

SPIN STRUJE

NANOZNANSTVENI SCENSKO UMJETNIČKI VODIČ
RADNA KNJIGA ZA NASTAVNIKA



Co-funded by
the European Union



U OVOJ RADNOJ BILJEŽNICI:

EUREKArt	2
ciljevi učenja	3
upute	4
naše putovanje	7
u pozadini	8
zanimljivosti	9
ključne riječi	10
akcije	12
pisanje priče	14
eliksir	16





EUREKArt

ISTRAŽIVANJE NANOZNANOSTI

EurekArt inovativni je Erasmus+ edukativni projekt razvijen s ciljem promicanja i povećanja **znanstvenih znanja** koja se tiču društva među učenicima u dobi od 12 do 16 godina. Omogućuje široku društvenu vrijednost kroz obrazovnu sinergiju između **vizualnih i izvedbenih umjetnosti** uokvirenu vrhunskim istraživanjima u nanotehnologiji.

EurekArt ima za cilj **stvoriti poveznice** između različitih područja obrazovanja pomoću sljedećeg:

- Poticati i razvijati **radoznalost učenika** za proces koji vodi od kreativnosti do stvaranja kulture.
- Razvijati interes za **znanstveno znanje** s društvenom vrijednošću kroz obrazovnu sinergiju između **vizualnih i izvedbenih umjetnosti** zajedno s nanotehnologijom.
- Razvijati **inovativne prakse** u području obrazovanja, kombiniranjem izvedbenih i vizualnih umjetnosti s nanotehnologijom.
- Omogućiti mladima potrebne **alate i vještine** za pronalaženje kreativnih i inovativnih rješenja koja im omogućuju suočavanje s društvenim rizicima i izazovima bez presedana.

Nadalje, **pruža korisne alate za nastavnike koji žele koristiti izvedbenu i vizualnu umjetnost u svom školskom nastavnom planu i programu.**



ciljevi učenja

POVEZIVANJE SA ŠKOLAMA

Ova radna bilježnica sadrži niz vježbi za podučavanje tema kao što su nanotehnologija i nanočestice, prilagođenih učenicima, koristeći scensko-umjetnički pristup. Ovdje se fokusiramo na **spin struje**. Kako bismo naš pristup učinili uzbudljivijim i korisnijim, predložiti ćemo vam i neke vježbe za stjecanje mekih vještina i vježbe pisanja priča. Na taj će način učenici pristupiti ovom materijalu iz višedimenzionalnog pristupa kako bi stekli zaokružen dojam. Točnije, istražiti ćemo:

Znanstveni sadržaj

Teme obrađene u ovoj radnoj bilježnici povezivat će se sa školskim nastavnim planom i programom. Točnije, učenici će se dotaknuti tema **elektrona, napona, spinova i spinskih struja**.

3

Stvaranje poveznica

Spin struje su u osnovi takozvane "spintronike" slične elektronici gdje struje ne stvaraju elektroni koji se kreću, već spinovi elektrona koji se mijenjaju s vremenom. Spintronike će sigurno revolucionirati naše digitalne i elektroničke živote, **unoseći dubinske promjene** u njih.

Soft Skills

Učenici će tijekom svog rada na sukreiranju znanja steći vještine vezane uz **timski rad, javni nastup i pripovijedanje**. Grupne aktivnosti poboljšat će **kritičko mišljenje** i vještine **pregovaranja**, a učenicima će omogućiti da otkriju dublje značenje znanstvene teme.





upute

UČITELJI POSTAJU VODIČI

Ova aktivnost kreirana je za **nastavnike svih predmeta**, kako bi im omogućila da uvedu temu **neuromorfnih čipova** povezujući ovu problematiku sa školskim kurikulumom, a ujedno i s društvom.

U središtu našeg pristupa je ideja da učenici trebaju pronaći **načine kako povezati svoje univerzume sa svakom temom kreativnim pristupom**, dok istovremeno stječu opće razumijevanje znanosti koja stoji iza toga. Predlažemo da nastavnici provedu učenike kroz niz vježbi u kojima učenici postaju **istraživači**, krećući na **putovanje ka otkriću**. Nastavnici će također istraživati teme s učenicima i **steći potencijalno novu svijest** o tome kako takve teme utječu na društvo te će također naučiti **novu tehniku poučavanja**.

4

Pristup koji smo koristili je pristup **neformalnog učenja** gdje se učenici ne suočavaju s **tipičnim frontalnim predavanjem**, već pristupaju temama kroz pristup **učenju kroz praksu**.

Iako bi biti nastavnikom prirodoznanstvenih predmeta moglo biti korisno kada se učenicima daju neke osnovne informacije o nanoznanosti, **nastavnici ne moraju biti stručnjaci iz područja prirodnih znanosti**: EurekaArt je **interdisciplinarni projekt**. Učenici će samostalno istraživati kako bi pronašli znanstvene informacije, a kada dođe trenutak za pisanje njihovih priča, nastavnici humanističkih znanosti mogli bi se naći na pravom mjestu.

Ono što nastavnici doista moraju imati je **otvoren um!** U radnoj bilježnici **Soft Skills** nastavnici će pronaći savjete i vježbe kojima će učenicima (i njima samima) dati skup alata s kojima će započeti svoje nanoznanstveno putovanje.





Ako je još niste pročitali, počnite s **radnom bilježnicom Soft Skills** i odlučite koja bi od predloženih aktivnosti najviše koristila vama i vašim učenicima. Zatim se **vratite ovoj radnoj bilježnici** da zaprljate ruke nanočesticama!

VREMENSKA TRAKA PROJEKTA

Za istraživanje nanoznanosti kroz prizmu scenske umjetnosti potrebno je nekoliko sastanaka s učenicima zbog različitih aspekata uključenih u projekt. Ovdje predlažemo moguću put za EurekaArt koji **nastavnici mogu personalizirati**: promijeniti redoslijed sastanaka, odabrati samo one koji su im potrebni ili podijeliti sadržaj s kolegama koji predaju različite predmete, kako bi projekt bio uistinu interdisciplinaran.

Predloženi sastanci (najviše 10 sati):

- *Soft skills* o scenskoj umjetnosti (1 do 3 h): posebno su potrebne ako učenici dolaze iz različitih razreda i/ili nastavnik nije upoznat s kazališnim pristupima ili tehnikama pripovijedanja.
- Putovanje junaka (1 h): kratka frontalna lekcija ili video resursi.
- Uvod u nanoznanost (1 sat): prođite kroz predložene ključne riječi, pozadinu i zanimljivosti i istražite ono o čemu želite znati više
- Scenska umjetnost i nanoznanost (1 do 2 h): fizičko utjelovljenje znanstvenih koncepata za njihovo bolje razumijevanje i... zabavu!
- Pisanje priče (1 h): rezimirati pripovijedanje, analizirati poznatu priču i kolektivno improvizirati novu, plus dati zadatak pisanja priče.
- Čitanje priča (1 do 2 h): učenici čitaju svoje priče nastavnicima i vršnjacima i dobivaju povratne informacije. Ovaj se sastanak može ponoviti više puta kako biste pročitali priče poboljšane na temelju povratnih informacija.

Imajte na umu da ćete prilikom **uvođenja nanoznanosti** u svoj razred koristiti samo odjeljke **“u pozadini”** i **“zanimljivosti”** ove radne bilježnice.



naše putovanje

MI SMO JUNACI!

EurekArt je **putovanje ka otkriću** na koje nastavnici i učenici zajedno kreću. U ovom trenutku, spremni ste za znanstvene radne bilježnice!

Kao što je već rečeno, naša avantura treba neke osnovne sastojke: **JUNAK**, koji je glavni lik, **KOMPLIKACIJU** koju treba savladati, **KUŠNJE** koje je potrebno prevladati i **RJEŠENJE** komplikacije. Na kraju priče junak uči važnu lekciju o životu koju je spreman podijeliti sa svijetom. Ovo zovemo **ELIKSIR!**

U EurekArtu, **mi smi junaci!**

6

Suočavamo se s **komplikacijom** suočavanja s novim znanjem: **ključne riječi**, ono **u pozadini** i **zanimljivosti** u radnim knjigama o nanoznanosti lako bi nas mogle uplašiti. To su neke velike stvari!

Sada se moramo uhvatiti u koštac s problemom u nekim **pokušajima**, pa poduzimamo **akciju**. Utjeloviti ćemo nanočestice kako bismo bolje razumjeli fizičke i kemijske procese koji se odvijaju. Naša posljednja, ali konačno uspješna akcija bit će **pisanje priče**, koja nas vodi do **eliksira**: učimo da nova znanja s kojima smo se suočili mogu biti dio naših života i ponosni smo što svijetu pričamo svoje priče.

EurekArt uključuje **izvedbene umjetnosti** u promicanje znanja i vještina u **znanstvenim područjima** utječući na domene **spoznaje** i **motivacije**.

Neka putovanje počne!





u pozadini

RAZUMIJEVANJE JE MOĆ

PRIČA IZA OVE TEME

Električna struja temelji se na kretanju elektrona i to rasipa energiju u obliku topline. Ali elektroni također nose još jedno svojstvo zvano "spin" - znanstvenici su uspjeli stvoriti kretanje vrtnji, poput struje, bez popratnog kretanja električnih naboja. Stoga nema stvarne disipacije energije, nema generirane topline i elektronički se uređaji mogu učiniti mnogo manjim od svojih klasičnih elektroničkih verzija (koje bi se inače otopile!).

7

POVEZANOST S DRUŠTVOM

Spin struje su izuzetno korisne. Trenutno se koriste u uređajima za pohranu informacija u računalima. Ali također se koriste u stvaranju kvantnih računala koja bi mogla riješiti složene probleme koje današnja najmoćnija superračunala ne mogu riješiti. To čine tako što koriste manje prostora, manje energije i rade to brže od standardnih računalnih uređaja na koje smo navikli. Nadalje, spin struje i spintronika također se mogu koristiti za konstruiranje futurističkih uređaja za prikupljanje energije koji koriste preostalu energiju koja bi inače ostala neiskorištena, poput one koju emitira toplina u mobilnom telefonu koja bi se, zahvaljujući spintronici, mogla pretvoriti natrag u napajanje koje mogao aktivno puniti bateriju samog telefona. Primjene u društvu su ogromne i brojne.





zanimljivosti

COOL STVARI ZA ZNATI

Spin struja bi mogla iskoristiti neiskorištenu toplinsku energiju vašeg mobitela za njegovo punjenje. Na način da se mobitel nikada ne bi trebalo puniti. Što ga više koristite, više je napunjen.

Spin struja može imati oblik "morskog vala" i tada se naziva spin valovi.

Spin elektrona daje dodatni stupanj slobode tehnologiji budući da elektron može imati spin "gore" ili spin "dolje".



ključne riječi

NAUČIMO MALO TERMINOLOGIJE

Spintronika

Spintronika, također poznata kao spin elektronika, je proučavanje intrinzičnog spina elektrona i njegovog povezanog magnetskog momenta, uz njegov temeljni elektronički naboj, u uređajima u čvrstom stanju.

Električna struja

Električna struja je tok nabijenih čestica, kao što su elektroni ili ioni, koji se kreću kroz električni vodič ili prostor. Mjeri se kao neto brzina protoka električnog naboja kroz površinu ili u kontrolni volumen.

9

Vodljivi materijal

U fizici i elektrotehnici, vodič je predmet ili vrsta materijala koji omogućuje protok naboja u jednom ili više smjerova. Materijali izrađeni od metala uobičajeni su električni vodiči.

Izolacijski materijal

Svaki materijal u kojem električna struja ne teče slobodno. Drvo, plastika, guma i staklo su dobri električni izolatori.





Kvantno računalstvo

Kvantno računanje je vrsta računanja koja koristi kolektivna svojstva kvantnih stanja, kao što su superpozicija, interferencija i zapetljanost, za izvođenje izračuna. Uređaji koji izvode kvantna računanja poznati su kao kvantna računala.

Prikupljanje energije

Prikupljanje energije je proces kojim se energija dobiva iz vanjskih izvora (npr. solarna energija, toplinska energija...) ili se dobiva iz preostale energije koja se obično troši u elektroničkim uređajima i pohranjuje ili izravno koristi. Skupljači energije pohranjuju ovu zaostalu energiju i pretvaraju je u energiju koja se koristi kao napajanje za niskoenergetsku elektroniku.

10

Termoelektrični efekt

Pojave u kojima ili temperaturna razlika stvara električni potencijal ili električni potencijal stvara temperaturnu razliku. Termoelektrični materijali pokazuju termoelektrični učinak u jakom ili prikladnom obliku.

Spin struje

To su elektroničke struje koje se ne temelje na kretanju naboja elektrona, već na kretanju spina.



Co-funded by
the European Union

Broj projekta: 2020-1-ES01-KA227-SCH-096093

Podrška Europske komisije za izradu ove publikacije ne predstavlja odobrenje njenog sadržaja koji odražava stavove samih autora te se Komisija ne može smatrati odgovornom za bilo kakvu daljnju uporabu informacija sadržanih u ovoj publikaciji.



akcije

UČENJE KROZ PRAKSU

Osnovna filozofija ovih vježbi

Kroz pokrete, radnje i **personifikaciju znanstvenih ideja** i pretvaranja-utjelovljenja učenici će steći osjećaj za nanoznanost. Također će iskusiti moć **metafora** koje će na taj način lakše koristiti u vježbi pripovijedanja. Štoviše, ovo je moćna **team building** aktivnost, posebno s učenicima iz različitih razreda. Ovdje ćemo raditi sa **spin strujama!**

11

Vježba 1 - Elektroni i struje

lokacija: prazna prostorija/slobodan prostor

Elektroni su osnovne čestice s negativnim nabojem. Mogu se pomicati razlikom u naponu poput one koju daje baterija, odmičući se od negativnog pola prema pozitivnom.

Za ovu igru trebat će vam košara puna teniskih loptica. Teniske loptice su elektroni. Dva učenika čine bateriju. Kada je baterija potpuno napunjena... negativni pol će zadržati sve kuglice dok pozitivni pol neće imati nijednu. Ostali učenici čine žicu, liniju koja povezuje dva pola baterije.

Sada uključimo električni priključak: u kojem smjeru će teći kuglice? Što će se dogoditi ako promijenimo polaritet baterije? Što se događa kada se baterija potpuno isprazni? Kako biste mogli napuniti bateriju?





Možda ćete htjeti stvoriti igru u kojoj učenici trebaju puniti bateriju: možete li odrediti granice zbog kojih se baterija ne može puniti "beskonačnom brzinom"? I što brže puniti bateriju, zašto se ona više zagrijava?

Vježba 2 - Izolatori i vodiči

lokacija: prazna prostorija/slobodan prostor

Sada su učenici elektroni. Jedna strana sobe je pozitivan pol, dok je druga strana negativna. U kojem smjeru će se kretati? Koliko se mogu približiti jedno drugome? Mogu li se dotaknuti?

Zamislamo sad da su im stopala stvarno teška... stvarno teško hodaju. Ušli su u izolator! Što ako su im stopala zalijepljena za pod? Može li sada tu biti električne struje?

12

Vježba 3 - Spinovi u izolatorima

lokacija: prazna prostorija/slobodan prostor

Jedna od karakteristika elektrona je njegov spin, kvantno mehaničko svojstvo koje može biti "gore" ili "dolje". Sada će učenici imitirati elektrone, neki s okretom "gore" (ruke idu gore), a drugi s okretom "dolje".

Sada, učenici se poslože u liniju, ali opet su im stopala zalijepljena za pod! Oni su unutar izolatora, ali... mogu li stvoriti spin struju?





pisanje priče

ZNANOST U PRIČI

Pronalaženje junaka

Sada je vrijeme da učenici **napišu vlastitu priču**, istražujući znanstvenu temu **spin struja**. Prijeći od fizičkog utjelovljenja nanočestica do pisanja priča čini se kao veliki skok, ali lakše je nego što možete zamisliti!

Najprije možete **zajedno analizirati priču koju svi znaju** i tražiti elemente **junakovog putovanja**: status quo, komplikaciju, pokušaje, rješenje i eliksir. Dobar **primjer**, koji sadrži neočekivano točnu znanost, je Potraga za Nemom. Neka vam učenici pomognu **proći kroz radnju**, korak po korak, i pogoditi što je istina ili fikcija. Zatim provjerite odgovore na internetu: migriraju li kornjače? Žive li ribe klaunovi u anemonama? I tako dalje. Naravno, možete koristiti i druge primjere. Istaknite razliku između fikcije utemeljene na stvarnoj znanosti, poput *Gattaca* ili *Interstellar*, i čiste znanstvene fantastike, poput *Transformersa*.

Sljedeći korak je kreativniji: **izmišljanje kolektivne improvizirane priče**. Jedan za drugim, u krugu, svaki će učenik ispričati ponešto, počevši od statusa quo i doći do eliksira. To je **eksperiment**, pa ćete ih morati **voditi** kroz svaki korak, dajući im **nagovještaje** poput "tko je junak?", "sada nam treba komplikacija" i tako dalje, sve dok priča ne završi. Je li bilo prelako? Podignimo igru na sljedeću razinu: **priča o znanosti!**

Učenici će morati raditi autonomno: odabrati junaka, izmisliti zaplet i pronaći pouzdane izvore sadržaja o nanoznanosti na internetu. Nastavnici ih mogu voditi, ali učenici moraju odraditi posao!

13





Kvantna nadmoć

Spintronika, bazirana na spinskim strujama, okosnica je kvantnih računala. Ova računala već postoje, ali su još u povojima. U ne tako dalekoj budućnosti ova računala će se moći kupiti u redovnim trgovinama i na njima će se praviti vrlo složeni i dugi izračuni koje današnja računala ne mogu napraviti u razumnom roku.

Dakle, zašto ne zamoliti učenike da razmisle o ovim pitanjima i **napišu priču** koja ih inspirira da spase našu baštinu? Radit će u **malim grupama** i čak bi mogli koristiti **različite umjetničke izraze**, ako se osjećaju skloniji **glazbi**, na primjer, ili **slikanju**, ili izradi **grafičkog romana** ili cijele priče s **memovima**. Sve dok njihova kreacija sadrži sve osnovne korake junakova puta, to je priča!

Ako su učenici zapeli, evo mogućeg početka: "Znanstvenik ima vrlo kompliciran problem koji mora riješiti (npr. predviđanje klime na Zemlji za 10 godina ili otkrivanje smisla života...) i on/ona treba pronaći vrlo moćno računalo za izračune. Obična super računala nisu dorasla zadatku jer im mogu biti potrebne godine za ove komplicirane izračune. Stoga on/ona udružuje snage s istraživačima koji rade na spinskim strujama koje se koriste u super kvantnom računalu. .." **Hoće li novo računalo raditi?** Koji su parametri potrebni za ove izračune? I kakva će klimatska predviđanja napraviti?

Nakon što učenici završe s stvaranjem priče, zašto je ne **podijeliti** s razredom? Uputite učenike da je pročitaju naglas ako su je napisali ili prezentiraju svoje umjetničko stvaralaštvo ostatku skupine. Ako se osjećaju vrlo avanturistički, zašto to ne **pokušati odglumiti**?

Uz **povratne informacije** svojih vršnjaka vidjet će je li ono što su htjeli reći doista prošlo. Ako jest, pronašli su **eliksir**!



eliksir

TI SI JUNAK

Što sam naučio/la iz ovog iskustva?

Nastavnici i učenici trebali bi posvetiti neko vrijeme da shvate koju lekciju će izvući iz ovog iskustva. Kao što se protagonist svake priče na kraju vraća u svoj svijet s "eliksirom", tako bi se trebali i **nastavnici i učenici**. Uostalom, oni su **protagonisti vlastitih priča!**

Postavimo učenicima ova pitanja: **ako biste prijatelju trebali objasniti što su to spin struje, zašto su važne i za što su korisne, kako biste to učinili? Što bi rekao/la?**

15

Također, razmislimo o našem putovanju i pitajmo učenike: **Jeste li otkrili da bi pričanje priče o nanoznanosti moglo biti lakše od znanstvenih objašnjenja što nanoznanost jest? Je li vam bilo zanimljivo? Kako vam se sviđjelo koristiti pripovijedanje da biste objasnili znanost?**

Sada, **postavimo sebi ista pitanja!**

Napomena: ako imate bilo kakve primjedbe ili prijedloge u vezi s ovom radnom bilježnicom i vježbama i zadacima uključenima u nju, slobodno nas kontaktirajte na direzione@arditodesio.org





WWW.EUREKART-PROJECT.EU



The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Co-funded by
the European Union