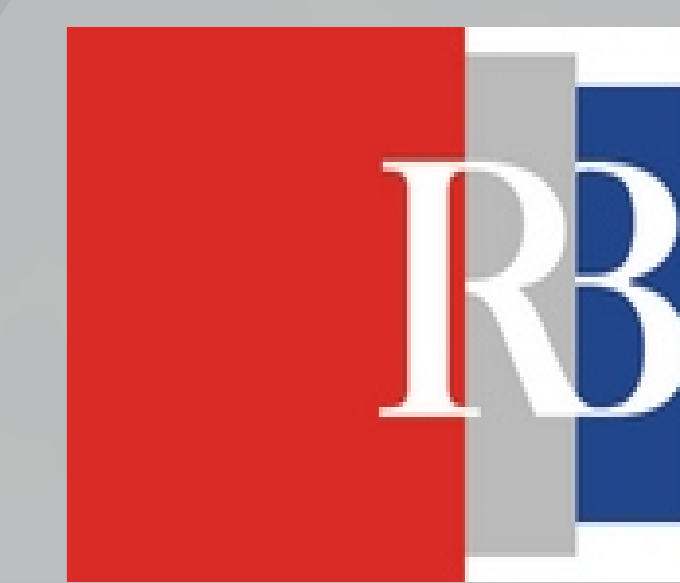


TREBAJU LI SE POLIMERI BOJATI ZRAČENJA?!

I. Zamboni¹, T. Jurkin²



NANOZNANOST

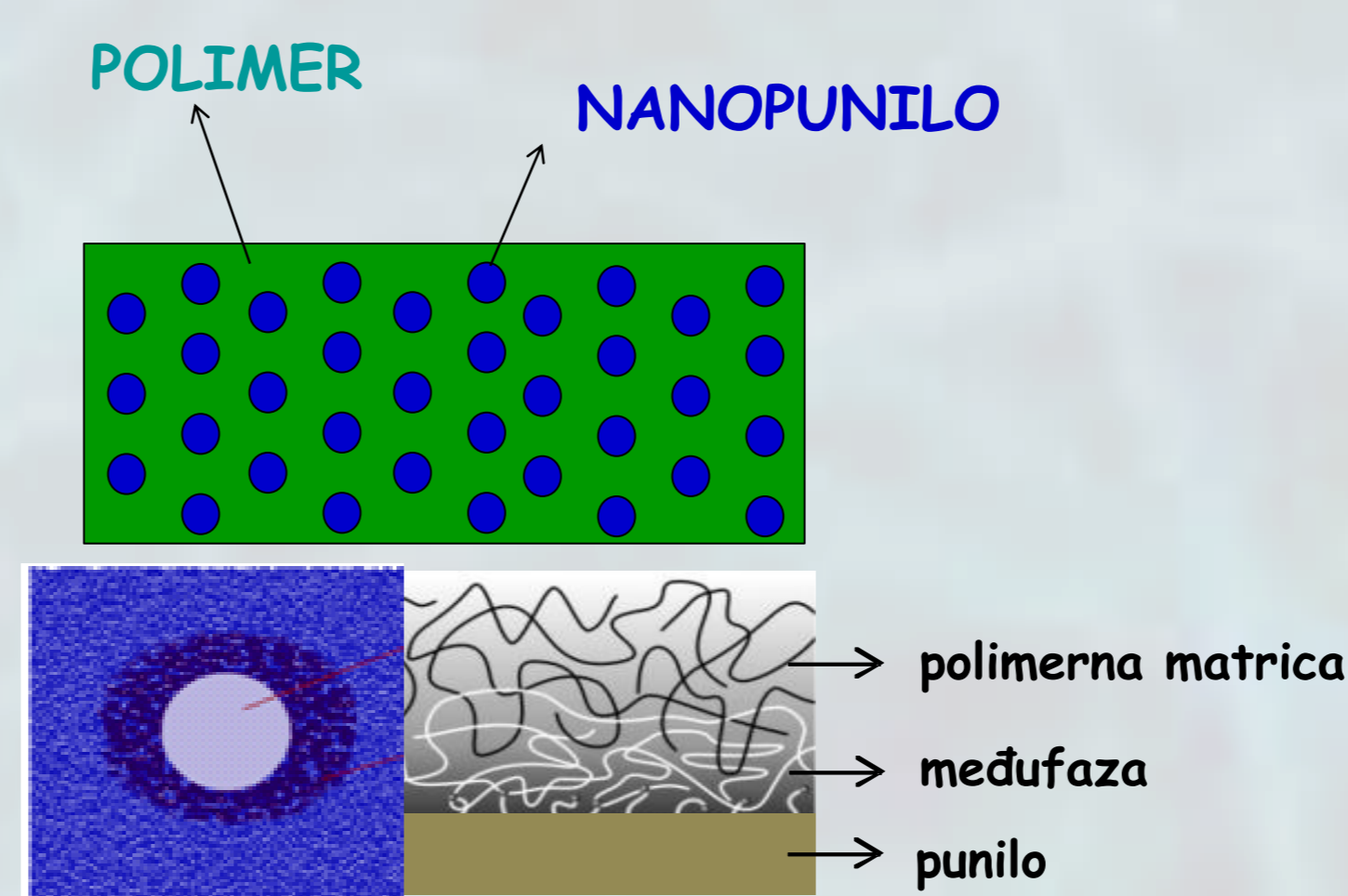
¹ Zavod za eksperimentalnu fiziku, Laboratorij za interakcije ionskih snopova
² Zavod za kemiju materijala, Laboratorij za radijacijsku kemiju i dozimetriju

UVOD

Otkriće da su svojstva tvari na nanometarskim razinama bitno drugačija od njenih makroskopskih svojstava omogućilo je nove primjene u različitim područjima tehnologije. Dodatkom nanočestica (barem jedne dimenzije manje od 100 nm) u polimernu matricu dobivaju se novi materijali - *polimerni nanokompoziti*. Oni posjeduju optimalnu kombinaciju svojstava pojedinih komponenata, uz pojavu potpuno novih osobitosti koje ne posjeduju čiste komponente niti klasični mikrokompoziti. Zbog vrlo velike specifične površine nanopunila, raste i površina međufaze, koja je ključno mjesto uspostavljanja interakcija između polimera i punila te je odgovorna za fizička i mehanička svojstva kompozita.

Priprava i modifikacija polimera i polimernih materijala ionizirajućim zračenjem ima mnoge prednosti u odnosu na konvencionalne postupke. Polimeri su zbog svoje vrlo velike molekulske mase izuzetno radijacijski osjetljivi te ozračivanjem dolazi do bitnih kemijskih promjena, čime se može utjecati na promjenu fizičkih i mehaničkih svojstva polimernih nanokompozita.

POLIMERNI NANOKOMPOZITI



POLIMERI + IONIZIRAJUĆE ZRAČENJE

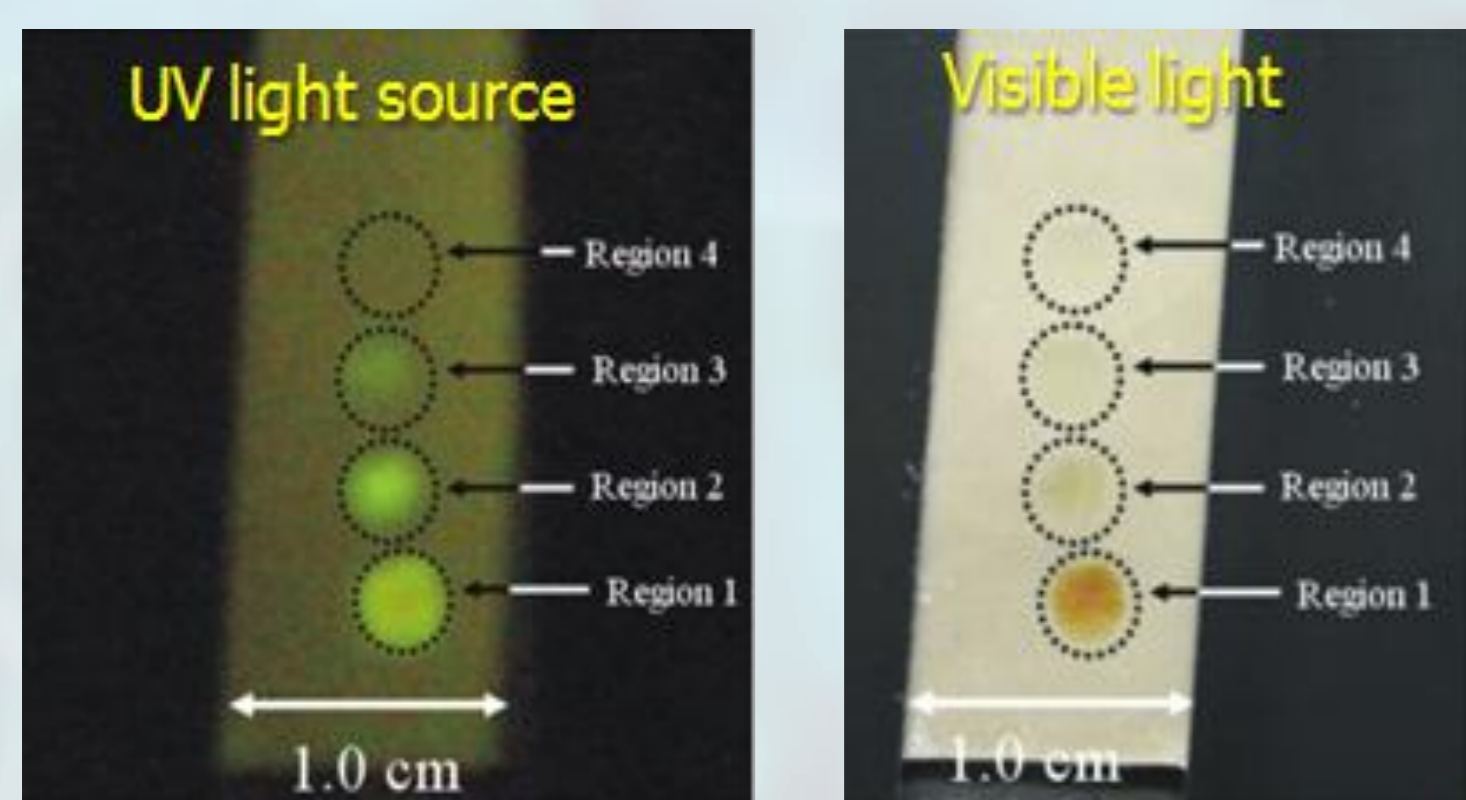
- pucanje veza
- stvaranje nezasićenja
- stvaranje plinovitih produkata
- oksidacija
- grananje, cijepljenje
- degradacija
- umrežavanje

MODIFIKACIJA PROTONIMA

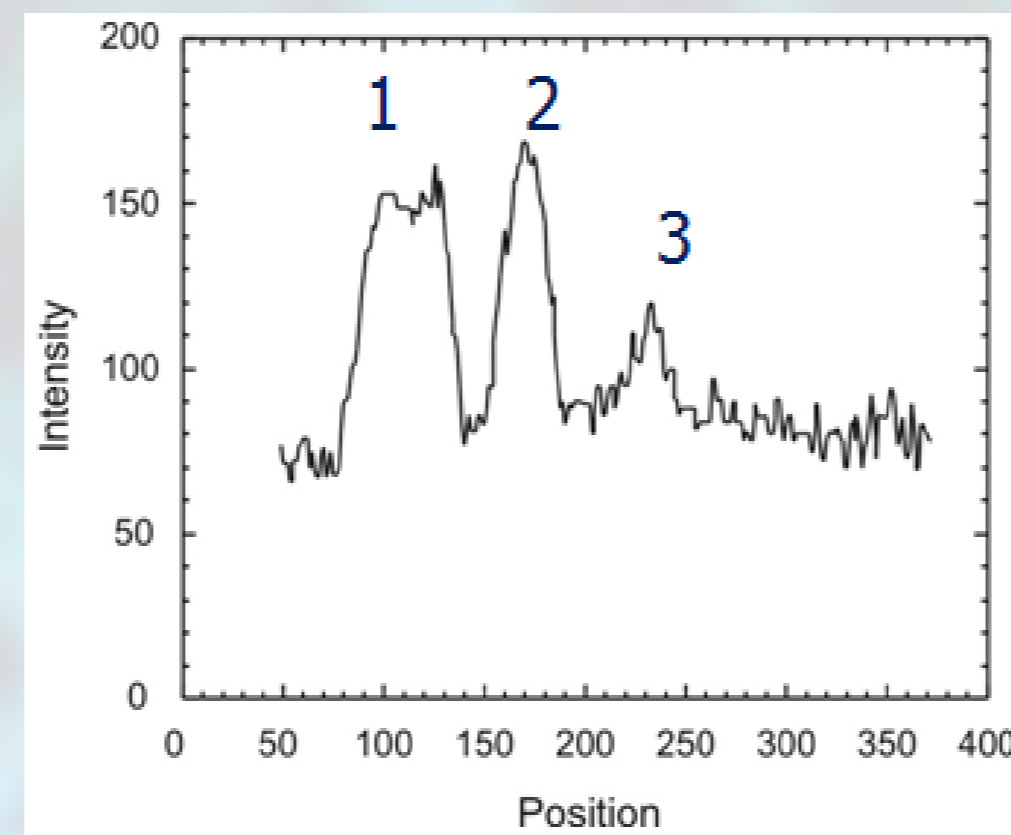


1 MV HVE Tandemron

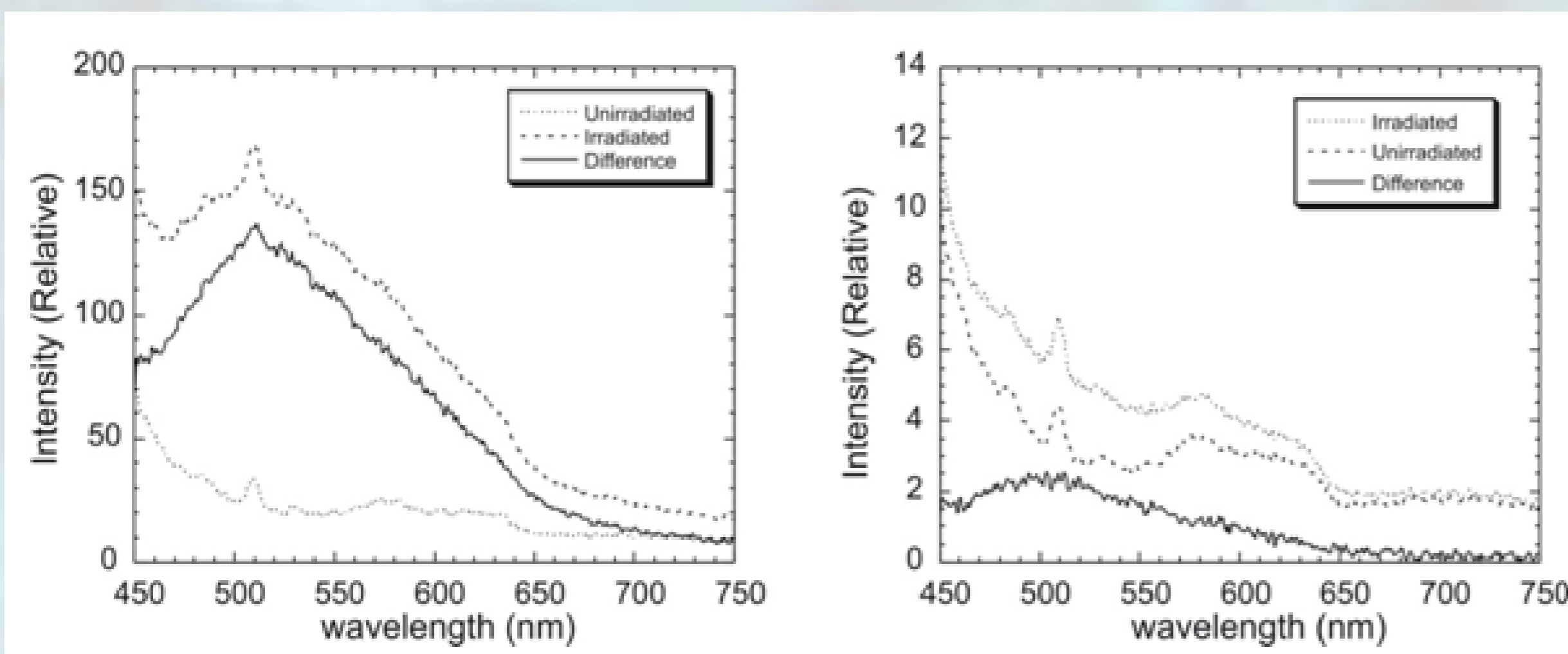
- nanodijamanti (ND) pokazuju intrinzičnu fotoluminescenciju (PL) koja potječe od strukturnih defekata i nečistoća
- PL je moguće dodatno pojačati formiranjem dušikovih vakancija (N-V centri) uslijed ozračavanja protonskim snopom
- karakterizacija optičkih svojstava detonacijskih nanodijamanata (4 nm) ugrađenih u polimersku matricu polidimetilsiloksana (PDMS)



jako povećanje fotoluminescencije PDMS-ND kompozita uslijed ozračavanja



- PL raste s povećanjem doza zračenja (10^{13} - 10^{15} protona/cm) i brzinom doze
- nakon ozračavanja čisti PDMS polimer pokazuje izraženu plavu PL, dok PDMS-ND kompozit pokazuje plavu, zelenu i crvenu PL većeg intenziteta



V. Borjanović et al., Nanotechnology 19 (2008) 1

V. Borjanović et al., J. Vac. Sci. Technol. B 27 (2009) 6

emisijski intenzitet za neozračene PDMS-ND kompozite je 7 puta jači od onog za čisti PDMS

intenzitet zelene PL emisije za ozračene PDMS-ND kompozite je skoro 25 puta jači od onog za čisti PDMS

- PL kompozita je mnogo jača i stabilnija od one čistog PDMS-a ili nanodijamantnog praha
- opažena emisija prvenstveno dolazi od ozračavanja nanodijamanata i mogućih strukturnih promjena na PDMS-ND granici, a ne promjena u PDMS matrici
- Raman i FTIR spektroskopija pokazuju smanjenje intenziteta svih vibracijskih vrpca uslijed ozračavanja -> strukturna degradacija PDMS-DND kompozita se događa pri redu veličine većoj dozi zračenja nego kod čistog PDMS-a

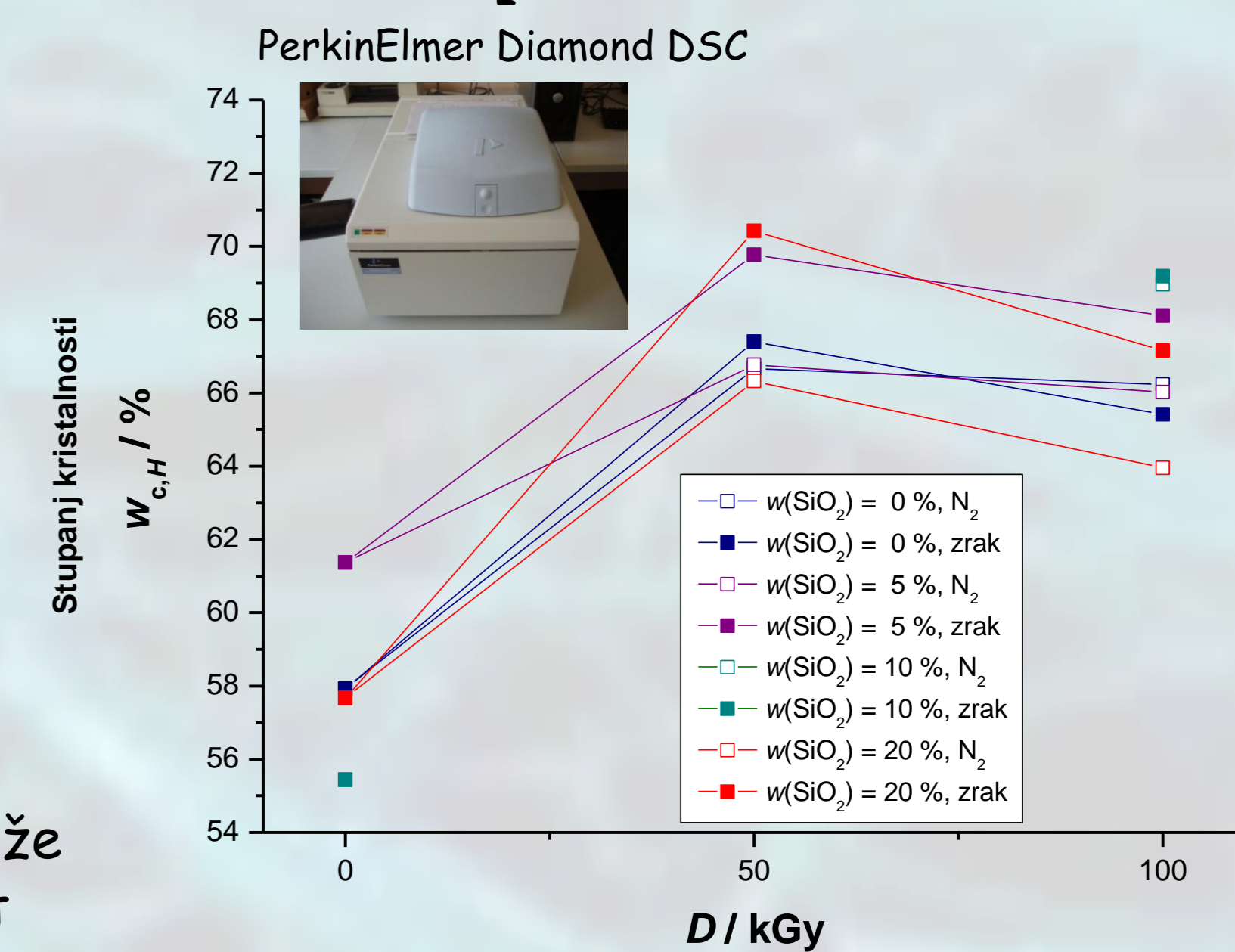
MODIFIKACIJA γ -ZRAKAMA



Panoramski izvor ⁶⁰Co 1,25 MeV

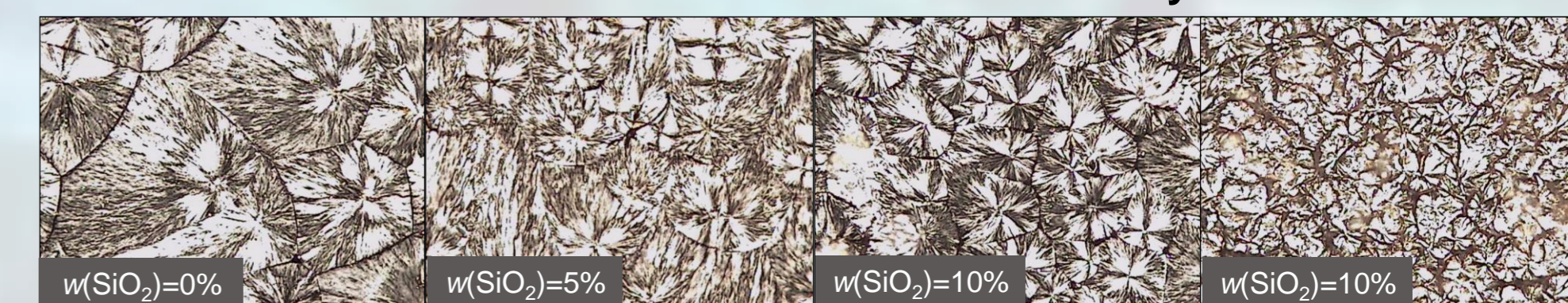
- poli(etilen-oksid) - djelomično kristalni polimer široke primjene (biomedicina, elektroliti)

1. OZRAČIVANJE NANOKOMPOZITNIH FILMOVA PEO/SiO₂



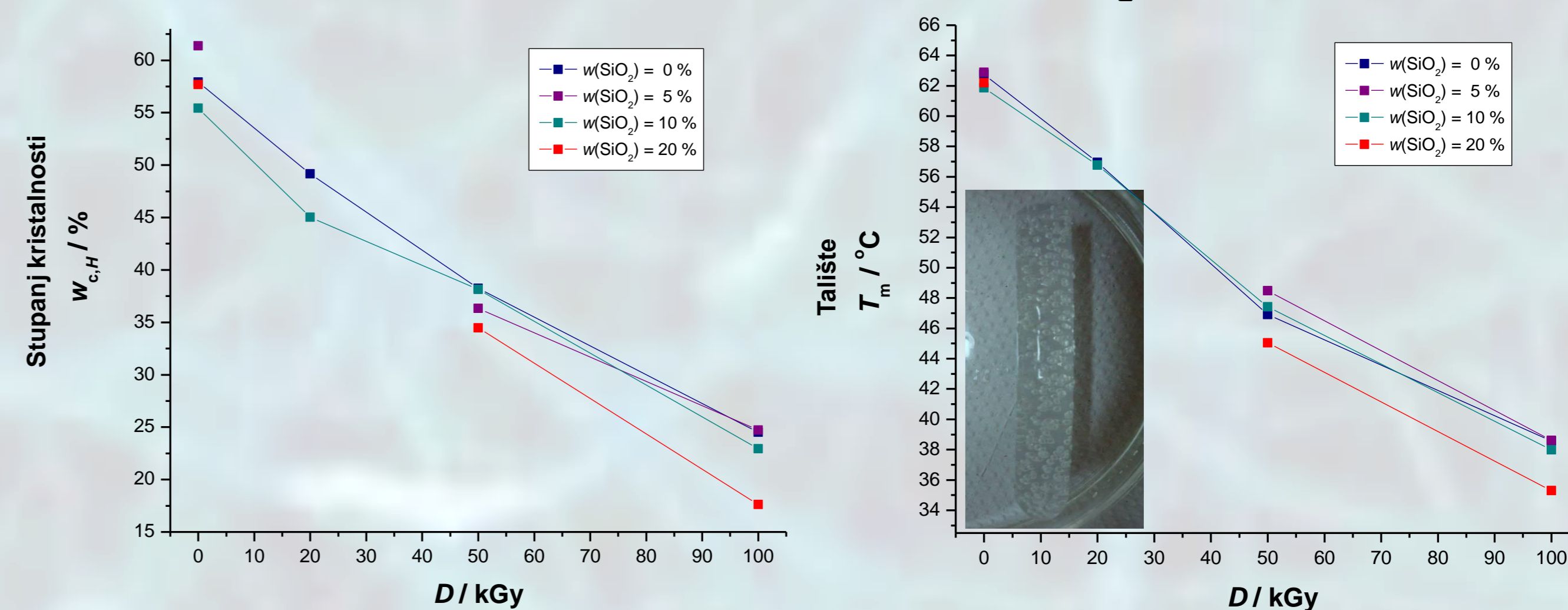
- nanosilika - često punilo u nanokompozitima i elektrolitima, može povećati amorfnost i time vodljivost

nukleirajući efekt SiO₂ u neozračenim filmovima



- ozračivanjem filmova PEO/SiO₂, osobito u pristutstvu kisika, prevladava degradacija i kompenzira se nukleirajući efekt punila -> porast kristalnosti pri nižim dozama i pogoršanje mehaničkih svojstava na višim

2. OZRAČIVANJE VODENIH OTOPINA PEO i SiO₂



- γ -ozračivanje vodenih otopina PEO i SiO₂ je selektivnije i efikasnije od ozračivanja čvrstog nanokompozitnog filma
- dominira umrežavanje te nastaje nanokompozitni gel PEO/SiO₂ koji se tali na nižoj temperaturi, amorfniiji je i mehanički čvršći
- mogući sinergistički efekt zračenja i nanopunila

ZAKLJUČAK

- kontrolom vrsta zračenja (čestično, elektromagnetsko) i uvjeta ozračivanja (doza, brzina doze, atmosfera) dobro se kontroliraju degradacija i umrežavanje polimera te djelomično utječe na promjenu svojstava nanopunila -> promjena fizičkih i mehaničkih svojstava polimernih nanokompozita
- ozračivanjem protonima nanodijamantnih kompozita pojačava se njihova fotoluminescencija -> primjena u dozimetriji, gdje bi se doza zračenja mogla jednostavno odrediti pomoću boje i intenziteta luminescencije
- PDMS-ND nanokompoziti imaju veću termalna stabilnost i otpornost na zračenje -> potencijalna upotreba u uvjetima povećanog zračenja (svemirski brodovi, nuklearne elektrane, sterilizacijski uređaji i ubrzivači visokoenergijskih čestica)
- optimalni uvjeti za pripremu nanokompozita PEO/SiO₂ manjeg stupnja kristalnosti i nižih temperatura faznih prijelaza uz očuvanje dobrih mehaničkih svojstava postižu se ozračivanjem vodenih otopina PEO i SiO₂ u inertoj atmosferi -> posljedično očekivana veća vodljivost takvih nanokompozitnih gelova otvara im mogućnost primjene i u polimernim elektrolitima