FIZIKA U PRIMJENI

Znanstveno stručni skup u organizaciji novog

Laboratorija za nuklearnu magnetsku rezonanciju

financiranog s Europskog FP7 projekta **SoLeNeMaR**, pri Fizičkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu.

Ideja skupa je predstavljanje znanstvenih kapaciteta u vidu znanja, ljudskih resursa i opreme malom i srednjem poduzetništvu i velikim zainteresiranim tvrtkama u Hrvatskoj.

Mjesto: Fizički odsjek, Bijenička cesta 32, 10000 Zagreb

Vrijeme: 22. veljače (utorak) 2011.



Ovaj skup financiran je od strane sedmog okvirnog programa europske komisije (FP7/2007-2013) pod ugovorom broj 229390.

Organizator

- Laboratorij za nuklearnu magnetsku rezonanciju
  FP7 projekt SOLeNeMaR
  http://nmr.phy.hr/en/frontpage/98
  voditelj projekta: **Prof.dr.sc. Miroslav Požek** (mpozek@phy.hr)
- Fizički odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet

Kontakt

- Prof.dr.sc. Hrvoje Buljan
  Fizički odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet
  Bijenička c. 32, 10000 Zagreb
  Telefon: 01/469 5591
  Fax: 01/468 0336
  Email: hbuljan@phy.hr (poželjan način komunikacije)

Program

Vrijeme	Predavač	Naslov predavanja
14.00-14.10	Okupljanje auditorija	
14.10-14.15	Prof.dr.sc. Hrvoje Buljan	Otvaranje skupa
14.15-14.55	**Prof.dr.sc. Miroslav Požek**	**Širokopojasni NMR – od fundamentalne znanosti do primjene**
14.55-15.35	**Prof.dr.sc. Srećko Valić**	**Slobodni radikali u istraživanju maslinovog ulja i crnog vina**
15.35-15.50	Pauza za kavu	
15.50-16.30	**Slobodan Milošević**	**Primjene lasera i plazme u industriji**
16.30-17.10	**Milko Jakšić, Ivančica Bogdanović Radović, Stjepko Fazinić**	**Razvoj akceleratorskih metoda i moguće primjene u gospodarstvu**
17.10-17.15		Zaključna riječ
17.15-	Domjenak i nastavak diskusije	

Širokopojasni NMR – od fundamentalne znanosti do primjene

Miroslav Požek

Fizički odsjek, Prirodno-matematički fakultet,Sveučilište u Zagrebu

Bijenička c. 32, 10000 Zagreb

mpozek@phy.hr

Metoda nuklearne magnetske rezonancije (NMR) otkrivena je 1945. godine, a do danas je za njezin razvoj i primjenu dodijeljeno 9 Nobelovih nagrada iz fizike, kemije i medicine. To je jedna od rijetkih nedestruktivnih metoda koje nam mogu dati jasnu mikroskopsku sliku o promatranom materijalu ili tkivu. Metoda koristi činjenicu da većina atomskih jezgri ima magnetski moment, a kad se ti magnetići stave u jako magnetsko polje, radiovalovima se mogu rezonantno pobuditi i time „dojaviti“ vanjskom svijetu što se oko njih zbiva. Svaka NMR aktivna jezgra ima svoju karakterističnu frekvenciju pa se ciljano na rezonanciju mogu pobuditi atomi točno određenog elementa.

Danas je najraširenija upotreba magnetske rezonancije u medicinskoj dijagnostici, gdje se promatra rezonancija protona (jezgri atoma vodika) kako bi se stvorila jasna slika raspodjele vode u ljudskom tijelu i karakteristika tkiva u kojem se ta voda nalazi. Osim razvoja sve preciznijih uređaja za oslikavanje koji promatraju vodu u ljudskom tijelu, razvoj dijagnostike se širi i na poboljšanje kontrastnih sredstava te na promatranje drugih jezgri kao npr. fosfora, koji može služiti kao lokalni pH-metar u nekom dijelu ljudskog tijela.

I u drugim područjima života upotrebljava se NMR. Mali prijenosni NMR uređaji upotrebljavaju se za određivanje sastava boje u freskama ili za ispitivanje homogenosti magneta u akceleratorima. NMR-u srodna metoda nuklearne kvadrupolne rezonancije (NQR) koristi se za otkrivanje eksploziva na aerodromima itd.

NMR visokog razlučivanja omogućuje precizno određivanje strukture i interakcija u kompliciranim novosintetiziranim molekulama ili biološkim makromolekulama. U takvim se NMR spektrometrima željena molekula promatra u tekućem stanju, najčešće otopljena u prikladnom otapalu. Dobiveni NMR spektar postaje „osobna iskaznica“ svakog novog spoja.

Međutim, nije uvijek moguće otopiti materijal koji želimo proučavati. U žarištu suvremenih istraživanja su uglavnom materijali u krutom stanju, bilo da se radi o staničnoj membrani, novosintetiziranom lijeku, kakvom novom supravodiču ili nanomagnetu.

Nedavno je na PMF-u Sveučilišta u Zagrebu pušten u rad širokopojasni NMR uređaj. To je prvi takav uređaj za istraživanje krutina u Hrvatskoj iako već postoji nekoliko uređaja visokog razlučivanja za ispitivanje tekućina i mnoštvo uređaja za medicinsku dijagnostiku oslikavanjem uz pomoć magnetske rezonancije.

Poznato je da se prostorna struktura proteina promijeni kad se stavi u otapalo. Ako želimo proučavati proteine stanične membrane u njihovom prirodnom okolišu, moramo ih zadržati u tom krutom stanju i za NMR istraživanja. I lijekovi se najčešće konzumiraju u krutom stanju pa ih tako treba i proučavati. Današnja farmaceutska istraživanja teže proizvodnji lijekova koji će u organizmu dospjeti na točno ciljano mjesto i tamo djelovati ljekovito ili uništiti npr. tumorno tkivo. Za transport takvih lijekova kroz organizam razvijaju se posebni gelovi čija svojstva treba temeljito proučiti. Gelovi (npr. kao želatina) su materijali na prijelazu između krutine i tekućine i moraju se istraživati širokopojasnim NMR-om. NMR istraživanja u fizici gotovo uvijek proučavaju krutine.

Širokopojasni NMR na PMF-u u Zagrebu može se upotrebljavati i kao relaksometar. Jedna od glavnih funkcija kontrastnih sredstava koja se koriste u MRI, jest njihov utjecaj na relaksacijska vremena promatranih vodika u ljudskom tijelu. Stoga je izuzetno važna primjena našeg relaksometra za određivanje učinkovitosti novih kontrastnih sredstava.

Jedna posebna porodica materijala koja se sve više primjenjuje, a nisu dovoljno istraženi, su stakla. Staklo je krutina koja nema kristalnu simetriju. Nalazimo ga posvuda, od prozorskog stakla, tvrdih bombona, do silicijskih stakala za industrijsku primjenu. Zajedničko je svim staklima da čuvaju organizaciju tekućine i onda kad su skrućena. Tako, npr., sjemenke preživljavaju temperature ispod 0ºC u stanju stakla na način da je izbjegnuta kristalizacija vode. Farmaceutska industrija proučava stakla kao način da se lijekovi ne pokvare na visokim temperaturama kakve npr. vladaju u Africi. Pretpostavlja se da je voda u svemiru u staklastom obliku što bi moglo omogućiti postojanje nekih oblika života u takvim ekstremnim uvjetima. Unatoč brojnim korisnim svojstvima i primjeni, stakla nisu dovoljno proučena i za njihovo potpuno razumijevanje treba nastaviti temeljna istraživanja. Jedan modelni sustav za proučavanje stakla je čisti etilni alkohol. Alkohol se na niskim temperaturama može skrutiti u

tri oblika: kristal, orijentirano staklo i pravo staklo. To daje neslućene mogućnosti za proučavanje sličnosti i razlika između kristala i stakla, tj. koja svojstva su uvjetovana kemijskim sastavom, a koja prostornom simetrijom.

Multiferoici su materijali koji istovremeno mogu biti magnetizirani i polarizirani. Ta je pojava vrlo rijetka i moguća je samo u posebnim vrstama kristala ili nanomaterijala. Njihovo proučavanje je važno jer bi otvorilo nove mogućnosti za računalne memorije, osjetljive senzore koji pretvaraju električni signal u magnetski i obrnuto, novu vrstu elektronike utemeljene na spinu, i sl.. NMR istraživanja takvih materijala imat će važnu ulogu u objašnjenju mikroskopskog mehanizma njihova ponašanja.

SLOBODNI RADIKALI U ISTRAŽIVANJU MASLINOVOG ULJA I CRNOG VINA

Srećko Valić

Zavod za kemiju i biokemiju, Medicinski fakultet, Sveučilište u Rijeci

Zavod za fizičku kemiju, Institut „Ruđer Bošković“, Zagreb

valics@medri.hr

Poznato je da prisutnost slobodnih radikala, atomskih ili molekulskih jedinki koje posjeduju nespareni spin elektrona, nije poželjna u ljudskom organizmu. Zbog svoje visoke reaktivnosti, slobodni radikali mogu negativno djelovati na biokemijske procese koji se zbivaju u organizmu i na taj način ozbiljno narušiti njegovo zdravlje. Stoga je sprečavanje unosa radikala i suzbijanje njihove aktivnosti nakon unosa u organizam od posebnog značaja za očuvanje čovjekovog zdravlja.

Međutim, unosom hrane u organizam, gotovo neizbježno u njega unosimo i određenu količinu slobodnih radikala. Tako na primjer uzimajući topli kruh, pečeno meso, prženu ribu ili jela s roštilja svakodnevno unosimo u naš organizam određene količine slobodnih radikala, nastalih termičkom obradom namirnica ili sadržanih u dimu (kod jela s roštilja). Uz to, pušači uvlačenjem dima kao produkta sagorijevanja duhana i papira unose u svoj organizam vrlo velike količine slobodnih radikala. Na količinu slobodnih radikala u organizmu djeluju i visokoenergijska zračenja. Prilikom svakog rendgenskog snimanja, koliko god ono kratko trajalo, izazva se naglo stvaranje vrlo velike količine slobodnih, visokoreaktivnih radikala. Kod dijagnostičkih metoda poput kompjuterske tomografije, poznate pod skraćenim nazivom CT, organizam se tijekom pretrage izlaže rendgenskom zračenju u trajanju od desetak i više minuta.

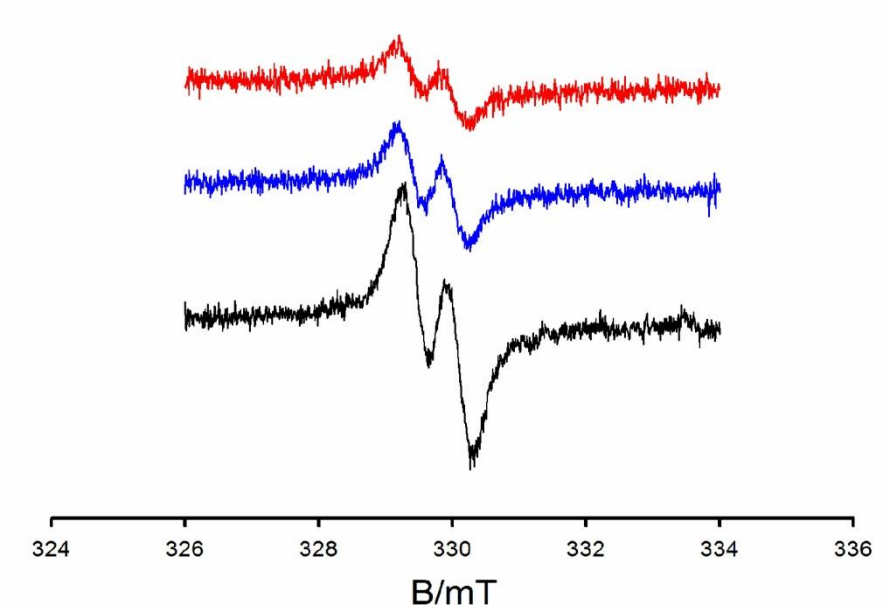
Stoga se s pravom često postavlja pitanje možemo li i ako možemo, kako možemo zaustaviti aktivnost slobodnih radikala koji se pojave u organizmu, bez obzira na njihovo porijeklo.

Poznato je da mnogi napitci, poput zelenog i nekih drugih vrsta čajeva, kave i voćnih sokova koji sadrže vitamin C djeluju preko svojih antioksidacijskih svojstava na smanjenje koncentracije radikala u ljudskom organizmu. Cilj ovog izlaganja je ukazati na antioksidacijsko

djelovanje maslinovog ulja i crnog vina. Prikazat će se kako se može mjeriti količina slobodnih radikala u otopini pomoću elektronske paramagnetske rezonancije (EPR), spektroskopske tehnike koja omogućuje detekciju nesparenih spinova elektrona. Povrh toga, mjerenjem pada intenziteta EPR signala u otopini, uz prisutnost antioksidacijskog sredstva, moguće precizno pratiti kako koncentracija radikala opada s vremenom nakon dodatka antioksidansa u otopinu radikala.

Pokazuje se da kod maslinovog ulja postoje dva tipa kinetike deaktivacije slobodnih radikala, ali njihov mehanizam na molekulskoj razini do danas nije razješnjen. Ispitivan je utjecaj dodatka soja lecitina u maslinovo uljena antioksidacijsku moć ulja i ustanovljeno je da, nasuprot nekim prijašnjim pretpostavkama, lecitin djeluje negativno, tj. smanjuje antioksidacijsku moć maslinovog ulja.

Također je proučavan utjecaj crnog vina kao antioksidanta. Antioksidacijsko djelovanje crnog vina povezuje se s prisutnošću polifenolnih komponenti u vinu koje se tijekom procesa fermentacije oslobađaju iz uglavnom kožice gožđanih bobica. Pokazalo se da je EPR spektroskopija izuzetno osjetljiva na promjene koncentracije slobodnih radikala u otopini, slika 1, i da se kao takva može koristiti za precizno diferenciranje različitih crnih vina prema njihovoj antioksidacijskoj moći.



Slika 1. EPR spektri galvinoksil radikala u etanolu snimljeni 3 minute nakon dodatka određene količine crnog vina (odozgo prema dolje): merlot Veneto, merlot Laguna i vranac-merlot.

Primjene lasera i plazme u industriji

Slobodan Milošević

Institut za fiziku, Bijenička c. 46, 10000, Zagreb

slobodan@ifs.hr

Pedeset godina razvoja lasera iznjedrilo je izuzetne izvore koherentnog svjetla s vrlo posebnim svojstvima. Taj tehnološki napredak doveo nas je do shvaćanja kako fotoni kao svjetlosni kvanti, u rubnim tehnologijama današnjice, igraju ulogu kao što su to igrali elektroni u dvadesetom stoljeću. S tim u vezi međudjelovanje svjetlosti i materije nalazi se na prvoj fronti zanimanja znanosti i tehnologije 21. stoljeća s izravnim utjecajem na industriju. Razmatrajući tehnološku primjenu laserskog svjetla, koja je izuzetno široka, možemo se poslužiti intenzitetom svjetlosti kao parametrom. Kod vrlo malih intenziteta, gdje je međudjelovanje s materijom zanemarivo govorimo o primjeni lasera u spektroskopske ili mikroskopijske svrhe. Kako intenzitet raste, uslijed absorpcije fotona materija se može modificirati u nove stabilne forme. Nakon određenog intenziteta, ovisno o materijalu, lasersko svjetlo može dovesti do isparavanja i stvaranja plazme. Takva plazma omogućuje rast ultratankih filmova i nanostruktura. Plazma također zrači svjetlo te na taj način dobijamo nove izvore svjetlosti duboko u UV ili u području X-zraka.

U izlaganju će biti će prikazano nekoliko primjera primjene nanosekundnih pulsnih lasera u obradi materijala, naparavanju tankih filmova i proizvodnji nanočestica. Poseban osvrt bit će na metodu LIBS, laserski inducirane „breakdown“ spektroskopije koja se primjenjuje za dijagnostiku na daljinu elementarnog sastava krutina, tekućina i plinova npr. u farmaceutskoj industriji, metalurgiji, forenzici, mineralogiji itd. Bit će prikazan trenutni potencijal laserskih uređaja na Institutu za fiziku u Zagrebu koji se koriste u bazičnim i primjenjenim istraživanjima, te planovi razvoja koji uključuju lasere sa ultrakratkim pulsevima i velikim intenzitetima.

Razvoj akceleratorskih metoda i moguće primjene u gospodarstvu

Milko Jakšić, Ivančica Bogdanović Radović, Stjepko Fazinić

Laboratorij za interakcije ionskih snopova, Zavod za eksperimentalnu fiziku, Institut Ruđer Bošković, Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb

Već iz činjenice da je od približno 15000 postojećih akceleratora na svijetu samo njih 10% smješteno u istraživačkim institutima i sveučilištima, a čak 40% u industriji (ostatak se koristi u zdravstvu), možemo zaključiti da se i akceleratori konstruirani primarno za znanstvena istraživanja mogu primjenjivati i za razne primjene od interesa za gospodarstvo. Institut Ruđer Bošković je između ostalog i tradicionalni regionalni akceleratorski centar, te je danas na njemu u upotrebi 5 akceleratora.

Što se tiče dva elektrostatska akceleratora iona (1.0 i 6.0 MV tandemi) u Zavodu za eksperimentalnu fiziku, oni se već čitav niz godina upotrebljavaju i za primjene, a najviše za analize materijala. Pri tom je zbog svoje velike osjetljivosti PIXE (Particle Induced X-ray Spectroscopy) spektroskopija glavna akceleratorska analitička metoda koja se koristi za određivanje vrlo niskih koncentracija elemenata, često i u mikroskopski malenim kao i unikatnim uzorcima. Metode kao RBS (Rutherford Backscattering Spectrometry) i ERDA (Elastic Recoil Detection Analysis) služe za analizu dubinskih profila koncentracija elemenata u nanometarskim slojeva materijala (npr. tanki filmovi), a posebno specifične su metode analize vodika. Primjene ovih analitičkih metoda obuhvaćaju analize homogenosti materijala, identifikaciju nečistoća u proizvodnim procesima, određivanje stehiometrije sintetiziranih materijala i slično.

U novije vrijeme sve je veći broj primjena ionske implantacije odnosno ozračivanja materijala sa ciljem modifikacije njegovih svojstava. Također se ispituje i otpornost materijala na zračenje. Eksperimentalni rad na kompleksnim uređajima koji čine akceleratorski sustav pogodan je okoliš i za edukativne aktivnosti, kao i za razvoj novih metodologija koje se, iako razvijene za znanstvena istraživanja (npr. udaljena kontrola instrumenata, te digitalizacija signala i sakupljanje podataka), mogu koristiti i za kontrolu procesa u industriji.