

Izvješće o realizaciji programa popularizacije znanosti

FIZIKA NA DAR

Naziv programa: FIZIKA NA DAR

Mjesto održavanja: Zagreb i drugi gradovi

Vrijeme održavanja: 4.06.2013 – 31.12.2013.

Iznos novčane potpore: 20.380,00 kn

Sažetak programa

Institut za fiziku ima dugu tradiciju u različitim aspektima popularizacije fizike koji su uključivali učenike i nastavnike osnovnih i srednjih škola, studente ali i građanstvo. Prije desetak godina Institut je prvi krenuo organiziranjem dana Otvorenih vrata, manifestacije koja je kroz različite aktivnosti u jednom danu privlačila više od tisuću posjetitelja iz cijele Hrvatske. Kroz različite projekte (kao što je e-škola FIZIKA) strukovnih udruga znanstvenici Instituta su aktivno promovirali fiziku i znanost općenito. Organizirane ili samoinicijativne posjete znanstvenika školama s prigodnim predavanjima su duga tradicija Instituta za fiziku.

FIZIKA NA DAR je sveobuhvatni program Instituta za fiziku s ciljem popularizacije fizike, prije svega među mladima, aktivne potpore cjeloživotnom stručnom usavršavanju nastavnika, specijaliziranih programa za učenike napose one motivirane i nadarene te konačno specijalnih programa proizvodnje obrazovnih sadržaja koji na specifični način povezuju znanost i obrazovanje. Ovaj program se u različitim intenzitetima i različitim vremenskim okvirima već odvija na Institutu za fiziku a sastoji se od pet potprograma.

1. Fizičar u gostima (predavanja i radionice za učenike)

Učenici u manjim sredinama u kojima nema znanstvenih ustanova i fakulteta su u neravноправном položaju u odnosu na učenike iz većih gradovima u kojima učenici imaju priliku susretati se ili čak surađivati s takvim institucijama. Također, njihovi nastavnici daleko od sveučilišnih centara nemaju podršku kao nastavnici u većim sredinama. Ovaj potprogram omogućava znanstvenicima Instituta za fiziku da u osnovnim i srednjim školama organiziraju predavanja, radionice i prezentacije. Ove godine organizirali smo sljedeće radionice i predavanja:

Dr.sc. Ivica Aviani: "Nevjerojatna voda", predavanje s pokusima, Kistanje, 8. lipnja 2013.

U subotu, 08. lipnja 2013. u mjestu Kistanje u zaleđu Šibenika po sedmi put je održan znanstveno popularizacijski događaj *Fešta o' fizike* s temom *Fizika vode i zraka*. Na tom događaju već tradicionalno gostuje dr. sc. *Ivica Aviani*. Ove godine održao je predavanje naslova *Nevjerojatna voda*. U predavanju je govorio o čudesnim fizičkim svojstvima vode gledano s različitih aspekata. Na predavanju uz demonstracijske pokuse sudjelovaolo je stotinjak djece osnovne škole i veći broj zainteresiranih građana lokalne sredine.



Slika 1. Učenici oduševljeno promatraju pokuse i sudjeluju u programu Fešte o' fizike

Dr.sc. Đuro Drobac: " AC susceptometar", predavanje, Mali Lošinj, 18. lipnja 2013.

Predavanje je održano u sklopu 28. Ljetne škole mlađih fizičara koju organizira Hrvatsko fizikalno društvo za pedesetak najuspješnije učenike srednjih škola u natjecanjima u znanju iz fizike u 2013. godini. U predavanju je prikazan razvoj uređaja za mjerjenje ac susceptibilnosti od osnovne ideje do komercijalnog proizvoda. Dane su osnovne karakteristike ac susceptibilnosti kao fizikalne veličine i eksperimentalne tehnike te moguće varijante izvedbe uređaja za njeno mjerjenje. Kroz pregled znanstvenih problema i istraživanja na IF-u (amorfni feromagneti, supravodiči, ferofluidi) ilustriran je razvoj i mogućnosti uređaja. Prikazan je i razvoj programske podrške te komercijalizacija uređaja. Na kraju su kratko izložena moguća unapređenja i daljnji razvoj mjerne metode.



Slika 2. Plakat 28. ljetne škole mlađih fizičara s popisom sudionika I programom.

Dr.sc. Zlatko Kregar: "Vakuum oko nas", radionica i predavanje, Višnjan , 15. srpnja 2013.

Vakuumska radionica "Vakkum oko nas" (u suorganizaciji Hrvatskog vakuumskog društva i Instituta za fiziku) održana je u Višnjalu polaznicima *Znanstvenog kampa mladih*. Početno predavanje i radionicu sa pet vakuumskih vježbi održao je dr.sc. Zlatko Kregar. Vježbe su uključivale: zvuk u vakuumu, vjetar u vakuumu, voda u vakuumu, vaganje zraka, te balon i kikiriki u vakuumu. Učenici uzrasta od 5. i 6. razreda osnovnih škola izvanredno su prihvatile radionicu i postavljali su interesantna pitanja. U radionici je sudjelovalo dvadesetak djece iz svih krajeva Hrvatske. Vakuumska radionica izvedena je pomoću *Demonstracijskog vakuumskog kompleta* koji se na Institutu za fiziku razvija u sklopu projekta Fizika na dar pod vodstvom dr.sc. Slobodana Miloševića i u suradnji te materijalnoj pomoći Hrvatskog vakuumskog društva i Instituta za fiziku.



**Slika 3. Učenici pomoću ručne vakuum sisaljke vakumiraju posudu u kojoj se nalazi balon.
Tijekom vakumiranja obujam balona u posudi raste, bez da se u balon dodaje zrak.**

2. Fizika u nastavi (predavanja i radionice za nastavnike)

Najefikasniji načina prenošenja novih znanstvenih informacija cijelokupnoj populaciji učenika je putem stručnog usavršavanja njihovih predmetnih nastavnika. Institut za fiziku kontinuirano osmišljava nove obrazovne sadržaje te organizira ciljane radionice i predavanja za nastavnike fizike koji uz potporu naših znanstvenika ovladavaju novim, modernim sadržajima. U aktivnost je uključena Agencija za odgoj i obrazovanje s kojom Institut za fiziku ima potpisani Sporazum o suradnji te provodi aktivnost stručnog usavršavanja nastavnika već duži niz godina. U vrijeme trajanja programa organizirano je **osam radionica s uvodnim predavanjima**.

U okviru Županijskog stručnog vijeća nastavnika fizike koje organizira Agencija za odgoj i obrazovanje 29.8.2013. i 30.8.2013. održane su svakoga dana po dvije radionice "**Vakuum oko nas**" i dvije radionice "**Magnetizam**" u osnovnoj školi A.G. Matoš u Zagrebu za učitelje fizike Grada Zagreba, Zagrebačke županije i prstena. Paralelno su se odvijale obje radionice u kojima je sudjelovalo u dva dana ukupno oko 150 nastavnika fizike te je svaka radionica ponovljena četiri puta. Radionice su se sastojale od desetak pokusa koje su učitelji izvodili samostalno uz upute i konzultacije.

Radionica "**Vakuum oko nas**" je aktivnost Hrvatskog vakuumskog društva u suradnji s Institutom za fiziku, te se realizira u sklopu projekta **FIZIKA NA DAR** i aktivnosti **Fizika u nastavi**, podržanog sredstvima MZOS-a i Hrvatskog vakuumskog društva. Radionicu su vodili dr.sc. Zlatko Kregar, dr.sc. Marijan Bišćan i Berti Erjavec, dipl.ing.



Slika 4. Radionica "Vakuum oko nas" održana je ukupno četiri puta i u njoj je sudjelovalo oko 150 nastavnika fizike.

Radionica "Magnetizam" je utemeljena na pokusima iz priručnika "Čudesni svijet magneta", a pribor je dio **Demonstracijskog kompletta za magnetizam**. Radionica je realizirana u sklopu projekta **FIZIKA NA DAR** i aktivnosti **Fizika u školi**. Radionicu je vodio dr.sc. Ivica Aviani.



Slika 5. Radionica "Magnetizam" održana je ukupno četiri puta i u njoj je sudjelovalo oko 150 nastavnika fizike.

3. Zvijezda je rođena (rad s motiviranim i darovitim učenicima)

Rad s motiviranim i darovitim učenicima započet je 2011. godine u suradnji s XV. gimnazijom, a uz nju radu se pridružila i I. gimnazija u Zagrebu. Znanstvenici Instituta za fiziku osmislili su znanstvene aktivnosti namijenjene darovitim i motiviranim učenicima.

Digitalna holografija (voditelji dr.sc. Nazif Demoli, Bernarda Mlinarić, prof.)

Učenici : Kristijan Markač, Marcijan Mlinarić, Iva Dominović , Toma Budanko i Čekada Martin

U okviru ovog programa učenike se upoznalo s pojmovima kao što su: svjetlost, svjetlosni val, svojstva svjetlosti, amplituda vala, faza vala, bijela svjetlost i koherentna svjetlost. Slijedila je demonstracija nekoliko pokusa (disperzija bijele svjetlosti na optičkoj prizmi, interferencija i difrakcija svjetlosti koja dolazi iz lasera). Zatim je objašnjen mehanizam odgovoran da uopće vidimo predmete na fotografiji (kontrast) i te zbog čega predmete vidimo plošno (izostanak fazne informacije). Slijedilo je upoznavanje s pojmom vizualne informacije i pojašnjenje mehanizma viđenja (od rasvjete predmeta, preslikavanja očnom lećom na mrežnicu, sastava mrežnice, neurona i slijepe mrlje do vizualnog korteksa u mozgu). Zatim je objašnjeno kako funkcioniра stereoskopski vid, te u čemu je razlika između stereoskopije i holografije.

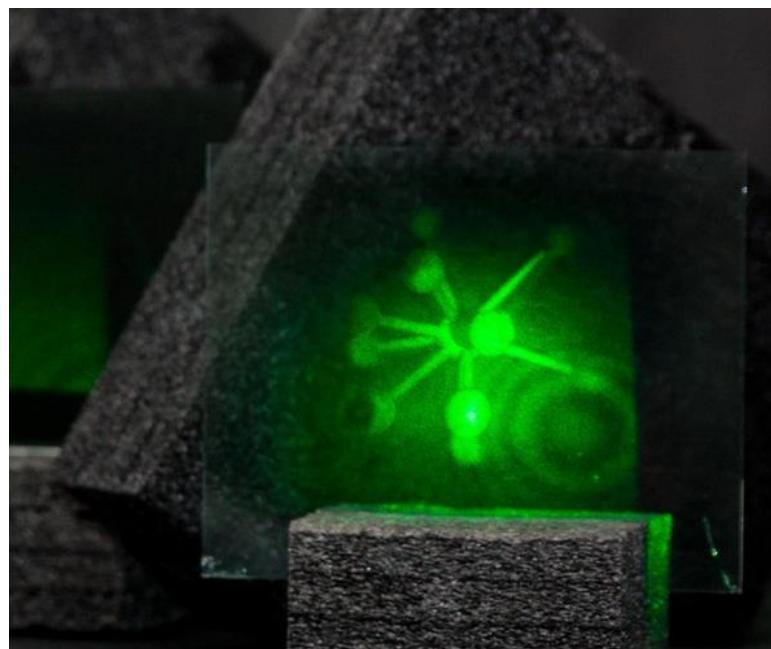
U okviru programa učenici su se upoznali s razvojem holografije od klasične (snimanje holograma na foto-materijal, manjkavosti postava D. Gabora) pa do digitalne holografije (upotreba suvremenih uređaja kao što su CCD kamera i paneli s tekućim kristalima). Analizirane su prednosti i nedostaci klasične i digitalne holografije.

Rad u laboratorijskim uvjetima

Učenici su radili u laboratorijskim uvjetima za izradu holograma: zamračena prostorija, masivan stol, izvor koherentne svjetlosti (laser), djelitelj snopa, optički i mehanički elementi na stolu (leće, zrcala, nosači i sl.).

U okviru posebnog dijela programa učenici će sami izradili vlastiti hologram te su izabrali motiv za snimanje holograma. Razumijevanje problematike ovdje dolazi do punog izražaja, jer izabrani motiv treba biti takav da jasno istakne trodimenzionalnost holografskog zapisa. Ukoliko postoji interes za izradu klasičnog holograma, treba još dodatnih elemente: prekidač snopa, nosač foto-ploče, kutija s foto-pločama (specijalne holografske). Učenici su se upoznali s postupkom obrade foto-ploča (tamna komora, kemikalije i posude za obradu foto-ploča). Također, učenici će izrađivali digitalne holograme, te umjesto foto-ploče koristili CCD kameru spojenu na računalo. Biti će snimljeno titranje slušalica različitih kvaliteta, te će se istražiti rezonantne frekvencije i opisati dobivene modove (raspored i amplituda maksimuma).

Aktivnost se nastavlja tijekom 2014. godine, do kraja tekuće školske godine.



Slika 6. Hologram koji su izradili učenici XV. Gimnazije u Zagrebu u laboratoriju Institut za fiziku.

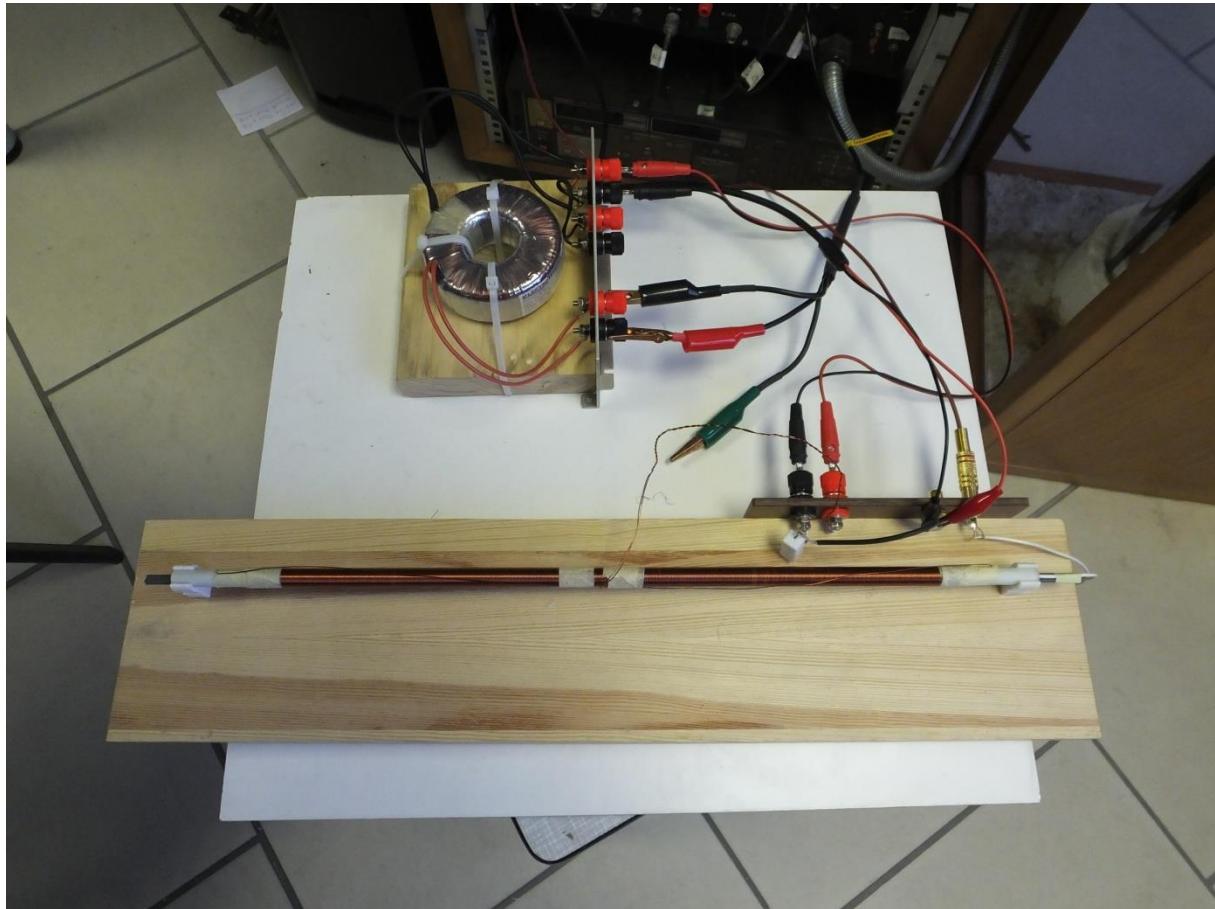
Magnetska svojstva tvari (voditelji: dr.sc. Željko Marohnić, Bernarda Mlinarić, prof.)

Učenici: Ivan Petranović, Matej Ferenčević, Antonio Stanešić i Stjepan Petruša.

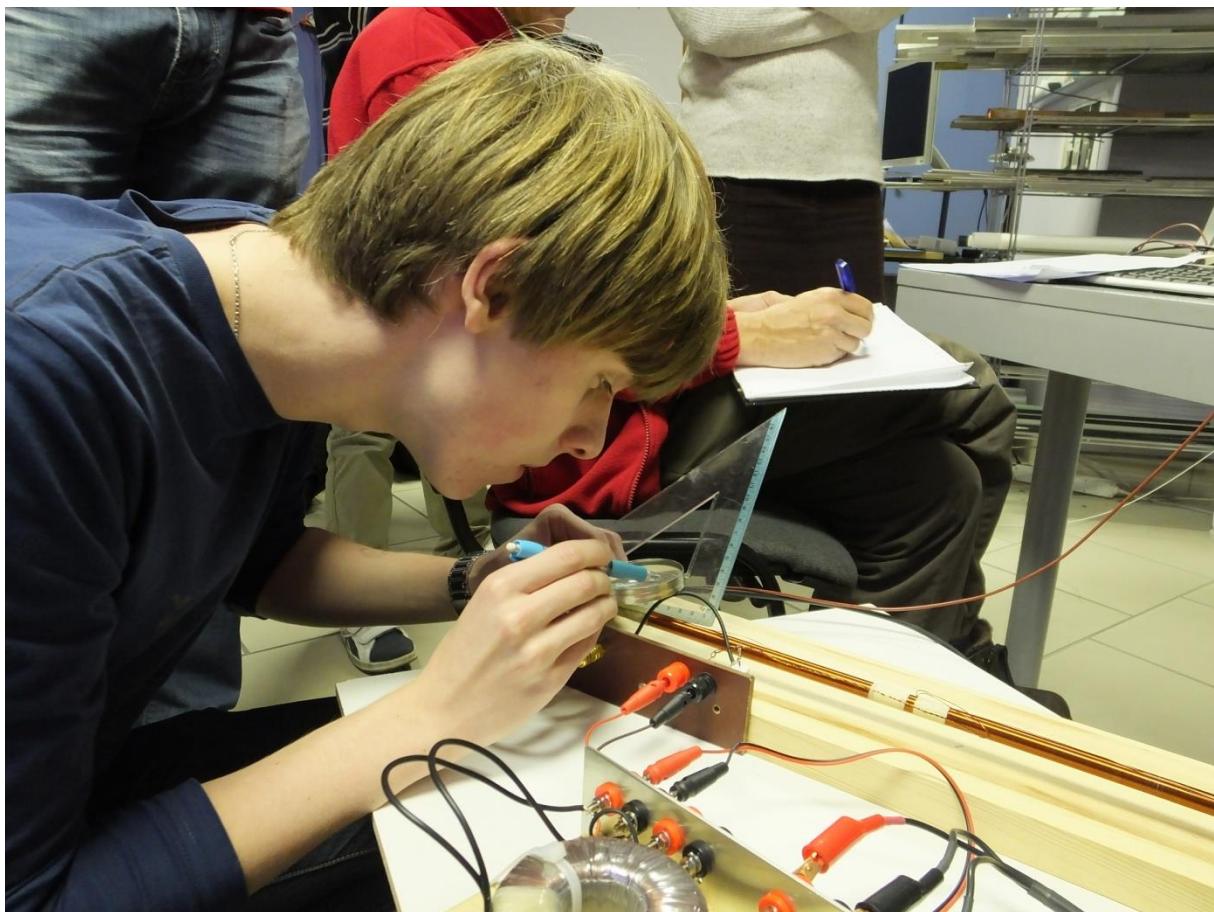
Magnetska svojstva tvari vrlo su važno područje fizike koje je slabo zastupljeno u kurikulumu fizike. Stoga je bilo potrebno nadopuniti nedovoljno školsko znanje učenika u tom području, te su s tim ciljem dr.sc. Đuro Drobac i dr.sc. Željko Marohnić održali nekoliko predavanja. Također, učenicima je dodijeljena i dodatna literatura iz tog područja. Uz savjetovanje znanstvenika, učenici su predložili konstrukciju uređaja pomoću kojeg će mjeriti magnetska svojstva različitih tvari.

Nabavkom odgovarajuće opreme i materijala, vlastitim radom uspjeli su složiti mjerni uređaj. Uređaj koji su konstruirali radi na principu elektromagnetske indukcije i mjeri magnetsku susceptibilnost tvari. Uređaj su testirali i usporedili s modernim profesionalnim uređajima kojim raspolaze laboratorij. U dalnjem radu namjeravaju se istražiti različiti materijali i njihova magnetska svojstva, te ovisnost magnetskih svojstava o različitim fizičkim parametrima.

Aktivnost se nastavlja tijekom 2014. godine, do kraja tekuće školske godine.



Slika 7. Uređaj koji pomoću elektromagnetske indukcije mjeri susceptibilnost uzorka.



Slika 8. Učenici tijekom rada na izradi i baždarenju uređaja za mjerjenje magnetskih svojstava tvari.

Nanokarakterizacija grafena (voditelji: dr.sc. Marko Kralj, dr.sc Ognjen Milat, Ines Dukić, prof.)

Učenici: Arijeta Bafti, Juraj Broz, Davor Dubček, Jasna Janković, Carla Ključarić, Krešimir Vukić

U ovoj edukacijsko-projektnoj aktivnosti, učenici su se upoznali s grafenom, danas vjerojatno najperspektivnijim materijalom kojim se bave fizika, kemijska, pa i biologija. Osim sa samim materijalom, učenici su se upoznali s mikroskopskim metodama pomoću kojih je moguće odrediti karakteristike tog materijala na nano-skali. Tu se poglavito ističu metode pretražnih mikroskopija (pretražne tunelirajuće mikroskopije – STM, te pretražne mikroskopije atomske sila – AFM), te transmisijske elektronske mikroskopije (TEM).

Grafen je istinski dvodimenzionalni materijalu sačinjen od samo jednog atomskog sloja grafita, koji zbog svojih mehaničkih svojstava i egzotičnih svojstava vođenja elektrona obećava raznolike moguće primjene u područjima od elektronike do medicine. Iz istog razloga, grafen je i tema mnogih fundamentalnih istraživanja, koja su dovela do nedavne Nobelove nagrade za fiziku 2010. godine, što je još više potaknulo istraživače da se bave tim materijalom.

Mogućnost relativno jednostavnog koncipiranja ovakvog projekta za darovite učenike moguće je uz dva ostvarena preduvjeta. Prvenstveno, metoda dobivanja grafena relativno je „jeftina“. Riječ je sintezi grafena na metalnim folijama bakra pri povišenoj temperaturi u kontroliranoj atmosferi obogaćenom ugljikovodicima kao izvorom ugljika za formaciju grafena na površini. Takav grafen moguće je odvojiti

od folije na kojoj je sintetiziran, te ga je moguće dalnjom manipulacijom prenijeti na bilo koju drugu podlogu, ovisno o metodi za karakterizaciju koju želimo primijeniti. Drugi preuvjet je da su gore navedene metode za nano-karakterizaciju raspoložive na Institutu, a znanstvenici uključeni u projekt imaju i fundamentalnog interesa za taj materijal.



Slika 9. Optička mikroskopija uzorka grafena.

Fizika polimera (voditelji: Danijel Grgićin, Ines Dukić, prof., Tea Prohaska, prof.)

Učenici: Andrea Bošković, Josipa Županić, Mirna Tadić, Matija Ricov, Barbara Rubinić

Projekt se ostvaruju u suradnji s I. gimnazijom u Zagrebu i XV. gimnazijom u Zagrebu.

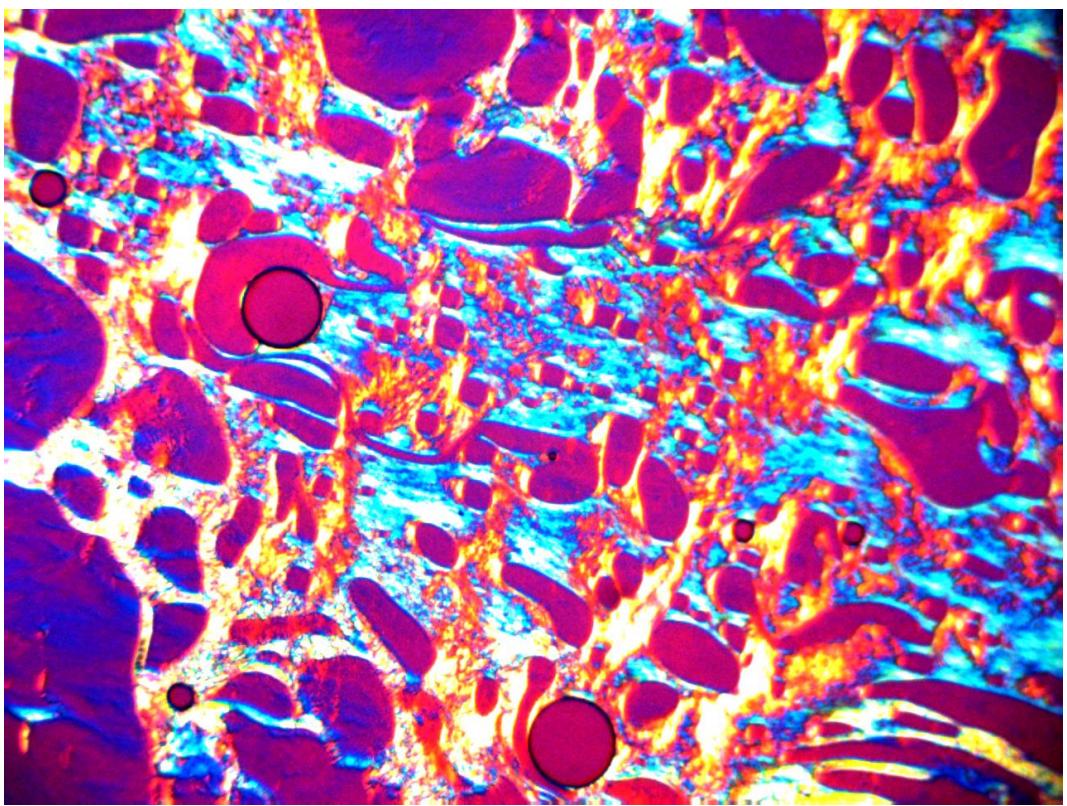
Interdisciplinarna tema zainteresirala je učenike koje zanima biologija, kemija i fizika, te se na toj temi uspješno razvija holistički pristup znanosti i shvaća se njena nedjeljivost i povezanost.

Hijaluronska kiselina (HA) i deoksiribonukleinska kiselina (DNA) su obje topljive u vodi. Stoga se očekivalo da će se u vodenoj otopini one međusobno izmiješati. Međutim suprotno teorijskim očekivanjima pokazali smo da se one ne mijеšaju nego formiraju zasebne otoke. Raspršenjem X-zraka pod malim kutovima odredili smo udio HA u vodenoj otopini DNA u ovisnosti o njenoj koncentraciji.

Taj udio se može odrediti i polarizacijskim mikroskopom. Njihov rad se sastojao u tome da su u otopine DNA 4 različite koncentracije (80 g/L, 60 g/L, 40 g/L te 20 g/L) dodavali različite udjele HA.

Takov uzorak su pripremili za mikroskopiranje, te snimile velik broj slika (u prosjeku 50 slika po uzorku) radi bolje statistike. Takve slike su obradile u programu da bi dobile udio HA u DNA otopini.

Aktivnost se nastavlja tijekom 2014. godine, do kraja tekuće školske godine.



Slika 10. Fotografija prikazuje mješavinu HA u vodenoj otopini DNA snimljenu kroz polarizacijski filter.



Slika 11. Učenici tijekom promatranja uzorka polarizirajućim mikroskopom.

4. Razvoj edukacijskih kompleta

Znanstvenici u suradnji s profesorima, studentima fizike i učenicima razvijaju eksperimentalne edukacijske komplete iz područja znanstvenog interesa Instituta koji služi kao pomoćno nastavno sredstvo u osnovnim i srednjim školama.

Demonstracijski vakuumski komplet (voditelj dr.sc. Zlatko Kregar)

Suradnici: dr.sc. Marijan Bišćan, Berti Erjavec, prof.

Komplet se razvija u suradnji i uz sufinanciranje Hrvatskog vakuumskog društva, Instituta za fiziku i potporu MZOS-a u okviru programa *Fizika na dar*. Komplet se sastoji od vakuum sisaljke, vakuum posude, manometra, odgovarajućih crijeva, ventila i spojnica. U komplet ulazi i pomoćni pribor potreban za izvođenje različitih pokusa - čaše, tikvice, baloni, električno zvono, svijeće itd. Uz komplet je osmišljeno desetak pokusa koji su u skladu s kurikulumom te se mogu izvoditi u osnovnoj i srednjoj školi. Uz pokuse napisane su upute za izvođenje pokusa koje se sastoje od popisa potrebnog pribora, tehničkog opisa sastavljanja potrebnog pribora te pitanja na koja je potrebno odgovoriti prije i nakon izvođenja pokusa. Komplet je do sad testiran i usavršavan kroz mnogobrojne radionice za nastavnike fizike i učenike. Očekuje se izrada priručnika za rad s vakuumskim kompletom uz daljnje usavršavanje kompleta te je konačni cilj odobrenje kompleta kao pomoćnog nastavnog sredstva u osnovnim i srednjim školama.



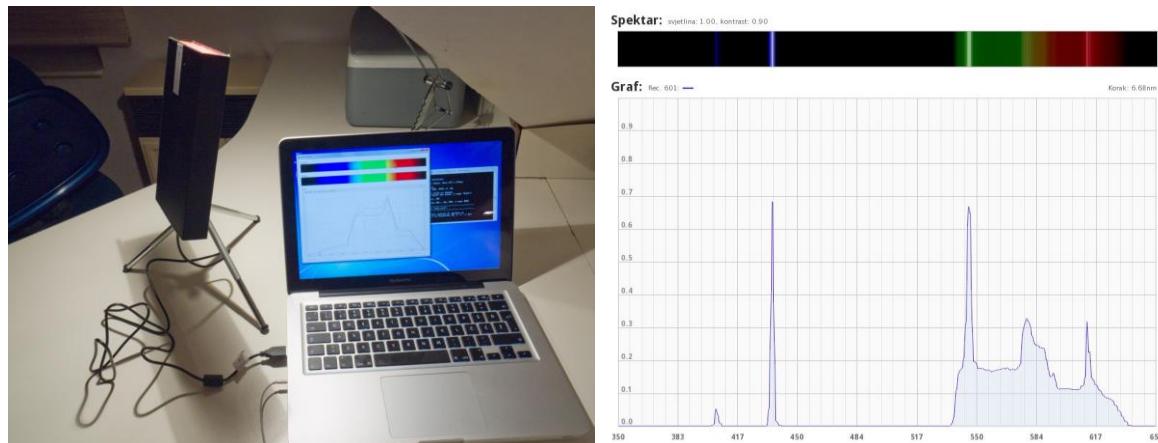
Slika 12. Pribor iz Demonstracijskog vakuumskog kompleta postavljen za radionicu "Vakuum oko nas".

Demonstracijski komplet za spektroskopiju (voditelj: dr.sc. Slobodan Milošević)

Suradnici: Sergej Jakovljev, Berti Erjavec, prof., Bernarda Mlinarić, prof.

Edukacijski komplet za spektroskopiju koji se sastoji od digitalnog spektrometra s odgovarajućom programskom podrškom, različitih umjetnih izvora svjetlosti, podloga, filtra i drugog pomoćnog pribora. U kompletu će biti priručnik za nastavnike s opisom pokusa koje je moguće izvesti i pripadnim

DVD-om s računalnim simulacijama i snimkama pokusa. Napominjemo da su digitalni spektroografi dostupni na tržištu vrlo skupi, a prototip našeg digitalnog spektrograфа pokazuje da bi se mogao izrađivati i po nekoliko puta nižoj cijeni. Uspjeli smo izraditi prototip digitalnog spektrometra koji radi u realnom vremenu, te smo željeli raditi na njegovom usavršavanju. Zbog zahtjevnosti projekta pojavili su se tehnički problemi te se očekuje se uključenje kvalitetnih suradnika računalnog i tehničkog usmjerena koji bi podigli projekt na višu razinu.



Slika 13. Digitalni spektrograf spojen na računalo u radu, na računalu se prikazuje spektar u realnom vremenu.

5. Otvoreni dan 2014.

Otvoreni dan Instituta za fiziku uspješno organiziramo već 13 godina. Prvi Otvoreni dan organiziran je 2001. godine. Na Otvorenom danu sudjeluju učenici osnovnih i srednjih škola iz čitave Hrvatske sa svojim profesorima i nastavnicima. Često nas posjećuju i studenti te drugi znatiželjni građani. Tijekom Otvorenog dana otvaramo znanstvene laboratorije javnosti, te se istodobno održavaju zanimljiva znanstveno-popularna predavanja iz fizike. Predavanja koja održavaju znanstvenici prvenstveno su vezana za njihova znanstvena istraživanja i temu Otvorenog dana, koja se mijenja iz godine u godinu. Budući da se predavanja na Otvorenom danu nikada ne ponavljaju, tijekom godina nastala su brojna predavanja, od kojih se ona najbolja mogu ponovo održati i u drugim sredinama i dijelovima Hrvatske koje nisu imali priliku prisustvovati Otvorenom danu

Za svaki Otvoreni dan nastojimo obogatiti našu ponudu izradom novih trajnih zanimljivih eksponata, kao na primjer levitirajućeg vlaka, laserske harfe, ferotekućina, elektromagnetskog topa, vodene rakete, modela mikroskopa atomskih sila...

Posjetilac ima priliku tijekom Otvorenog dana obići desetak laboratoriјa i odabrati nekoliko od desetaka različitih predavanja. Također, uveli smo i radionice u kojima učenici samostalno izvode pokuse, te planiramo izvesti radionicu "Vakuum oko nas" i "Poigrajmo se magnetima". Institut posjeti preko 1000 posjetilaca, a u organizaciji i provedbi Otvorenog dana sudjeluju gotovo svi znanstvenici s Instituta i dvadesetak studenata fizike. Otvoreni dan je prepoznat kao događaj u društvu i u pravilu popraćen medijima koji o njemu izvještavaju (TV, radio, novine, portalni). Više o Otvorenim danima može se pronaći na <http://otvorenidani.ifs.hr/>

Ovogodišnji Otvoreni dan održati će se krajem ožujka 2014. godine.