



Agencija za odgoj i obrazovanje



Fakultet za fiziku  
Sveučilište u Rijeci

## **ODGOVARA LI NASTAVA FIZIKE IZAZOVIMA SUVREMENOG DRUŠTVA**

**Državni stručni skup za učitelje i nastavnike fizike**

**Rijeka, 2. i 3. srpnja 2026.**

## Uvod

Program državnog stručnog skupa naziva Odgovara li nastava fizike izazovima suvremenog društva za učitelje i nastavnike fizike je iznimno bogat različitim sadržajima te se nadamo da će svatko pronaći nešto za sebe i ponijeti dobre ideje sa sobom.

*Kako je dan naziv ovom stručnom skupu?*

U Agenciji za odgoj i obrazovanje, razmišljali smo o svijetu u kojem živimo i što bi kvalitetno mogli ponuditi na temelju stručnih iskustava viših savjetnika, kao i mnogobrojnih razgovora sa učiteljima i nastavcima fizike, i uz veliku podršku akademske zajednice.

Razmišljanje nas je odvelo prema tezi „izazovi suvremenog društva“ i kako u rješavanju izazova može doprinijeti učenje fizike.

*Koji su to izazovi suvremenog društva?*

Ono što bi istaknule kao prioritet, ne samo za hrvatsko društvo, nego i za svijet u cjelini je održivi razvoj i ekološka tranzicija što ima uzroke i posljedice u razvoju tehnologija i digitalizaciji društva, a što izravno utječe na društvene promjene i globalnu nesigurnost.

Iako se prije 100 godina govorilo o klimatskim promjena, na što nismo kao svijet dovoljno obraćali pozornost, sad ih osjetimo kroz ekstremno vrijeme u umjerenom pojasu, gubitak bioraznolikosti te pojavu mikroplastike u moru i posljedično hrani. Sve to znači da moramo pronalaziti ekološki prihvatljiva rješenja te učiti mlade ljude suočavanju sa posljedicama tehnološkog napretka.

Klimatske promjene utjecale su na migraciju stanovništva sa ugroženih područja te smo suočeni sa promišljanjem o suživotu različitih kultura kao i sa promjenom ponašanja nas svih.

Nije samo bioraznolikost ugrožena, već je tehnološki razvoj utjecao na otuđenje među ljudima zbog prekomjerne uporabe ekrana, a pojavilo se pitanje kibernetičke sigurnosti kojoj moramo učiti djecu i mlade.

*Kako naše škole reagiraju na izazove suvremenog društva?*

Naše škole su tehnički i informatički dobro opremljene te je administracija uvelike digitalizirana. Međutim, još uvijek postoje škole koje imaju problem s grijanjem/hlađenjem prostora, nedostatkom sportskih dvorana ili, prostora općenito. Iako su škole tehnički opremljene, na međunarodnim PISA istraživanjima naši učenici i dalje postižu ispodprosječne ili prosječne rezultate u čitalačkoj, matematičkoj i prirodoslovnoj pismenosti. Nažalost, i dalje se forsira reproduktivno znanje pri vrednovanju ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda na uštrb vrednovanja razvoja vještina kritičkog mišljenja, vještina rješavanja problema ili vještina timskog rada.

Smatramo, da trebamo zajednički, i ne samo na nastavi fizike, poticati kod naših učenika razvoj vještina kritičkog i prirodoslovnog mišljenja za svijet koji ih čeka. S obzirom da odgajamo mlade ljude za budućnost koju mi ne poznajemo, smatramo da treba poticati timski rad, samostalnost i odgovornost za osobne postupke.

*Kako nastava fizike može doprinijeti ublažavanju problema suvremenog društva?*

Mi, fizičari ćemo uvijek istaknuti da nastava fizike ima jednu od važnijih uloga u smanjivanju izazova suvremenog društva jer se učenjem fizike, učenici pripremaju za promišljanje i to, ne samo konvergentno, te za razumijevanje posljedica primjene tehnološkog razvoja i važnosti kontinuiranosti procesa pogotovo za ekološku tranziciju.

Međutim, sve struke moraju priznati da je fizika temelj stvaranja tehnološkog napretka. Čak je i u liderstvu i managementu prihvaćena fizička teorija kaosa, umjesto Newtonove mehanike. Što to znači? Najbogatiji manageri svijeta ističu da je u organizacijama svaki radnik ključan i da ponašanje jednog radnika utječe na sve ostale u organizaciji te više ne funkcionira koncept „uzrok- očekivana posljedica“ jer iz planiranog uzroka može nastati i neočekivana posljedica.

Stoga, mi ovdje, želimo potaknuti višesmjerni razgovor sudionika o temama predavanja, radionica, kao i aktivno sudjelovanje u panel raspravi te u konačnici druženje stručnjaka u korist profesionalnog razvoja.

### *Zaključno*

Živimo u vrijeme dezinformacija. Neki dan su mediji prenijeli vijest da je kvaliteta morske vode Jadrana značajno pala u odnosu na prošlu godinu. Znanstvenici Instituta za istraživanje mora, pisano su reagirali na dezinformaciju, ali šteta je već učinjena. Stoga, smatramo da naše učenike na fizici treba nastaviti učiti kritičkom promišljanju i primjeni znanstvene metode koja izravno razbija neispravne teorije.

Učenjem o energiji, učenici razumiju kako funkcioniraju uređaji te koje su prednosti i nedostaci uporabe primjerice solarnih panela, vjetroelektrana ili nuklearnih elektrana u odnosu na termoelektrane. Primjenom zakona o očuvanju energije, učenici razumiju probleme efikasnosti pretvorbe različitih tipova energija kao i pripadnu efikasnost uređaja, što je ključno za razumijevanje koncepta održivog razvoja. Učenjem o prijenosu topline, zakonima zračenja, učenici mogu razumjeti efekt staklenika i utjecaju toplinskog i svjetlosnog onečišćenja na život na Zemlji.

Sva ta znanja iz prirodoznanstvene pismenosti, mogu našim učenicima pomoći razumjeti promjene u prirodi i društvu, te shvatiti kakav doprinos društvu žele dati te živjeti svoje sretno mjesto u društvu. Nadamo se da ga živite i vi.

Želimo vam ugodan rad na ovom državnom skupu.

Rijeka, 2. srpnja 2026.

doc. dr.sc. Tatjana Ivošević

dr.sc. Verica Jovanovski

## PLAN I PROGRAM

Sveučilište u Rijeci, Fakultet za fiziku, Ulica Radmile Matejčić 2, Rijeka

Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet u Rijeci, Sveučilišna Avenija 4, Rijeka

**2. srpnja 2026.**

*moderatori: Tatjana Ivošević, viša savjetnica za fiziku,*

*Verica Jovanovski, viša savjetnica za fiziku i učeničko poduzetništvo,*

*Agencija za odgoj i obrazovanje*

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11.00 – 12.00 | <i>Prijave sudionika - Filozofski fakultet - 006</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 12.00 – 12.30 | <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Otvaranje stručnog skupa;<br/>nastupit će učenici srednjih škola, solisti projekta RockeRin, Frano Guščić (GAM), Ema Bubić (ŠPUR), Teo Matijašić (GŠIMR) i Viktoria Brkić (GEK).<br/>Mentorice: Jelena Fabijan, dipl.uč. i Ana Cvitak, dipl.uč, Osnovna škola Zamet, Rijeka</li> <li>❖ Uvodni govori;<br/><i>mr. sc. Katarina Milković, prof., ravnateljica Agencije za odgoj i obrazovanje,</i><br/><i>prof. dr. sc. Rajka Jurdana Šepić, dekanica Fakulteta za fiziku Sveučilišta u Rijeci,</i><br/><i>prof. dr. sc. Barbara Kalebić Maglica, dekanica Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci,</i></li> <li>❖ Predstavljanje programa rada, predavača i voditelja radionica;<br/><i>doc. dr. sc. Tatjana Ivošević, Agencija za odgoj i obrazovanje</i></li> </ul> |
|               | PREDAVANJA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 12.30 – 13.15 | <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Učenje fizike u suvremenom kontekstu kao temelj razvoja prenosivih kompetencija;<br/><i>izv. prof. dr. sc. Nataša Erceg, Fakultet za fiziku, Rijeka</i></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 13.15 – 14.00 | <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Razvoj statističke pismenosti u nastavi fizike;<br/><i>izv. prof. dr. sc. Darko Mekterović, Fakultet za fiziku, Rijeka</i></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 14.00 – 15.00 | <i>Ručak</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|               | PARALELNE SEKCIJE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                              |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 15.15 – 18.30 | <b>PREDAVANJA</b><br>Filozofski fakultet (FF 006)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>RADIONICE</b><br>A) Fakultet za fiziku, FzF<br>B) Filozofski fakultet, FF |
|               | <b>A) PREDAVANJA – FF učionica 006</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                              |
| 15.15 – 16.45 | <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Radioaktivna svakodnevnica;<br/><i>dr. sc. Tomislav Bituh, Institut za medicinska istraživanja, Zagreb</i></li> <li>❖ Radon: tajni posjetitelj u vašem domu;<br/><i>dr. sc. Tomislav Bituh, Institut za medicinska istraživanja, Zagreb</i></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
|               | <b>B) RADIONICE FzF</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                              |
| 15.15 – 16.45 | <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Radioaktivnost u okolišu;<br/><i>prof. dr. sc. Gordana Žauhar, doc. dr. sc. Marija Čargonja, Fakultet za fiziku, Rijeka,</i></li> <li>❖ Klimatske promjene kao problem fizike energije;<br/><i>doc. dr. sc. Andreina Belušić Vozila, Fakultet za fiziku, Rijeka,</i></li> <li>❖ Digitalni nastavni priručnik matematičkih metoda u mehanici;<br/><i>doc. dr. sc. Ivana Poljančić Beljan, Klaudija Lončarić, v.pred., Ana Jularić, mag. edu. phy. et. inf., Fakultet za fiziku, Rijeka,</i></li> <li>❖ Spektroskopija fotoelektrona rendgenskim zračenjem: kako fotoelektrični efekt otkriva kemijski sastav površine;<br/><i>Izv.prof. dr. sc. Robert Peter i izv. prof. dr. sc. Iva Šarić Janković, Fakultet za fiziku, Rijeka,</i></li> <li>❖ Pokretanje prognostičnog modela WRF;<br/><i>dr. sc. Boris Mifka, Fakultet za fiziku, Rijeka.</i></li> </ul> |                                                                              |
|               | <b>C) RADIONICE FF</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                              |
| 15.15 – 16.45 | <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ (OŠ) Razvijanje poduzetničkih vještina učenika pomoću sadržaja iz fizike, kemije i biologije;<br/><i>Ivana Klišanin, prof. i Valentina Jugović prof. Osnovna škola Josipa Kozarca, Lipovljani,</i></li> <li>❖ (OŠ) Fizika u cjelodnevnoj nastavi;<br/><i>Dražen Vinković, prof. Osnovna škola Mate Lovraka, Veliki Grđevac,</i></li> <li>❖ Inovacije u e-dnevniku, <i>Petar Josipović, CARNET – online;</i></li> <li>❖ (SŠ) Znanost građana (The International Astronomical Search Collaboration);</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                              |

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | <p><i>Petar Jelača, prof., Gimnazija Andrija Mohorovičić, Rijeka,</i></p> <p>❖ (SŠ) Primjena umjetne inteligencije u nastavi fizike: izrada promptova i analiza zadataka državne mature</p> <p><i>Marija Gaurina, prof., Tehnička i industrijska škola Ruđera Boškovića u Sinju, vs. Agencija za odgoj i obrazovanje, Podružnica Split.</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|               | <p><i>Stanka</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|               | <p><b>A) PREDAVANJA – FF 006</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 17.00 – 18.30 | <p>❖ Što je to nuklearna medicina i čemu služi?<br/><i>dr. sc. Krunoslav Ilić, Institut za medicinska istraživanja, Zagreb,</i></p> <p>❖ Osvjetljavanje medicinskih tajni anihilacijskim fotonima,<br/><i>dr. sc. Ana Marija Kožuljević, Institut za medicinska istraživanja, Zagreb.</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|               | <p><b>B) RADIONICE FzF</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 17.00 – 18.30 | <p>❖ Radioaktivnost u okolišu;<br/><i>prof. prof. dr. sc. Gordana Žahar, doc. dr. sc. Marija Čargonja Fakultet za fiziku, Rijeka,</i></p> <p>❖ Klimatske promjene kao problem fizike energije;<br/><i>doc. dr. sc. Andreina Belušić Vozila Fakultet za fiziku, Rijeka,</i></p> <p>❖ Digitalni nastavni priručnik matematičkih metoda u mehanici;<br/><i>doc. dr. sc. Ivana Poljančić Beljan, Klaudija Lončarić, v.pred., Ana Jularić, mag. edu. phy et inf., Fakultet za fiziku, Rijeka,</i></p> <p>❖ Spektroskopija fotoelektrona rendgenskim zračenjem: kako fotoelektrični efekt otkriva kemijski sastav površine;<br/><i>Izv.prof. dr. sc. Robert Peter i izv. prof. dr. sc. Iva Šarić Janković, Fakultet za fiziku, Rijeka.</i></p> <p>❖ Elektronska mikroskopija u učionici; od kratkog uvoda do rada na virtualnom SEMu;<br/><i>izv. prof. dr. sc. Ivna Kavre Piltaver, izv.prof. dr.sc. Ivana Jelovica Badovinac, Fakultet za fiziku, Rijeka,</i></p> |
|               | <p><b>C) RADIONICE FF</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 17.00 – 18.30 | <p>❖ (OŠ i SŠ) Uloga glume u poučavanju fizike (Inova Lab);<br/><i>Marko Movre, prof., XV. gimnazija, Zagreb</i></p> <p>❖ (SŠ) Energija električnog polja kondenzatora;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                        | <p><i>Goran Hajnal, prof. i Mario Vučković, prof. , Srednja škola Izidora Kršnjavog, Našice</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ (SŠ) Eksperimentalno određivanje specifičnog toplinskog kapacitet;<br/><i>Nada Ćakić, prof., Gimnazija i strukovna škola Jurja Dobrile u Pazinu i Nedeljko Mandić, prof., Srednja škola Mate Blažina u Labinu,</i></li> <li>❖ (OŠ) Fizika, stres i otpornost na stres;<br/><i>Jasmina Kardoš, prof., Klinički bolnički centar, Klinika za psihijatriju, Rijeka</i></li> </ul> |
| 18.30 – 18.45                                                                                                                                                                                                                          | <i>Stanka</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                        | <b>IGRIFIKACIJA U FIZICI</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 18.45 – 19.45                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ EUR(ije)KA - EDUTAINMENT;<br/><i>Iva Erceg, mag.prim.edu., mag bibl., Primorsko-goranska županija</i></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>3. srpnja 2026.</b></p> <p><i>moderatori: Verica Jovanovski viša savjetnica za fiziku i učeničko poduzetništvo,</i></p> <p><i>Tatjana Ivošević, viša savjetnica za fiziku,</i></p> <p><i>Agencija za odgoj i obrazovanje</i></p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                        | <b>PREDAVANJA FF 006</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 9.00 – 9.45                                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Zbrinjavanje radioaktivnog otpada u Republici Hrvatskoj;<br/><i>Danijel Pranić, prof., I. osnovna škola Petrinja, Petrinja i Srednja škola Viktorovac, Sisak.</i></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 9.50 – 10.35                                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Uloga numeričkih modela u istraživanju okoliša;<br/><i>dr. sc. Boris Mifka, Fakultet za fiziku, Rijeka</i></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 10.40 – 11.00                                                                                                                                                                                                                          | <i>Stanka</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11.00 – 12.30 | <p>❖ Odgovara li nastava fizike izazovima suvremenog društva;</p> <p>1. <i>prof. dr. sc. Rajka Jurdana Šepić, dekanica Fakulteta za fiziku, Rijeka,</i></p> <p>2. <i>izv. prof. dr. sc. Slaven Jurković, pročelnik Zavod za medicinsku fiziku i zaštitu od zračenja Klinički bolnički centar, Rijeka i pročelnik Katedre za medicinsku fiziku i biofiziku Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci</i></p> <p>3. <i>dr. sc. Petra Mikuš Jurković, zamjenica glavnog ravnatelja Državnog hidrometeorološkog zavoda, Zagreb.</i></p> |
| 12.30 – 13.30 | <p>❖ Razgled laboratorija Fakulteta za fiziku, Rijeka</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 13.30 – 14.30 | <p>Evalvacija</p> <p><i>zatvaranje Državnog stručnog skupa</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

## SAŽETCI PREDAVANJA

### Učenje fizike u suvremenom kontekstu kao temelj razvoja prenosivih kompetencija

Suvremeno društvo od obrazovanja u području prirodoslovlja, a osobito fizike, zahtijeva razvoj prirodoslovne pismenosti, dubinsko konceptualno razumijevanje prirodnih pojava, kao i sposobnost kritičkog promišljanja znanstvenih modela te njihovih ograničenja i područja primjene. Takvi zahtjevi nadilaze reprodukciju formula i matematičkih postupaka te su osobito aktualni u kontekstu obrazovne reforme koja je u tijeku u Republici Hrvatskoj. Međutim, rezultati istraživanja iz edukacijske fizike pokazuju da se postavljena očekivanja u nastavi fizike ne ostvaruju u potpunosti, pri čemu izraženi deficit učitelja i nastavnika fizike dodatno otežava njihovu provedbu.

Ovaj će se problem u okviru predavanja ilustrirati primjerima učeničkih pogrešnih ideja iz područja termodinamike, koje proizlaze iz nekritičke uporabe modela idealnog plina. Iako se taj model uvodi već u osnovnoj školi, njegova ograničenja u nastavi često nisu dovoljno naglašena, osobito u kontekstu međumolekulskih interakcija i potencijalne energije. Posljedica takvog pristupa su pogrešni i nekonzistentni konceptualni okviri, koji, unatoč svojoj neispravnosti, mogu poslužiti kao polazište za postupno izgrađivanje ispravnih fizičkih modela, s dugoročnim ciljem razvoja učeničkih kompetencija ključnih za suvremeno društvo.

Izv. prof. dr. sc. Nataša Erceg

### Razvoj statističke pismenosti u nastavi fizike

Statistika ima važnu ulogu u dizajnu eksperimenta, analizi obavljenih mjerenja, te kasnijoj interpretaciji rezultata istraživanja, bilo temeljnih ili primijenjenih, u prirodnim, tehničkim, društvenim i biomedicinskim znanostima. Za neka područja fizike to je izrazito naglašeno. No važnost statistike ide i puno šire od toga. Razumijevanje temeljnih statističkih principa, nazovimo to statističkom pismenošću, korisna je vještina, kao važna sastavnica kritičkog mišljenja, čak i ljudima koji u svom radu nikada ne koriste statistiku. Zbog navedenog, te temeljem iskustva u nastavi i znanstvenom radu, smatram da se statistici u obrazovnom procesu posvećuje premalo pažnje, a čak i kada se obrađuju statističke teme, često se od stabla ne vidi šuma – uče se recepti, a premalo se razvija statistička pismenost.

Na predavanju ću pokušati prezentirati vježbu razvijanja statističke pismenosti koja bi se mogla implementirati u nastavu fizike. Vježba će se sastojati od postavljanja jednostavnih temeljnih pitanja. Odgovori neće biti matematički rigorozni, već će se potkrepljivati jednostavnim simulacijama (pseudoeksperimenti) koje se lako mogu demonstrirati i na nastavi. Slijede primjeri jednostavnih temeljnih pitanja. Ishod mjerenja i stvarna vrijednost onoga što mjerimo općenito će se razlikovati. Koji su uzroci te razlike? Rezultat eksperimenta vrlo često iskazujemo aritmetičkom sredinom svih mjerenja. Zašto je (i je li uvijek) bolje rezultat mjerenja iskazati aritmetičkom sredinom više mjerenja, a ne samo jednim mjerenjem? Povećava li se preciznost rezultata eksperimenta iskazanog aritmetičkom sredinom s brojem mjerenja? Ako da, kako to možemo kvantificirati? Uz aritmetičku

sredinu, rezultat se može iskazati i inim funkcijama mjerenja (statistikama), npr. u nekim situacijama medijanom mjerenja. Po kojim kriterijima ćemo uspoređivati različite statistike i, povezano s tim, postoji li idealan izbor? Uz prikaz rezultata jednim brojem (aritmetičkom sredinom ili nekom drugom statistikom), rezultat eksperimenta se nekad (a trebalo bi redovito) iskazuje i intervalom. Možda najpoznatiji primjer takvog intervala je  $\bar{X} \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N(N-1)}}$ . Što zapravo iskazujemo intervalom i koje je njegovo precizno značenje? Zašto je interval puno važniji od broja.

Izv. prof. dr. sc. Darko Mekterović

## Radioaktivna svakodnevnica

Što je radioaktivnost, od kud dolazi i gdje se sve nalazi? Radioaktivnost je otkrio francuski fizičar Henri Becquerel 1896. godine, kada je primijetio da uranijeve soli same od sebe emitiraju zračenje. Kasnije su istraživanja nastavili Marie Curie i Pierre Curie, koji su otkrili nove radioaktivne elemente poput radija i polonija.

Radioaktivnost je pojava pri kojoj nestabilne atomske jezgre spontano emitiraju zračenje kako bi postale stabilnije. To zračenje može biti u obliku alfa, beta ili gama zraka, a pritom se mijenja sastav jezgre elementa. Ova pojava može biti prirodna ili umjetno izazvana u nuklearnim reakcijama.

Radioaktivnost se nalazi svuda oko nas. Prirodno postoji u Zemljinoj kori, u zraku, pa čak i u živim bićima. Također se koristi u medicini, industriji i znanstvenim istraživanjima. Korištenje radioaktivnih izvora uključuje i njihovo zbrinjavanje. Skladištenje i odlaganje radioaktivnog otpada i istrošenog nuklearnog goriva podrazumijeva dugogodišnja istraživanja i planiranja. U republici Hrvatskoj, radioaktivni otpad bit će skladišten u Čerkezovcu, sukladno svjetskim normama.

dr. se. Tomislav Bituh

## Radon: tajni posjetitelj u vašem domu

Radon je radioaktivni plin koji ne možemo vidjeti, namirisati ni okusiti, a nastaje radioaktivnim raspadom uranija koji se nalazi u tlu i stijenama te ga nalazimo posvuda oko nas. Otkrio ga je njemački znanstvenik Friedrich Ernst Dorn početkom 20. stoljeća. Koncentracija radona u zraku koji udišemo na otvorenom malena je, ali može biti povišena unutar prostora u kojem živimo ili radimo. Radon lako izlazi iz tla u zrak, gdje se raspada i emitira radioaktivne čestice. Kada dišemo, čestice ulaze u dišni sustav, gdje oštećuju DNA i potencijalno mogu uzrokovati karcinom pluća. Budući da je radon, nakon pušenja, najčešći uzrok karcinoma pluća, izrazito je važno provjeriti koliko radona ima u životnom i/ili radnom prostoru, te prema potrebi poduzeti mjere smanjenja koncentracija radona.

dr. se. Tomislav Bituh

## Što je to nuklearna medicina i čemu služi?

Nuklearna medicina je interdisciplinarno područje koje kombinira principe nuklearne fizike, kemije i biologije u svrhu medicinske dijagnostike i terapije. Temelji se na primjeni male količine radioaktivnih tvari, takozvanih radiofarmaka, koji emitiraju gama-zračenje ili pozitrone te omogućuju praćenje

funkcije i rada organa. Radiofarmak se nakon unosa u tijelo nakuplja u određenom organu ili tkivu, a posebni uređaji bilježe zračenje koje se emitira. Analizom dobivenih signala stvara se trodimenzionalna rekonstrukcija distribucije radiofarmaka, preko čega se mogu detektirati i pratiti patološke promjene u tkivu. Nuklearna medicina posebno je važna u ranom otkrivanju bolesti, praćenju uspješnosti liječenja te planiranju terapije. Dvije najznačajnije tehnike nuklearne medicine su Pozitronska emisijska tomografija (PET) i scintigrafija (SPECT), a koriste se za detekciju tumora i metastaza, testiranje perfuzije miokarda, dijagnozu neurodegenerativnih bolesti i bolesti štitnjače, te za mnoge druge patološke procese. Široka primjena tehnika nuklearne medicine počiva na velikoj raznolikosti radiofarmaka koji se mogu koristiti. Mnoge vrste radionuklida, u kombinaciji s širokim spektrom vektora za njihovu ciljanu isporuku u tkiva, omogućuje veliku specifičnost i prilagodljivost ovih tehnika za potrebe moderne dijagnostike. Iako tehnike nuklearne medicine izlažu tkivo ionizirajućem zračenju, količine radiofarmaka koje se koriste su male i strogo kontrolirane, pa su rizici minimalni u usporedbi s velikim koristima koje ova metoda pruža u suvremenoj medicini.

dr.sc. Krunoslav Ilić

### Osvjetljavanje medicinskih tajni anihilacijskim fotonima

U ovom predavanju predstaviti će se pozitronska emisijska tomografija (PET), jedna od najnaprednijih metoda medicinskog oslikavanja. Opisat će se povijesni i društveni kontekst napretka znanosti i tehnologije koji je omogućio razvoj PET uređaja, te opisati princip njihovog rada, od detekcije anihilacijskih fotona do rekonstrukcije slike. Predstaviti će se i odabrani najnapredniji današnji PET uređaji, te fizikalni principi mjerenja polarizacijskih korelacija anihilacijskih fotona kojima bi se ovaj modalitet oslikavanja mogao dodatno usavršiti.

dr.sc. Ana Marija Kožuljević

## INTERAKTIVNI KVIZ

### EUR(ije)KA – EDUTAINMENT

Fizika je temeljna prirodna znanost. U školama je nerijetko avantura tj. put u nepoznato. Nekome stvara opterećenje i otpor, a nekome je prilika, dubina, način razmišljanja i trajna potraga za znanjem i razumijevanjem prirode i svijeta oko nas. Ovim interaktivnim kvizom cilj je proces učenja i rješavanja problema pretvoriti u igru i zabavu koja potiče znatiželju, a samim time produktivnost i smisleno učenje. Razvijaju se socijalne i emocionalne vještine te se smanjuje stres.

Divergentnim i konvergentnim asocijacijama potičemo funkcionalno znanje. Reprodukcijska je svedena na minimum.

Sous vide metoda, proizvodnja žarulja sa žarnom niti i cupping terapija imaju ključni zajednički pojam. Što je u tom pojmu temeljna konstanta?

Život je igra. Ili budeš igrač ili „igračka“. Hajdmo pokušati od svih učenika napraviti igrače.

Iva Erceg, mag. prim. educ.

## Zbrinjavanje radioaktivnog otpada u Republici Hrvatskoj

Radioaktivni otpad u Republici Hrvatskoj je veliki problem jer trenutno ne postoji mjesto gdje bi se sigurno i kvalitetno mogao zbrinuti. Prijedlog za odgovarajuće odlagalište radioaktivnog otpada na razini cijele Republike Hrvatske je u općini Dvor u Sisačko moslavačkoj županiji.

Radioaktivni otpad se trenutno u Republici Hrvatskoj odlaže na više mjesta koja nisu adekvatna niti sigurna za trajno odlaganje otpada. Postoje razlike između radioaktivnog institucionalnog otpada i nuklearnog otpada Nuklearne elektrane Krško. Predavanje će objasniti kako nastaje otpad, načine kako se i gdje može odlagati otpad te predstaviti potencijalne opasnosti od otpada te kako ih se može smanjiti ili neutralizirati.

Glavni cilj prezentacije ove teme je predstavljanje ovog problema te potencijalan rješenja za ovu situaciju, uzimajući u obzir sve relevantne zakone i pravilnike koji se mogu primijeniti na ovoj problematici. Naglasak će također biti na osvještavanju ideje da Republika Hrvatska mora završiti postupak zbrinjavanja ovakve vrste otpada te da za ovaj problem mora naći odgovarajuće načine za rješavanje ove situacije.

Danijel Pranić, prof

## Uloga numeričkih modela u istraživanju okoliša

Numerički modeli osnova su prognoze vremena i klime, ali služe i kao izrazito važan alat u proučavanju geofizičkih, kemijskih i bioloških procesa u okolišu. Ovi modeli često se temelje na metodi konačnih razlika. To znači da se sustav diferencijalnih jednadžbi rješava tako da se diferencijali aproksimiraju konačnim razlikama u prostoru i vremenu. Fizikalni procesi poput turbulencije, kratkovalnog i dugovalnog zračenja, mikrofizike oblaka i drugih parametriziraju se. U ovom predavanju bit će pokazano kako pokrenuti model WRF (Weather Research and Forecasting model). WRF je nehidrostatski mezoskalni numerički atmosferski model visoke rezolucije koji simulira vremenske uvjete rješavanjem fizikalnih i dinamičkih jednadžbi atmosfere na prostornoj mreži, omogućujući prognozu i analizu meteoroloških procesa na regionalnoj skali. Model pruža velik izbor parametrizacija, mogućnost slaganja ugniježđenih domena, a može biti spregnut s kemijskim modelom atmosfere (WRF-Chem) ili modulima za simuliranje širenja požarnih fronti (WRF-Fire). Modularnost omogućuje široku primjenu modela, od prognoze vremena i klime do istraživanja kvalitete zraka ili predikcije širenja požarnih fronti.

dr. sc. Boris Mifka

## SAŽETCI RADIONICA FIZRI

### 1. Radioaktivnost u okolišu

Radioaktivnost je pojava koja je sveprisutna u okolišu te joj ljudi mogu biti izloženi i na nekim neočekivanim mjestima. Ova radionica osmišljena je kako bi nastavnicima fizike dala ideju kako učenicima približiti gradivo iz radioaktivnosti preko upoznavanja s osnovnim izvorima radioaktivnosti u prirodi. U uvodnom dijelu sudionici će dobiti pregled različitih vrsta radioaktivnog raspada te osnovnih izvora zračenja u okolišu. Nakon teorijskog uvoda slijedi praktični dio u kojem će sudionici radionice vidjeti kako se pomoću Geiger-Müllerovog brojača može detektirati ionizirajuće zračenje u okolišu (pozadinsko zračenje). Učesnici će biti upoznati s načinom izračuna apsorbirane i ekvivalentne doze zračenja te će pokušati izračunati doze zračenja koje primi osoba tijekom nekih aktivnosti u prirodi.

prof. dr. sc. Gordana Žauhar

doc. dr. sc. Marija Čargonja

### 2. Klimatske promjene kao problem fizike energije

Jednostavan fizikalni model pokazuje da bi Zemlja bez atmosfere i stakleničkih plinova imala prosječnu temperaturu oko  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Stvarna prosječna temperatura iznosi oko  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , što znači da prirodni staklenički učinak zagrijava Zemlju za približno  $+33\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Klimatske promjene nastaju jer ljudske aktivnosti dodatno pojačavaju taj učinak i narušavaju energetske budžet Zemlje.

Zbog porasta stakleničkih plinova dio infracrvenog zračenja teže odlazi u svemir, pa nastane višak energije. Čak i mali energetske višak, primjerice  $1\text{ W/m}^2$ , znači da Zemlja svake sekunde zadržava dodatnu energiju. Taj višak energije uzrokuje zagrijavanje oceana, topljenje leda, porast temperature zraka i promjene u klimi.

Kroz **radionicu** pokazat ćemo da klimatske promjene nisu samo "mala promjena temperature", nego problem narušenog energetske budžeta cijelog planeta.

doc. dr. sc. Andreina Belušić Vozila

### 3. Digitalni nastavni priručnik matematičkih metoda u mehanici

Digitalni nastavni priručnik matematičkih metoda u mehanici, izrađen u sklopu diplomskog rada Ane Jularić na Fakultetu za fiziku Sveučilišta u Rijeci, razvijen je s ciljem povezivanja matematičkih metoda s konkretnim fizikalnim primjerima. Priručnik obuhvaća tematske cjeline Vektori, Derivacije,

Integrali i Ekstremi funkcije te kroz matematički uvod i videosadržaje prikazuje njihovu primjenu u mehanici na primjerima sustava tijela na kosini, brzine kao vremenske derivacije položaja, određivanja puta iz brzine i određivanja najveće visine kosog hitca. Priručnik je primarno namijenjen studentima prve godine studija fizike i srodnih STEM studija kao potpora razumijevanju matematičkih metoda u fizikalnom kontekstu. Radionica je zamišljena kao kombinacija predavanja i radioničkog rada. U uvodnom, predavačkom dijelu sudionicima će biti predstavljen priručnik. Polazište daljnjeg rada predstavlja uočeni problem da učenici, iako u završnom razredu srednje škole formalno usvoje matematičke koncepte poput derivacija i integrala, često nisu u stanju primijeniti stečeno znanje na konkretnim fizikalnim primjerima. Dodatni izazov proizlazi iz kurikulumske neusklađenosti: pojedini fizikalni sadržaji obrađuju se prije formalne matematičke podloge (primjerice, mehanika u 1. razredu prethodi formalnoj obradi vektora u matematici u 2. razredu). U radioničkom dijelu sudionici će zajednički istražiti segmente srednjoškolskog kurikulumu fizike u kojima bi se sadržaji i primjeri iz priručnika mogli smisljeno primijeniti, primjerice ponovnom analitičkom obradom mehaničkih problema nakon učenja vektora, matematičkim opisom harmonijskog titranja ili interpretacijom Faradayevog zakona elektromagnetske indukcije. Cilj aktivnosti je potaknuti promišljanje mogućnosti prijenosa visokoškolskih pristupa učenju fizike u srednjoškolski kontekst te predstaviti priručnik kao dodatni obrazovni resurs koji doprinosi razvoju analitičkog pristupa i dubljem razumijevanju primjene matematičkih metoda na primjerima iz fizike.

doc. dr. sc. Ivana Poljančić Beljan

Klaudija Lončarić, v. pred.

Ana Jularić, mag. phys. et inf.

#### 4. Spektroskopija fotoelektrona rendgenskim zračenjem: kako fotoelektrični efekt otkriva kemijski sastav površine

Ova **radionica** osmišljena je kako bi se nastavnicima fizike približila tehnika spektroskopije fotoelektrona rendgenskim zrakama (eng. X-ray photoelectron spectroscopy, XPS) i pokazalo kako se temeljni fizikalni koncepti, poput fotoelektričnog efekta i interakcija zračenja s tvari, primjenjuju u suvremenoj analizi materijala. U uvodnom dijelu sudionici će dobiti pregled osnovnih principa rada XPS tehnike, s naglaskom na nastanak fotoelektrona, mjerenje energije vezanja elektrona u materijalu i mogućnosti određivanja elementnog sastava i kemijskih stanja na površini materijala. Nakon teorijskog uvoda slijedi praktični dio radionice koji će se provoditi u Laboratoriju za fiziku površina, zajedničkom laboratoriju Fakulteta za fiziku i Centra za mikro- i nanoznanosti i tehnologije (NANORI). Sudionici će se upoznati s osnovnim koracima pripreme uzoraka za XPS analizu te će sudjelovati u mjerenju izabраниh uzoraka metala, primjerice nikla, bakra ili titana. Također, površina metalnog uzorka će se modificirati niskoenergijskim ionskim bombardiranjem kako bi se pokazalo na koji način XPS omogućuje razlikovanje različitih kemijskih stanja elemenata na površini materijala. Cilj radionice je nastavnicima približiti jednu od važnih suvremenih eksperimentalnih metoda u fizici i znanosti o materijalima te pokazati kako se sadržaji poput fotoelektričnog efekta, građe atoma, energijskih razina i interakcija zračenja s tvari mogu povezati s eksperimentalnim radom i nastavom fizike.

izv. prof. dr. sc. Robert Peter

izv. prof. dr. sc. Iva Šarić Janković

## 5. Pokretanje prognostičkog modela WRF – O-161

Osnova vremenske prognoze su numerički atmosferski modeli. Tema ove radionice nadovezuje se na predavanje pod nazivom „Uloga numeričkih modela u istraživanju okoliša“, u kojem će biti objašnjeni principi rada ovakvih modela. Cilj radionice bit će izrada kratke simulacije modelom Weather Research & Forecasting Model (WRF) na superračunalu Bura. Model WRF je mezoskalarni numerički sustav za prognozu vremena, osmišljen za primjenu u atmosferskim istraživanjima i operativnoj prognozi vremena.

Sudionici će naučiti kako pripremiti ulazne podatke, pokrenuti model i, nakon izračuna, kako prikazati rezultate simulacija. Za pokretanje modela potrebno je preuzeti i pripremiti ulazne podatke iz globalnog modela ili reanalize. Pretprocesiranje se sastoji od interpolacije početnih i rubnih uvjeta iz globalnog modela na vanjsku domenu i ugniježdene domene koje će polaznici definirati za željeno geografsko područje.

Zatim će pokrenuti model WRF za zadani period, nakon čega slijedi analiza izlaza modela kroz izradu sinoptičkih karata i karata pojedinih parametara.

dr. sc. Boris Mifka

## 6. Elektronska mikroskopija u učionici: od kratkog uvoda do rada na virtualnom SEM-u - O-161

Ova radionica osmišljena je kako bi nastavnicima fizike približila mogućnosti pretražne elektronske mikroskopije (SEM) i pokazala kako se taj napredni znanstveni alat može uključiti u srednjoškolsku nastavu. U uvodnom dijelu sudionici će dobiti pregled osnovnih principa rada pretražnog elektronskog mikroskopa, uključujući interakciju elektrona s materijom, vrste detektora i primjere primjena. Nakon teorijskog uvoda slijedi praktični dio u kojem će sudionici raditi na virtualnom SEM-u. Kroz vođene aktivnosti upoznat će se s osnovnim kontrolama, načinima odabira parametara snimanja, fokusiranjem, povećanjem i interpretacijom dobivenih slika.

Cilj radionice je osnažiti nastavnike da SEM približe svojim učenicima i uključe ga u nastavu fizike ili interdisciplinarne projekte te im pružiti ideje i primjere aktivnosti koje mogu primijeniti u učionici.

izv. prof. dr. sc. Ivana Jelovica Badovinac

izv. prof. dr. sc. Ivna Kavre Piltaver

## **SAŽETCI RADIONICA na Filozofskom fakultetu i INOVA LAB-u**

### **Razvijanje poduzetničkih vještina učenika pomoću sadržaja iz fizike, kemije i biologije**

Radionica „Fizika izvan učionice: interdisciplinarni projekti u praksi“ prikazuje kako se nastavni sadržaj Fizike osnovne škole mogu integrirati u interdisciplinarni projekt s ciljem razvijanja poduzetničkih vještina učenika. Sudionici radionice će izraditi proizvod (balzam za usne, desodorans...) te proći faze od planiranja i izrade proizvoda do poduzetničke analize i prezentacije proizvoda. Fokus je na energiji, toplini, promjenama agregacijskog stanja, mjerenju fizičkih veličina i sigurnosti u radu. Kroz praktičnu izradu prirodnog balzama za usne sudionici će na iskustven način sagledati mogućnosti povezivanja fizike s kemijom, biologijom i poduzetništvom te dobiti smjernice za planiranje i provedbu sličnih projekata u nastavi, a s ciljem razvoja znanja i kompetencija učenika.

Ivana Klišanin, prof.

Valentina Jugović, prof.

### **Fizika u cjelodnevnoj školi**

Eksperimentalni program **Osnovna škola kao cjelodnevna škola** provodi se s ciljem stvaranja uravnoteženog, pravednog i održivog sustava obrazovanja. Program se u OŠ Mate Lovraka u Velikom Grđevcu provodi tijekom četiri školske godine, od 2023./2024. do 2026./2027. godine. Nositelj programa je Ministarstvo znanosti, obrazovanja i mladih. Financiranje se osigurava iz državnog proračuna Republike Hrvatske te zajma Svjetske banke. Sredstva su namijenjena infrastrukturnim ulaganjima, opremanju škola, stručnom usavršavanju i evaluaciji programa. Model cjelodnevne škole sastoji se od programa A1, A2, B1 i B2. Program A1 obuhvaća nacionalni kurikulum s brojnim promjenama i povećanjem satnice ključnih nastavnih predmeta. Poseban naglasak stavljen je na Hrvatski jezik, Matematiku i Prirodoslovlje. Uvode se novi predmeti poput Praktičnih vještina te Informacijskih i digitalnih kompetencija. Također se uvodi predmet Svijet i ja kao alternativa vjeronauku. Program A2 usmjeren je na potporu, potpomognuto i obogaćeno učenje učenika. Programi B1 i B2 obuhvaćaju izvannastavne i izvanškolske aktivnosti prema interesima učenika i roditelja. U B1 i B2 programima sudjeluje velik broj učenika, uz značajna financijska ulaganja. Djelatnicima škole osigurani su dodaci na plaću za dodatne obveze u provedbi programa. Cjelodnevna škola promiče kvalitetnije učenje, ravnomjerniji razvoj učenika i bolju organizaciju školskog dana. Reforma obrazovanja u ovom programu shvaćena je kao evolucijski, a ne revolucionarni proces.

Dražen Vinković, prof.

## Znanost građana

U ovoj radionici sudionici će se upoznati s IASC (International Astronomical Search Collaboration) kampanjom i njezinom ulogom u popularizaciji znanosti te uključivanju učenika u autentičan znanstveni rad. Naglasak će biti na obrazovnoj vrijednosti sudjelovanja u potrazi za asteroidima, razvoju istraživačkih vještina te poticanju interesa za STEM područja.

Kroz praktični dio radionice sudionici će proći osnovne korake obrade astronomske snimke koristeći stvarne podatke iz IASC kampanje. Upoznat će se s metodama prepoznavanja gibajućih objekata na snimkama, razlikovanjem asteroida od šuma i artefakata te osnovama prijave potencijalnih otkrića.

Cilj radionice je potaknuti nastavnike na uključivanje u međunarodne projekte koji povezuju nastavu s istraživačkom praksom.

Petar Jelača, prof.

## Primjena umjetne inteligencije u nastavi fizike: izrada promptova i analiza zadataka državne mature

Radionica je osmišljena kao praktični uvod u smisleno i kritičko korištenje alata umjetne inteligencije u nastavi fizike. Polaznici na primjerima zadataka iz kinematike i elektromagnetizma, uključujući zadatke zatvorenoga i otvorenoga tipa, analiziraju kako kvaliteta prompta utječe na kvalitetu rješenja, objašnjenja i nastavne upotrebljivosti odgovora koje generira AI. Naglasak je na odgovornoj i metodički opravdanoj uporabi AI-a kao potpore učenju, a ne kao zamjeni za stručnu prosudbu nastavnika.

Ciljevi radionice:

- objasniti osnovne mogućnosti i ograničenja AI alata u nastavi fizike
- razlikovati kvalitetno formuliran prompt od nepreciznog ili didaktički slabog prompta
- osmisliti primjenu AI-a u pripremi učenika za državnu maturu
- prepoznati etičke, sigurnosne i metodičke izazove uporabe AI-a u nastavi

Marija Gaurina, prof.

## Energija električnog polja kondenzatora – FF 401 (alt. FF106)

U radionici će polaznici proučiti dobiveni kondenzator i provesti prvi pokus: spojiti ga na istosmjerni izvor napona, odspojiti ga i zatim spojiti na žaruljicu. Pokusom će uočiti pohranjenu energiju. U drugom dijelu eksperimentalno će odrediti energiju kondenzatora—pohraniti naboj, spojiti ga na otpornik i tijekom pražnjenja mjeriti struju, napon i vrijeme. Podatke će bilježiti u tablicu, crtati  $I, t$  graf, iz njega izračunavati naboj za različite trenutke. Pomoću izračunatog naboja napraviti  $U, Q$  graf i iz površine ispod grafa izračunati pohranjenu energiju. Na kraju će usporediti eksperimentalne rezultate s rezultatom izračunatim formulom.

Goran Hajnal, prof.

Mario Vučković, prof.

## **Eksperimentalno određivanje specifičnog toplinskog kapaciteta**

Radionica je namijenjena nastavnicima fizike u srednjoj školi. Cilj radionice je prikazati kako se klasični eksperiment određivanja specifičnog toplinskog kapaciteta može provesti na suvremen, istraživački i digitalno potpomognut način. Sudionici će samostalno provesti mjerenja koristeći kalorimetre s digitalnim termometrima i električno grijanje, obraditi dobivene podatke pomoću digitalnih alata te raspraviti metodičke aspekte primjene pokusa u srednjoškolskoj nastavi.

Nada Čakić, prof.

Nedjeljko Mandić, prof.

## **Fizika, stres i otpornost na stres**

Stres je stanje mentalne i/ili tjelesne napetosti izazvano podražajima koji mijenjaju postojeću psihofizičku ravnotežu. Stresna situacija je većinom izvan naše kontrole i teško možemo utjecati na uzročnike stresa ali ono na što možemo utjecati je percepcija događaja i načini suočavanja sa situacijom.

Suočavanje sa stresom odnosi se na niz misaonih, emocionalnih i ponašajnih postupaka kojima nastojimo djelovati na stresnu situaciju. Stres potiču zahtjevi okoline, ali i nas prema samima sebi, a koje procjenjujemo teškima ili nadilazećima s obzirom na naše sposobnosti.

Važno je prepoznati vlastite načine reagiranja kojima se nastojimo obraniti od neugodnih emocija koje izaziva stres i koristiti učinkovite, zaštitne mehanizme koji povećavaju otpornost na stres. Otpornost na stres uključuje sposobnost da, koristeći vlastite resurse, pozitivno reorganiziramo život usprkos teškim životnim situacijama.

Sudionici radionice pobliže će se upoznati sa štetnim učincima stresa na mentalno i tjelesno zdravlje, moći procijeniti rizik stresnih utjecaja na vlastito zdravlje, definirati vlastite načine suočavanja te iskustveno sudjelovati u vježbama relaksacije i opuštanja.

Jasmina Kardoš, prof.

## **Uloga glume u nastavi fizike**

Cilj radionice je osvijestiti nastavnike da, uz razne druge uloge, dnevno preuzimaju i ulogu glumca te prikazati kako se primjenom glumačkih tehnika mogu ojačati nastavničke predavačke vještine. Također, cilj je pokazati da gluma može ojačati motivaciju, razumijevanje i aktivno sudjelovanje učenika u nastavi fizike. Učitelji i nastavnici će se upoznati s konkretnim metodama koje kombiniraju elemente drame, improvizacije i tjelesnog izražavanja s pojmovima iz fizike, s naglaskom na razvoj konceptualnog razumijevanja. Primjenjivost, jednostavnost i nesvakidašnjost ovakvih pristupa daju prednost u suvremenom obrazovnom kontekstu.

U radionici će se prikazati mogućnosti korištenja glumačkih tehnika kao alata za poboljšanje vlastitih predavačkih vještina te kao pedagoškog alata u nastavi fizike pri čemu učenici pristupaju apstraktnim fizičkim pojavama kreativno te se u njih uključuju tjelesno, emocionalno i interaktivno. Učitelji i nastavnici imat će zadatak osmisliti žive modele (living models) kroz igranje uloga te scenske simulacije fizikalnih procesa poput sudara, gibanja, vala ili prijenosa energije. Navedene aktivnosti potiču suradnju, komunikaciju i refleksiju, dok istovremeno pomažu učenicima da izgrade mentalne modele temeljene na iskustvu, bez potrebe za dodatnom opremom. Učitelji i nastavnici proći će kroz kratke, brzo primjenjive aktivnosti koje mogu odmah uvrstiti u svoje satove.

Marko Movre, prof.