zubović			
Cilj i očekivani ishodi učenja	Cilj ovog predmeta je dati studentima osnovna znanja iz anatomije, fiziologije i psihologije, što bi omogućilo studentima, da radeći kao medicinski fizičari, mogu uspješno komunicirati sa ostalim medicinskim osobljem i pacijentima. Očekuje da studenti koji savladaju kurs ovladaju i razumiju osnove anatomije i fiziologije; Ovladaju psihologijom komunikacija sa pacijentima, te razumiju medicinsku etiku.			
Sadržaj predmeta				
Opća struktura i organizacija ljudskog tijela. Medicinska terminologija Latinski i grčki nazivi za najvažnije organe, kosti i tkiva ljudskog tijela Osnove anatomije ljudskog tijela. Osnove fiziologije ljudskih organa. Onkologija. Identifikacija pojedinih struktura i organa u tijelu na osnovu dobivene slike. Psihologija komunikacije u medicinskim ustanovama. Etika u medicinskoj zaštiti. Zavjet tajnosti podataka. Opća organizacija bolnice.				
Opterećenje studenta (sati)			Provjera znanja i ocjenjivanje	
Predavanja i vježbe	45	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	60	Parcijalni ispit	30	
Pisani radovi	45	Seminarski rad	20	
Ukupno	150	Završni ispit	50	
		Ukupno	100	
Literatura				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Alpen E.L., Radiation Biophysics, (Second Edition), Academic Press, 1998 2. Burns D.M and S. McDonald, Fizika za biologe i medicinare, Školska knjiga, Zagreb, 1975 3. Gayton S., Medicinska fiziologija, Medicinska knjiga Beograd-Zagreb, 1978 				
Napomene				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)	II ciklus		
	Naziv studijskog programa	Fizika		
Naziv predmeta	SIMULACIJA I ANALIZA PODATAKA U MEDICINSKOJ RADIJACIJSKOJ FIZICI			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PCS9621	I	IZBORNI	6	2+2
Nosilac programa	Doc. dr. Sead Delalić			
Cilj i ishodi učenja	Cilj predmeta je da student nauči analizirati i obraditi fizikalne podatke i medicinske slike, te naučikoristiti pogodne softverske pakete za to. numerički simulirati fizikalne procese. Nakon savladanog kursa student zna koristiti MATLAB/Octave softverske pakete za statističku obradu podatke, simulaciju procesa i obradu slika.			
Sadržaj predmeta				
Stohastički i deterministički događaji. Grafički i numerički metodi u statistici. Komparativne studije. Mjere morbiditeta i mortaliteta. Relativni rizik. Mantel-Heanszelov metod. Standardizirani količnik mortaliteta. Alati za statistiku u MATLAB-u i Octave-i. Funkcije i aplikacije za opisivanje, analizu i modeliranje. Deskriptivna statistika. Generiranje slučajnih brojeva za Monte Carlo simulacije. Regresioni i klasifikacijski mehanizmi. Koeficijent i indeks korelacije Višestruka regresiona analiza. Regresioni model sa više nezavisnih varijabli. Polinomalna rergresija. Procjena i značenje regresionih parametara. Logistička regresija Procesiranje medicinske slike, analiza i vizualizacija. Segmentacija slike, redukcija šuma, geometrijske transformacije.				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	60	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	90	Parcijalni ispit	50	
Ukupno	150	Završni ispit	50	
		Ukupno	100	
Literatura				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Chap T. LE, Introductory Biostatistics, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Yersey, 2003 2. MathWorks, Statistics and Machine Learning Toolbox 3. MathWorks, Image Processing Toolbox 				
Napomene				
Student mora osvojiti minimalno 55% i na parcijalnom ispitu i na završnom ispitu da bi uspješno položio ispit.				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	SLIKOVNE METODE U RADIOLOGIJI			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PAP9661	II	IZBORNI	6	3+2
Nosilac programa	Doc. dr. Adnan Beganović			
Cilj i ishodi učenja	Cilj: dati studentima osnovna teorijska i praktična znanja o slikovnim metodama u dijagnostičkoj radiologiji i nuklearnoj medicini			
Sadržaj predmeta				
<p>1. Uvod: Osnovni koncept slikovnih metoda u radiologiji; Kvalitet slike; Prostorna rezolucija, Konvolucija; Kontrast; Šum; Odnos kontrast-šum; Odnos signal-šum; Informatički sistemi; Digitalni radiološki snimci; PACS i teleradiologija; Procesiranje slike.</p> <p>2. Slikovne metode u dijagnostičkoj radiologiji: Proizvodnja x-zračenja; Rendgenske cijevi; Generatori x-zračenja; Radiografija; Geometrija planarne radiografije; Filmska radiografija; Kompjuterizirana radiografija; CCD i CMOS detektori; FP detektori; Tehnički parametri radiografskog snimanja; Scintilacijski i pojačivački ekrani; Indeks ekspozicije; Dvoenergetska radiografija; Raspršenon zračenja u planarnoj radiografiji; Mamografija; Kvalitet x-zračenja u mamografiji; Kompresija, raspršeno zračenje i uvećanje u mamografiji; Film i razvijanje filma; Digitalna mamografija; Fluoroskopija; Detektorski sistemi u fluoroskopiji; Kvalitet slike u fluoroskopiji; Kompjuterizirana tomografija; Dizajn CT sistema; Rekonstrukcija slike; Kvalitet slike kod CT-a; Magnetna rezonanca; Ultrazvuk.</p> <p>3. Slikovne metode u nuklearnoj medicini: Radioaktivnost; Proizvodnja radionuklida i radiofarmaceutika; Detekcija zračenja i mjerenje; Gasni detektori; Scintilacijski detektori; Poluprovodnički detektori; Spektroskopija; Scintilacijska kamera; Emisijska tomografija; Jednofotonska emisijska tomografija; Pozitronska emisijska tomografija; Hibridni sistemi;</p>				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	75	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	65	Prva provjera znanja	45	
Ostalo	10	Završni ispit	45	
Ukupno	150	Aktivnost	10	
		Ukupno	100	
Literatura				
<p>1. Dance DR, Christofides S, Maidment ADA, McLean ID, Ng KH, editors. Diagnostic Radiology Physics: A Handbook for Teachers and Students. Vienna, Austria: IAEA; 2014.</p> <p>2. Bailey DL, Humm JL, Todd-Pokropek A, van Aswegen A, editors. Nuclear Medicine Physics: A Handbook for Teachers and Students. Vienna, Austria: IAEA; 2014.</p> <p>3. Bushberg JT, Boone JM. The essential physics of medical imaging. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.</p>				
Napomene				
Vježbe na predmetu se obavljaju na Kliničkom centru Univerziteta u Sarajevu.				

LISTA MOGUĆIH IZBORNIH PREDMETA

FIZIKA U OBRAZOVANJU

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	Nastavna praksa iz fizike			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PED9011	I	IZBORNI	10	4+4
Nosilac programa	Prof. dr. Vanes Mešić			
Cilj i ishodi učenja	<p>Cilj predmeta sastoji se u razvijanju vještina planiranja, implementiranja i analiziranja nastave fizike u fakultetskom i školskom okruženju, kao i u produblivanju znanja odabranih sadržaja fizike.</p> <p>Ishodi učenja:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vodi portfolio kojim dokumentuje razvijanje vještine planiranja i analiziranja nastave fizike. 2. Implementira časove fizike u fakultetskom i školskom okruženju. 3. Kritički analizira promatrane časove i vrši autorefleksiju. 4. Identificira ustaljene učeničke miskonceptije iz fizike, te demonstrira vladanje tehnikama konceptualne promjene. 5. Demonstrira dubinsko znanje sadržaja fizike predviđenih programima za osnovnu i srednju školu u Kantonu Sarajevo. 			
Sadržaj predmeta				
<p>Svrha nastavne prakse, sadržaj i funkcije.</p> <p>Planiranje nastavne prakse. Portofolio: svrha, sadržaj, razvojni portfolio.</p> <p>Nastavni plan i program fizike: postojeći, razvoj lokalne komponente, razvoj programa izborne nastave fizike. Izrada planova rada u nastavi fizike.</p> <p>Udžbenici i druga nastavna sredstva. Modeli pisanih priprema za nastavni čas.</p> <p>Instrukcije za praćenje i evaluaciju nastavnog časa i procesa nastave fizike.</p> <p>Kreiranje plana hospitovanja.</p> <p>Kreiranje plana izvođenja oglednih časova.</p> <p>Promatranje i simulacija časova fizike u fakultetskom okruženju.</p> <p>Analiza časova fizike provedenih u fakultetskom okruženju.</p> <p>Promatranje i implementacija časova fizike u školskom okruženju.</p> <p>Analiza časova fizike provedenih u školskom okruženju.</p> <p>Rezime realizacije nastavne prakse i analiza portfolija.</p>				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	120	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	80	Portfolio	15	
Pisani radovi	40	Parcijalni ispiti	35	
Ostalo	10	Završni ispit	50	
Ukupno	250			
		Ukupno	100	
Literatura				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Muratović, H., Mešić, V. (2009). <i>Didaktičko-metodički prilozi nastavi fizike</i>. Sarajevo: Prirodno-matematički fakultet. 2. Osnovnoškolski i srednjoškolski udžbenici, zbirke i praktikumi 3. Lemov, D. (2015). <i>Teach like a champion 2.0: 62 techniques that put students on the path to college</i>. John Wiley & Sons. 				
Napomene				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	METODIKA NASTAVE FIZIKE III			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PED9611	I	IZBORNI	6	3+2
Nosilac programa	Prof. dr. Vanes Mešić			
Cilj i očekivani ishodi učenja	Cilj ovog predmeta sastoji se u dubljem upoznavanju studenata sa specifičnostima učenja i poučavanja mehanike i termodinamike na nivou osnovne i srednje škole.			
	Ishodi učenja: 1. Opisuje ustaljene učeničke poteškoće u učenju mehanike i termodinamike. 2. Identificira potencijalne uzroke učeničkih poteškoća u učenju mehanike i termodinamike. 3. Identificira i kreira načine za prevazilaženje ustaljenih učeničkih poteškoća u učenju mehanike i termodinamike. 4. Rješava konceptualne i računске zadatke visokog stepena zahtijevnosti.			
Sadržaj predmeta				
Učenje i poučavanje o kinematici jednodimenzionalnog kretanja. Učenje i poučavanje o kinematici dvodimenzionalnog kretanja. Učenje i poučavanje o konceptu sile i Newtonovim zakonima kretanja. Učenje i poučavanje o primjenama Newtonovih zakona kretanja. Učenje i poučavanje o kružnom kretanju i pojmu gravitacije. Učenje i poučavanje o obrtnom kretanju, ravnoteži tijela i konceptu elastičnosti. Učenje i poučavanje o količini kretanja. Učenje i poučavanje o energiji, radu i snazi. Učenje i poučavanje o korištenju pojma energije u raznovrsnim kontekstima. Učenje i poučavanje o toplotnim pojavama. Učenje i poučavanje o fluidima. Učenje i poučavanje o konceptu oscilacije. Učenje i poučavanje o konceptu talasa. Učenje i poučavanje o superpoziciji talasa i stojećim talasima.				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	75	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	50	Parcijalni ispit	40	
Pisani radovi	20	Seminarski rad	20	
Ostalo	5	Završni ispit	40	
Ukupno	150			
		Ukupno	100	
Literatura				
1. Muratović, H., Mešić, V. (2009). <i>Didaktičko-metodički prilozi nastavi fizike</i> . Sarajevo: Prirodno-matematički fakultet. 2. Arons, A. B. (1997). <i>Teaching Introductory Physics</i> . New York: John Wiley & Sons, Inc. 3. Knight, R. (2004). <i>Five Easy Lessons: Strategies for Successful Physics Teaching</i> . San Francisco: Addison-Wesley. 4. Odabrani članci iz časopisa posvećenih fizici u obrazovanju.				
Napomene				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	PRAKTIKUM METODIKE NASTAVE FIZIKE III			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PED7411	I	IZBORNI	4	0+3
Nosilac programa	Prof. dr. Vanes Mešić			
Cilj i očekivani ishodi učenja	Cilj predmeta sastoji se u razvijanju znanja, vještina i navika koje se tiču primjene eksperimentalne metode u nastavi fizike.			
	Ishodi učenja: <ol style="list-style-type: none"> 1. Sistematski priprema provođenje eksperimenta, pri čemu kreira i pisani plan izvođenja eksperimenta. 2. Implementira eksperimente iz fizike vodeći računa o uvažavanju sigurnosnih propisa. 3. Obraduje podatke dobijene u okviru eksperimenta, te identificira moguće izvore greške u mjerenju, kao i načine unapređivanja eksperimentalne postavke. 4. Predstavlja i tumači rezultate eksperimenta koristeći se različitim reprezentacijama i uvažavajući osnovne principe učenja. 5. Identificira, evaluira i kreira eksperimente sa lako pristupačnim materijalima. 6. Rješava eksperimentalne zadatke i laboratorijske probleme. 			
Sadržaj predmeta				
Upoznavanje studenta sa programom, dogovor o radu u praktikumu. Princip nezavisnosti kretanja. Horizontalni i kosi hitac. Rotaciono kretanje. Zakoni očuvanja u mehanici. Dinamika fluida. Osnove molekularne fizike i termodinamike. Mehaničke oscilacije i talasi I. Mehaničke oscilacije i talasi II. Istosmjerna električna struja. Električna struja u fluidima. Naizmjenična struja. Elektromagnetne oscilacije i talasi.				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Laboratorijske vježbe	45	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	25	Parcijalni ispiti	30	
Pisani radovi	25	Eksperimentalni nacrt	10	
Ostalo	5	Eksperimentalni zadaci i laboratorijski problemi	10	
Ukupno	100	Završni ispit	50	
		Ukupno	100	
Literatura				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Mešić, V. (n.d.). <i>Praktikum metodike nastave fizike III</i> (interna skripta). Sarajevo: Prirodno-matematički fakultet. 2. Osnovnoškolski i srednjoškolski udžbenici, zbirke i praktikumi 3. Sprott, J. C. (2006). <i>Physics Demonstrations: A sourcebook for teachers of physics</i>. University of Wisconsin Press. 				
Napomene				
Ovjera svih vježbi je uslov za pristupanje završnom ispitu.				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	PRAKTIKUM METODIKE NASTAVE FIZIKE IV			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PED8421	I	IZBORNI	4	0+3
Nosilac programa	Prof. dr. Vanes Mešić			
Cilj i očekivani ishodi učenja	Cilj predmeta sastoji se u razvijanju znanja, vještina i navika koje se tiču primjene eksperimentalne metode u nastavi fizike, posebno po pitanju primjene modernih tehnologija kao podrške eksperimentalnoj metodi, te implementacije eksperimentalnih projekata u nastavi fizike.			
	Ishodi učenja: 1. Sistematski priprema i implementira eksperiment, te obrađuje mjerenja i prezentira rezultate eksperimenta. 2. Provodi digitalnu video analizu fizikalnih pojava, te koristi senzore kao podršku eksperimentalnoj metodi. 3. Demonstrira virtualne eksperimente i rješava virtualne laboratorijske probleme. 4. Priprema, implementira i prezentira eksperimentalni projekt u nastavi fizike.			
Sadržaj predmeta				
Upoznavanje studenta sa programom, dogovor o radu u praktikumu. Interferencija na dvostrukoj pukotini. Interferencija na tankim listićima. Optička rešetka. Difrakcija na jednoj pukotini. Polarizacija svjetlosti. Rasijanje svjetlosti. Apsorpcija svjetlosti. Viđenje boja. Virtualni eksperimenti u nastavi fizike. Digitalna video analiza fizikalnih pojava. Senzori u nastavi fizike. Eksperimentalni projekt u nastavi fizike.				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Laboratorijske vježbe	45	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	25	Parcijalni ispiti	15	
Pisani radovi	25	Zadaci	10	
Ostalo	5	Eksperimentalni projekt	25	
Ukupno	100	Završni ispit	50	
		Ukupno	100	
Literatura				
1. Mešić, V. (n.d.). <i>Praktikum metodike nastave fizike IV</i> (interna skripta). Sarajevo: Prirodno-matematički fakultet. 2. Osnovnoškolski i srednjoškolski udžbenici, zbirke i praktikumi 3. Sokoloff, D. R., Thornton, R. K., & Laws, P. W. (2011). <i>RealTime Physics Active learning laboratories, Module 1: Mechanics</i> . John Wiley & Sons. 4. Eisenkraft, A. (2010). <i>Active physics: A project-based inquiry approach</i> . Armonk, NY: It's About Time.				
Napomene				
Ovjera svih vježbi je uslov za pristupanje završnom ispitu.				

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)		II ciklus	
	Naziv studijskog programa		Fizika	
Naziv predmeta	METODIKA NASTAVE FIZIKE IV			
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	P+V
PED0611	II	IZBORNI	6	3+2
Nosilac programa	Prof. dr. Vanes Mešić			
Cilj i očekivani ishodi učenja	Cilj ovog predmeta sastoji se u dubljem upoznavanju studenata sa specifičnostima učenja i poučavanja elektromagnetizma, optike i moderne fizike na nivou osnovne i srednje škole.			
	Ishodi učenja: 1. Opisuje ustaljene učeničke poteškoće u učenju elektromagnetizma, optike i moderne fizike. 2. Identificira potencijalne uzroke učeničkih poteškoća u učenju elektromagnetizma, optike i moderne fizike . 3. Identificira i kreira načine za prevazilaženje ustaljenih učeničkih poteškoća u učenju elektromagnetizma, optike i moderne fizike . 4. Rješava konceptualne i računске zadatke visokog stepena zahtijevnosti.			
Sadržaj predmeta				
Učenje i poučavanje o talasnoj optici. Učenje i poučavanje o geometrijskoj optici. Učenje i poučavanje o optičkim instrumentima. Učenje i poučavanje o konceptima električnog polja i električne sile. Učenje i poučavanje o pojmu električnog potencijala. Učenje i poučavanje o električnoj struji i električnom otporu. Učenje i poučavanje o električnim krugovima. Učenje i poučavanje o konceptima magnetskog polja i magnetske sile. Učenje i poučavanje o elektromagnetskoj indukciji i talasima. Učenje i poučavanje o naizmjeničnoj struji. Učenje i poučavanje o teoriji relativnosti. Učenje i poučavanje o kvantnoj fizici. Učenje i poučavanje o atomskoj i molekularnoj fizici. Učenje i poučavanje o nuklearnoj fizici.				
Opterećenje studenta (sati)		Provjera znanja i ocjenjivanje		
Predavanja i vježbe	75	Način vrednovanja	Bodovi	
Priprema ispita	50	Parcijalni ispit	40	
Pisani radovi	20	Seminarski rad	20	
Ostalo	5	Završni ispit	40	
Ukupno	150			
		Ukupno	100	
Literatura				
1. Muratović, H., Mešić, V. (2009). <i>Didaktičko-metodički prilozi nastavi fizike</i> . Sarajevo: Prirodno-matematički fakultet. 2. Arons, A. B. (1997). <i>Teaching Introductory Physics</i> . New York: John Wiley & Sons, Inc. 3. Knight, R. (2004). <i>Five Easy Lessons: Strategies for Successful Physics Teaching</i> . San Francisco: Addison-Wesley 4. Odabrani članci iz časopisa posvećenih fizici u obrazovanju.				
Napomene				