

# Spintronika - nanomagnet kao flauta

---

**Pajić, Damir**

Source / Izvornik: **Matematičko fizički list, 2003, 214, 115 - 152**

**Journal article, Published version**

**Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:690760>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-05**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



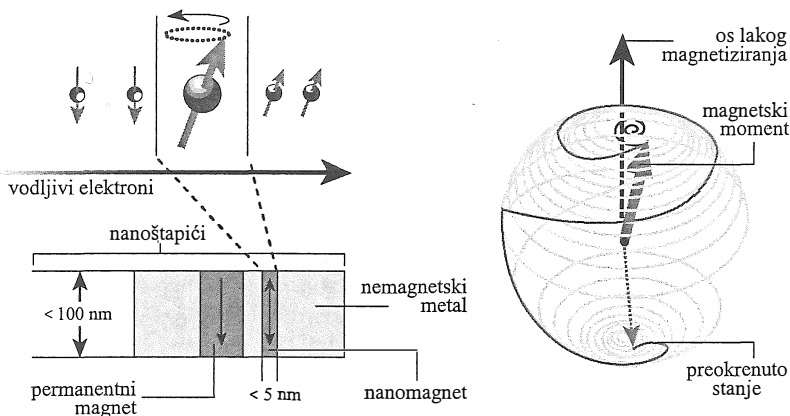


## Spintronika – nanomagnet kao flauta

Damir Pajić<sup>1</sup>, Zagreb

Nova potencijalna vrsta elektroničkih uređaja mogla bi osim naboja elektrona koristiti i njegov spin. Spin (unutrašnja kutna količina gibanja) se očituje preko magnetskog momenta elektrona. U “običnoj” elektronici bitno je da elektroni nose naboj, tj. čine električnu struju. U strukturama čija je dimenzija ispod stotinjak nanometara, uočljivija postaju i kvantna svojstva, te postaje važan i spin vodljivih elektrona, pa odatle naziv “spintronika”. Razumijevanje mikroskopskog ponašanja elektrona u nanostrukturama važno je i kao novost u znanosti, ali i u primjeni kvantne fizike na makroskopskoj razini.

Kada blizu magneta teče električna struja, on na nju reagira okretanjem svoje magnetizacije ili svog smjera. No, u magnetu sitnijem od stotinjak nanometara javljaju se i novi efekti. Kad spin-polarizirana struja, u kojoj su spinovi elektrona dobili smjer određen smjerom magnetizacije magneta kroz koji su prošli, naiđe na drugi magnetski vodič drugačijeg smjera magnetizacije, polarizacija spina elektrona mijenja smjer. Ako je taj drugi magnet nanometarskih dimenzija, njegov magnetski moment se zakreće zbog zakretanja spina elektrona, jer je očuvan ukupni magnetski moment. Elektroni koji prolaze kroz nanomagnet mogu donijeti dovoljno energije za precesiju magnetskog momenta magneta. Precesija je okretanje magnetskog momenta oko osi simetrije, a ovdje se ona zbiva pri mikrovalnim frekvencijama. Amplituda postaje sve jača, i magnetizacija promijeni smjer u suprotan.



Slika. Kad elektroni prođu kroz magnet, njihov spin se usmjeri u smjeru magnetizacije. Ulaskom tih elektrona u nanomagnet koji se nalazi blizu prvog magneta i između slojeva nemagnetskog metala, spin im se preusmjeri u smjeru magnetizacije nanomagneta. Zato magnetski moment nanomagneta počinje precesirati slično kao zvrk.

<sup>1</sup> Autor je znanstveni novak na Fizičkom odsjeku Pirodoslavno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, trenutno istražuje magnetska svojstva jednomolekulskih magneta i magnetskih nanočestica. e-mail: dpa-jic@phy.hr

Ovo je vrlo efikasan način promjene magnetiziranosti nanomagneta: potrebna je struja od nekoliko stotina mikroampera, dok bi za okretanje pomoću magnetskog polja trebalo vrlo jako polje reda tesle. Stoga je ovakav spoj privlačan za magnetsku memoriju.

Reorijentacija nanomagneta pomoću polarizirane struje poznata je već nekoliko godina, a također i utjecaj mikrovalnog zračenja na izazivanje precesije. Novost je što je sada (*Nature*, rujan 2003.) uočen obrnut proces: emitiranje mikrovalnog zračenja kada struja protječe kroz spoj magneta i nanomagneta. To je potvrda opisanog mehanizma.

Prolazak spin-polarizirane struje izaziva visokofrekventnu precesiju magnetskog momenta i zračenje mikrovalova. Slično kao što u flauti protok zraka izaziva čujno titranje zraka – zvuk!

Za uspješno napraviti ovakav “nanoštapić” potrebno je mnogo pokušaja, a svaki od njih je vrlo skup. Potrebna je gotovo savršeno čista okolina i vrlo precizni instrumenti. Cijena uređaja za takvu proizvodnju mjeri se u milijunima eura. Stoga u takva istraživanja novac ulažu velike kompanije, koje u tehnološkoj primjeni eventualnih otkrića novih vrsta memorija vide veliki profit.

Pitanje koje se pritom rijetko postavlja je sigurnost ili opasnost za čovjeka i okoliš od “nanoštapića” i sličnih materijala te od samog postupka proizvodnje. Valja se prisjetiti azbesta, koji je u vrijeme otkrića nazvan supermaterijalom, da bi se kasnije ustanovilo da zbog svoje igličaste strukture uzrokuje opasne bolesti. A kakav bi bio utjecaj “nanoštapića” na zdravlje, velika je nepoznanica. Zato je smisljeno postaviti i univerzalno pitanje: smije li netko radi vlastitih interesa riskirati sigurnost svih.