



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

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

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

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

**1.2. Uvjeti za upis predmeta**

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

**1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet**

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

**1.4. Sadržaj predmeta**

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

**1.5. Vrste izvođenja nastave**

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

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

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



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

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

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

#### 1.8. Praćenje<sup>1</sup> rada studenata

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

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

Rad studenta na predmetu će se vrednovati i ocjenjivati tijekom nastave i na završnom ispitu. Ukupan broj postotaka koje student može ostvariti tijekom nastave je 70 (ocjenjuju se aktivnosti označene u tablici), dok na završnom ispitu može ostvariti 30%.

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

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

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

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

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

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

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

Članci koji se mogu besplatno downloadati:

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

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

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

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

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

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

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