

**UNIVERZITET U TUZLI**  
**PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET**  
**ODJEK:FIZIKA**

**II CIKLUS STUDIJA**

**STUDIJSKI PROGRAM: PRIMIJENJENA FIZIKA**

**U primjeni od akademske; 2012.-13.g.**

Univerzitetska 4, Tuzla  
Tel:035 320 860  
Faks: 035 320 861  
[www.pmf.untz.ba](http://www.pmf.untz.ba)

## *I Opći dio*

### **1. Akademski titula, odnosno stručno zvanje koje se stiče završetkom II ciklusa studija**

Završetkom stepena II ciklusa studija, studijskog programa **Primijenjena fizika**, student stiče akademsko, odnosno stručno zvanje **Magistar primijenjene fizike**, prema Pravilniku o korištenju akademskih titula i sticanju naučnih i stručnih zvanja na visokoškolskim ustanovama u Tuzlanskom kantonu.

### **2. Uslovi za upis na studijski program**

Pravo upisa na II ciklus studija imaju sva lica koja su završila dodiplomski studij Fizike (I ciklus studija) u trajanju od četiri godine (sa ostvarenih 240 ECTS bodova), kao i oni koji su završili studij Fizike u dvopredmetnoj grupi predmeta. Potreban uslov za upis je aktivno znanje jednog svjetskog jezika. Ukoliko studij II ciklusa finansira Osnivač, potrebno je da kandidati imaju prosječnu ocjenu ostvarenu na prethodnom ciklusu studija najmanje 8 (osam).

Strani državljani i osobe bez državljanstva imaju pravo upisa na studij pod jednakim uslovima kao i državljani BiH. Upis na studij vrši se na osnovu javnog konkursa kojeg raspisuje i njegov sadržaj utvrđuje Senat Univerziteta u Tuzli na prijedlog NNV-a Prirodno-matematičkog fakulteta.

### **3. Naziv i ciljevi studijskog programa**

Naziv studijskog programa na II ciklusu studija je **Primijenjena fizika**. Studij fizike, II ciklusa studija, organizuje se sa ciljem da studenti steknu nova znanja u predloženim naučnim oblastima fizike, te kompetencije i vještine u primjeni savremenih fizičkih metoda u praktičnom i naučno-istraživačkom radu.

### **4. Trajanje II ciklusa i ukupan broj ECTS bodova**

Studij II ciklusa se izvodi kroz nastavu i naučno-istraživački rad u trajanju od dva semestra, koji se vrednuju sa 60 ECTS bodova, svaki semestar po 30 ECTS bodova. Student po okončanju studija drugog ciklusa, odbranom Završnog (Magistarskog) rada ostvaruje ukupno 300 ECTS bodova, od čega 240 bodova na studiju I ciklusa studija i 60 ECTS bodova na II ciklusu studija. Na taj način student ispunjava uslov i stiče pravo za studij III ciklusa, doktorski studij.

### **5. Kompetencije i vještine koje se stiču kvalifikacijom (diplomom)**

Završetkom II ciklusa studija student stiče naučna saznanja u struci, zasnovana na rezultatima dosadašnjih naučnih istraživanja iz području prirodnih nauka u oblasti primijenjene fizike, na kojima se zasnivaju sljedeće vještine i kompetencije:

- Ovlada znanjem iz područja primijenjene fizike iz predmeta studijskog programa II ciklusa studija navedenog nastavnog plana i programa,
- Osposobljen je da ta znanja samostalno primjenjuje u istraživanjima i razvoju struke zasnovane na primijenjenoj fizici,

- Osposobljen je da naučne sadržaje iz predmeta studijskog programa, Primijenjena fizika, može primjenjivati na nastavni proces, u skladu sa važećim zakonskim propisima,
  - Nakon završenog II ciklusa studija fizike (studijski program: Primijenjena fizika), studenti će steći kompetencije potrebne za nastavak naučno-istraživačke karijere u područjima kompjutacione fizike, fizike kondenzirane materije, nuklearnog inženjeringa, eksperimentalnih metoda savremene fizike, alternativnih izvora energije, kao i potrebnog matematičkog aparata u navedenim oblastima fizike.
- Završetkom II ciklusa studija navedenog usmjerenja studenti će takođe, steći kompetencije potrebne za III ciklus studija– doktorskog studija ovog usmjerenja.

## 6. Uslovi prelaska sa drugih studijskih programa u okviru istih ili srodnih oblasti studija

Student ima pravo na promjenu studijskog programa. Prelaz sa drugog univerziteta može se ostvariti samo prije početka nastave u semestru, s tim da prelaz nije moguć tokom akademske godine u kojoj je student prvi puta upisao studij II ciklusa studija. Nastavno-naučno vijeće PMF-a obrazuje komisiju za promjenu studijskog programa, koja će, shodno Članu 15. i 16. "Pravila studiranja na II ciklusu studija na Univerzitetu u Tuzli" predložiti Odluku o rješenju po zahtjevu studenta.

## 7. Lista nastavnih predmeta i broj sati potreban za njihovu realizaciju, te pripadajući broj ECTS bodova

R. b.	Nastavni predmet	Zimski semestar				Ljetni semestar			
		Sati			ECTS	Sati			ECTS
		P	A V	L V		P	A V	L V	
1.	Simetrije u fizici	3	0	0	6				
2.	Kompjutaciona fizika	4	0	0	6				
3.	Nuklearni inženjering - odabrana poglavlja	4	0	0	6				
4.	Eksperimentalna fizika kondenzovane materije – odabrana poglavlja	3	0	0	6				
5.	Eksperimentalne metode savremene fizike- odabrana poglavlja	4	0	0	6				
6.	Alternativni izvori energije					2	0	0	6
7.	Završni magistarski rad								24
	<b>Ukupno</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>

## 8. Uslovi upisa u sljedeći semestar, odnosno narednu godinu studija, te način završetka studija

Student može upisati sljedeći semestar, ako je ispunio svoje obaveze iz prethodnog semestra, tj. ako je odslušao prethodni semestar, što potvrđuje predmetni nastavnik svojim potpisom. Pravo na odbranu magistarskog rada student stiče nakon položenih svih drugih ispita predviđenih Nastavnim planom i programom II ciklusa studija.

## 9. Način izvođenja studija

Studij II ciklusa je organizovan kao redovni studij, a može se organizovati i kao vanredni studij.

## 10. Druga pitanja od značaja za izvođenje studijskog programa

# II Opis programa

### 1. Simetrije u fizici

**Cilj kursa:** Cilj predmeta Simetrije u fizici je da se studenti upoznaju sa metodama teorije grupa i njihovih reprezentacija u primjeni na opis i proučavanje simetrija fizikalnih sistema. Razvija se relevantni aparat i primjenjuje na izabrane fizikalne primjere. U ovom predmetu pažnja je usmjerena na kontinualne - Liejeve grupe simetrije, specijalno na grupu rotacija, unitarne grupe i Lorentzovu grupu.

**Sadržaj kursa:** Grupe. Reprezentacije grupa. Svojstva ireducibilnih reprezentacija. Lieve grupe. Simetrije u klasičnoj i kvantnoj mehanici.  $SO(N)$  grupe i moment impulsa u kvantnoj mehanici.  $SU(N)$  grupe i fizika elementarnih čestica. Lorentzova i Poincaréova simetrija. Diskretne simetrije u kvantnoj fizici.

### Literatura:

1. H. F. Jones, Groups, Representations and Physics, 2nd ed, IOP Publishing, 1998.
2. J. F. Cornwell, Group Theory in Physics, An Introduction, Academic Press, 1997.
3. Howard Georgi, Lie Algebras in Particle Physics, Second Edition, Perseus, 1999.
4. W. Greiner, B. Müller, Quantum Mechanics-Symmetries, Second Edition, Springer Verlag 1992.
5. K. F. Riley, M. P. Hobson, S. J. Bence, Mathematical Methods for Physics and Engineering, Cambridge University Press, New York, 2006.

## 2. Kompjutaciona fizika

**Cilj kursa:** Cilj predmeta Kompjutaciona fizika je da se studenti upoznaju sa osnovnim numeričkim metodama teorijske fizike i osposobe za primjenu računara u modeliranju fizikalnih sistema.

**Sadržaj kursa:** Numeričke metode teorijske fizike. Osnovni algoritmi: numeričko rješavanje transcendentnih jednažbi, interpolacija, numeričko diferenciranje i integriranje. Metode linearne algebre. Rekurzivni i iteracioni algoritmi. Direktne i iterativne metode. Algebarski problem vlastitih vrijednosti. Numerički aspekti diferencijalnih jednažbi. Problem s početnim vrijednostima. Eksplicitne i implicitne metode. Metoda Runge-Kuta, multistep metode, prediktor-korektor metode. Parcijalne diferencijalne jednažbe. Modeliranje i simulacija u fizici. Direktno modeliranje sistema sa interakcijama. Samousklađeno polje, metod Hartree-Fock. Diskretizacija kontinualnih sistema, metod konačnih elemenata. Monte Carlo metode. Specifičnosti nelinearnih problema. Otvoreni sistemi, atraktori i kaos. Numeričke metode za linearne sisteme, direktne i iterativne. Interpolacija polinomima i racionalnim funkcijama, spline interpolacija. Rješavanje sistema nelinearnih jednačina. Tehnike numeričke integracije. Statistički opis i analiza podataka. Spektralna – Fourier analiza, DFT, FFT. Metode optimizacije. Matrični problem vlastitih vrijednosti i vlastitih vektora. Integracija običnih i parcijalnih diferencijalnih jednačina, problemi sa početnim i graničnim uslovima. Programi i programski jezici za simbolička računanja. Statistički opis i analiza podataka. Programi za vizualizaciju podataka. Sve izložene tehnike ilustruju se relevantnim fizikalnim primjerima.

### Literatura:

1. W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, B. P. Flannery, Numerical Recipes, Third Edition. Cambridge University Press, 2007
  2. Clive G. Page, Professional Programmer's Guide to Fortran 77,
  3. Brian W. Kernigham, Denis M. Ritchie, Programski jezik C, Savremena administracija, Beograd, 1989
  4. R. H. Landau, M. J. Paez Meija, Computational Physics, Problem Solving with Computers, John Wiley & Sons, 1997,
  5. Paul L. De Vries, A First Course in Computational Physics, John Wiley & Sons, New York 1993,
  6. M. Hkorth, Computational Physics, University of Oslo, 2007
- Baumann, Mathematica for Theoretical Physics, Second Edition, Springer Verlag 2005.

## 3. Nuklearni inžinjering - odabrana poglavlja

**Cilj kursa:** U cilju sprječavanja potencijalno katastrofalnih klimatskih promjena i u cilju zadovoljena rastuće potrebe za električnom energijom, pored obnovljivih izvora energije neophodan je doprinos izvora energije nuklearnog porijekla. Osim toga, mogućnost akcidentalnih situacija na starijim tipovima reaktora u neposrednom okruženju i na globalnom nivou, ukazuju na izraženu potrebu za edukacijom u nuklearnoj nauci i očuvanju nuklearnog znanja, kao i potrebu za dugoročnim istraživanjima u oblasti nuklearne fisije i naprednih generacija nuklearnih reaktora. Takođe, jedan od važnih ciljeva ovog kursa je upoznavanje sa osnovama nuklearne sigurnosti u oblasti kontrole i nesirenja nuklearnih materijala.

**Sadržaj kursa:** Struktura atomskog jezgra. Energija veze i nuklearne sile. Nuklearne reakcije. Nuklearna fisija. **Efikasni presjeci** Mikroskopski efikasni presjek. Makroskopski efikasni presjek. Presjeci za interakcije neutrona sa jezgrima. Potencijalno rasijanje. Složeno jezgro. Rezonantno rasijanje. Neelastično rasijanje. Radijativni zahvat. Fisija. Transmutacioni procesi. Nuklearne biblioteke podataka sa efikasnim presjecima. **Interakcija zračenja sa materijalom.** Interakcija gama zračenja (Komptonovo, Tomsonovo i Rejljevo rasijanje, fotoelektrični efekat, proizvodnja para pozitron-elektron). Interakcija lakih i teških naelektrisanih čestica sa materijalom. Interakcija neutrona sa materijalom. Doze zračenja. **Detekcija nuklearnog zračenja.** Vrste detektora. Gasni detektori. Scintilacioni detektori. Poluprovodnički detektori. Ostali detektori zračenja. Detekcija neutrona i unfolding procedura. **Nuklearna elektronika.** Karakteristike elektronskih komponenti sa aplikacijama u nuklearnoj nauci. Energetska i vremenska analiza impulsa. Koincidentni sistemi. Razvoj u nuklearnoj instrumentaciji. **Fizika fisionih nuklearnih reaktora.** Umnožavanje neutrona. Efektivni faktor umnožavanja. Formula četiri faktora. Usporavanje neutrona. Difuziona jednačina. Jednogrupsna i višegrupsna aproksimacija. **Teorija nuklearnih reaktora.** Statika termičkih nuklearnih reaktora. Reaktorska jednačina. Kritične dimenzije nuklearnog reaktora. Statički parametri termičkog nuklearnog reaktora. Promjena reaktivnosti reaktora sa vremenom. Zatrovanje nuklearnih reaktora. Prelazna stanja u nuklearnom reaktoru. Izgaranje i konverzija nuklearnog goriva. **Tipovi nuklearnih reaktora.** PWR, BWR, HTGR i napredni tipovi reaktora. Razmatranje savremenih generacija nuklearnih reaktora. **Nuklearni i radijacioni akcidenti** Analiza i operativne karakteristike nuklearnih reaktorskih sistema koji su relevantni sa aspekta sigurnosti reaktora. INES (International Nuclear and Radiological Event Scale) međunarodna skala nuklearnih nezgoda i nesreća. Istorijski pregled radijacionih akcidenata i akcidenata na nuklearno-energetskim postrojenjima (NEP), uključujući analizu akcidenta na Fukushima NEP. Tipovi akcidenata. NRC (Nuclear Regulatory Commission) regulacija i procedure. **Identifikacija nuklearnih materijala i nuklearna sigurnost** Mjerni sistemi i metode detekcije i karakterizacije specijalnih nuklearnih materijala, kao što su uranijum i plutonijum sa aplikacijama u nuklearnom neširenju i nacionalnoj sigurnosti.

#### **Literatura:**

1. J.K.Shultis, R.E.Faw, "Fundamentals of Nuclear Science and Engineering", Marcel Dekker, Inc, 2002.
2. K.S. Krane,"Introductory Nuclear Physics", John Wiley & Sons, 1988.
3. J. R. Lamarsh, A. J. Baratta, "Introduction to Nuclear Engineering", Prentice Hall, 2001.
4. X-5 Monte Carlo Team: MCNP - A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 5, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, New Mexico, USA, April 2003.

#### **4. Eksperimentalna fizika kondenzovane materije – odabrana poglavlja**

**Cilj kursa:** upoznati studente sa najnovijim metodama koje omogućavaju utvrđivanje složenih strukturnih karakteristika kondenziranih materijala, kao i potrebnih kriterija na osnovu kojih možemo identificirati kristalnu uređenost.

**Sadržaj kursa:** Otkriće difrakcije elektromagnetskog zračenja na kristalnoj rešetki. Karakteristike elektromagnetskog zračenja. Izbor zračenja, Osobine X-zraka i monohromatizacija. Difrakcija X-zraka. Geometrija rasijanja. Laueov model. Bragov model. Evaldova konstrukcija. Intenzitet difrakcije. Opšti faktori od značaja za intenzitet. Strukturna amplituda. Primarna i sekundarna ekstinkcija. Difrakcione metode ispitivanja kristala. Metode difrakcije na uzorcima monokristala. Metoda Lauea. Oscilatorna metoda. Vajsenbergova metoda. Precesiona metoda. Metode difrakcije na polikristalnim uzorcima. Debaj-Šererova metoda. Difraktometar za polikristalne uzorke. Rasijanje X-zraka i atomska struktura materijala. Opšti principi rješavanja strukture. Utačnjavanje kristalnih struktura. Optička mjerenja. Optička goniometrija. Elektronska mikroskopija. Polarizaciona mikroskopija. Određivanje indeksa prelamanja. Orijentacione metode. Refraktometrijske metode. Direktna metoda prizme. Interferencione metode. Određivanje širine optički zabranjene zone.

#### **Literatura:**

1. D.M. Petrović, S.R. Lukić, Eksperimentalna fizika kondenzovane materije, Novi Sad, 2000.
2. B. Đurić, Ž. Čulum, Fizika V deo Teorija relativnosti-atomska i nuklearna fizika.
3. V. Šips. Uvod u fiziku Čvrstog stanja, Zagreb, 1991.
4. G.I. Epifanov, Solid State Physics, Moskow, 1979
5. L.H. Van Vlack, Elements of Materials Science and Engineering, New York, 1990.

### **5. Eksperimentalne metode savremene fizike-odabrana poglavlja**

**Cilj kursa:** Upoznavanje studenata sa principima, postupcima i instrumentacijom u odabranim eksperimentalnim metodama savremene fizike.

**Sadržaj kursa:** Eksperimentalna tehnika i mjerna metodologija gama spektroskopije. Izvori gama zraka i geometrija izvor-detektor. Spektri gama zraka. Energijska kalibracija. Kalibracija efikasnosti detektora i određivanje brzine emisije. Problemi u gama spektrometriji prirodnih uzoraka. Samoapsorpcija zračenja i apsorpcija fona od strane uzorka. Varijacije fonskih linija.. Smanjivanje fona u gama spektrometriji. Oblasti primjene gama spektrometrije. Fizičke i hemijske osobine radona. Potomci radona. Koncentracija radona u zemlji. Koncentracija radona u podzemnim vodama. Emanacija radona. Nivoi koncentracije radona i njegovih potomaka u atmosferskom vazduhu. Transport radona u ambijentalnim sredinama. Detekcija radona i njegovih produkata raspada u atmosferskom vazduhu. Detekcija radona i njegovih produkata raspada u zemlji. Detekcija radona i njegovih produkata raspada u vodi. Direktna i indirektna metode mjerenja koncentracije aktivnosti radona. Detekcija radona i njegovih produkata raspada pomoću čvrstih detektora nuklearnih tragova. Kalibracija radon dozimetara. Fizičke karakteristike ultrazvuka. Ultrazvučni talasi, ravni talas, sferni talas, ultrazvučni snop. Refleksija, raspršenje talasa. Intenzitet i energija talasa. Impedancija odašiljača sfernih talasa. Generisanje ultrazvučnih snopova, piezoelektrični efekt. Primjena ultrazvuka u medicini i tehnici.

## Literatura:

- 1 J. Slivka, I. Bikit, M. Vesković, Lj. Čonkić, Gama spektrometrija, Univ. Novi Sad, Novi Sad, 2000.
- 2 K. Debetin, R.G. Helmer, Gamma and X-ray spectrometry with semiconductor, North-Holland, Amsterdam, 1988.
- 3 F. Adrović, M. Ninković, Radioaktivnost i radijacioni nivoi u okolini termoelektrana, naučna monografija, izdavač Institut za nuklearne nauke Vinča, Beograd, 2005.
- 4 R. Ilić, Radon Measurements by Etched Track Detectors: Applications in Radiation Protection, Earth Sciences and the Environment, World Scientific, Singapore, 1997.
- 5 F. Adrović, Fizika - odabrana poglavlja iz optike, atomske i nuklearne fizike, Copygraf Tuzla, Tuzla, 2006.
- 6 P. Fish, Physics and Instrumentation of Diagnostic Medical Ultrasound, Wiley & Sons, John, Incorporated, 1990.
- 7 J. F. Greenleaf, Tissue Characterization with Ultrasound, Vol.1: Methods CRC Press, 1986

## 6. Alternativni izvori energije

**Cilj kursa:** Ukazati na potrebe savremenog čovjeka za energijom. Ukazati na posljedice korištenja energetske sirovine. Prepoznavanje problema korištenja energetske sirovine u životnoj sredini, ukazivanje na probleme i predložiti mjera s ciljem otklanjanja problema. Uputiti studenta na izvore informacija; literaturu, internet i privredna preduzeća. Osposobiti studente da se mogu baviti istraživačkim radom.

**Sadržaj kursa:** Energija. Oblici energije. Čovjekove potrebe za energijom. Kratak historijat korištenja energije. Izvori energije. Energetske sirovine modernog doba. Potrebe savremenog društva za energijom. Procjene potrošnje energije u budućnosti. Fosilna goriva, obnovljivi izvori energije; ugalj, nafta i zemni plin. Posljedice upotrebe fosilnih goriva. Globalno zatopljenje. Globalno zagađenje. Alternativni izvori energije. Obnovljivi izvori energije. Solarna energija. Solarni kolektori. Fotonaponski elementi. Fokusiranje solarne energije. Hidroenergija. Energija vode. Energija mora i okeana. Geotermalna energija. Energija vjetra. Bioenergija. Drvna masa. Biljna masa. Biogorivo. Biogorivo iz algi. Biogas iz otpadnih voda. Biogas sa deponija otpada. Nuklearna energija. Nuklearne elektrane. Posljedice korištenja nuklearne energije. Nuklearne katastrofe.

## Literatura:

1. Energija i okolina, *Mirsad Donlagić*, Printcom Tuzla, Tuzla 2005.
2. Živjeti u skladu sa okolišem, *Azra Jaganjac*, EU CARDS Projekt, "Jačanje svijesti o okolišu/životnoj sredini", Sarajevo, 2007.
3. Solarna energetika i održivi razvoj, *Jasmina M. Radosavljević i ostali*, „Građevinska knjiga“ Beograd, 2004.
4. Nasušno Sunce, *Branko Lalović*, Nolit, Beograd, 1990.
5. Solarni električni generatori u primjeni, *Zoran B. Todorović*, Beograd, 1989.
6. Građevinska fizika, *Sebenji Ferenc*, Institut za građevinarstvo, Subotica, 1990.