****

**Kristalno jasno**

**Predmet:** Kemija

**Razred:** 1. razred, srednja škola  
**Razina izvedbene složenosti:** napredna

**Ključni pojmovi:** atomski kristali, gustoća metala, ionski kristali, jedinična ćelija, kristali metala, molekulski kristali, nukleacija, rast kristala, svojstva kristala

**Korelacije i interdisciplinarnost:**

- Matematika  
- Geologija  
- Etika  
- Likovna kultura  
- Geografija

**Obrazovni ishodi:**

* razlikovati amorfne tvari, kristale, alotrope i polimorfe (A, D)
* razlikovati kristalnu građu tvari na temelju kemijske veze i međučestičnih djelovanja (A, D)
* povezati fizikalna svojstva kristala s njegovom građom (B, D)
* razlikovati jedinične ćelije kubičnoga sustava (C, D)
* izračunati parametre koji opisuju jediničnu ćeliju na temelju zadanih podataka (C, D)
* povezati uvjete rasta kristala s njihovom veličinom i oblikom kristala (A, B, D)

*\*U zagradama su navedena slova koja označavaju aktivnosti ovog scenarija poučavanja, a njihovom se realizacijom doprinosi ostvarenju dotičnog ishoda.*

**…………………………………………………………………………………………………..**

**Opis aktivnosti:**

|  |
| --- |
| **A** |

**Putovanje u središte Zemlje**

Istraživanjem rudnika Naica u Meksiku otkrivena je spilja s najvećim kristalima na svijetu. Više o izgledu i opisu spilje i kristala učenici mogu pročitati na [izvoru 1](http://www.vecernji.hr/znanost/pecina-divovskih-kristala-beskrajno-lijepa-i-smrtno-opasna-1142042) i vidjeti u [videozapisu](http://www.profil-klett.hr/repozitorij-materijali/znate-li-gdje-se-nalaze-najveci-kristali-na-svijetu) *Znate li gdje se nalaze najveći kristali na svijetu?* Možete im postaviti pitanja koja će ih usmjeriti da na temelju internetskog pretraživanja istraže kemijski sastav i naziv kristala koji se nalaze u spilji Naica te uvjete u kojima su kristali rasli.  
Važno je uočiti da je Naica vrlo osjetljiv sustav i u svrhu očuvanja tog prirodnog fenomena pokrenut je projekt Naica, u kojem se znanstvenim istraživanjem pokušavaju očuvati kristali. Potaknite učenike na iznošenje svojih prijedloga o očuvanju spilje, kojim će se ujedno omogućiti znanstvenicima i znatiželjnicima mogućnost njezina istraživanja. Temu možete obraditi i u okviru nastave Etike. Svojstva različitih vrsta kristala (s obzirom na međučestična djelovanja) učenici mogu ispitati tako što će usporediti svojstva različitih kristala. Za pokus su im potrebni uzorci različitih kristala (primjerice joda, natrijeva klorida, aluminija, grafita), 4 epruvete, stakleni štapić, plamenik, voda, toluen, kapalica. Učenici za navedene uzorke tvari uz pomoć staklenog štapića trebaju odrediti kakva im je tvrdoća. Podatke upisuju u tablicu u kojoj se na vrhovima stupaca nalaze nazivi navedenih tvari, a na početku redova nazivi svojstava. Imaju li navedene tvari visoko ili nisko talište demonstracijski ispitajte vi (kako ne bi došlo do trovanja učenika parama joda), kratkim provlačenjem epruveta s uzorcima kroz plamen. Dodatkom vode, a zatim i nekoliko kapi toluena, učenici neka određuju kakva je topljivost navedenih uzoraka u polarnim i nepolarnim otapalima. U predzadnjem retku navode se vrste čestica od kojih se sastoje navedeni kristali, a u zadnjem retku naziv opisane vrste kristala.  
Ovisno o raspoloživu vremenu, učenici mogu nastaviti i geološko istraživanje tako što će virtualno istražiti mjesta gdje se mogu naći različite vrste kristala (primjerice, nalazišta grafita, dijamanta, kvarca, zlata i sumpora). Mjesta možete označiti i unutar [Google karti](https://www.google.com/maps). Zadajte im različite vrste kristala, s obzirom na kemijske veze i međučestična djelovanja u njima (atomski, molekulski, ionski, i metalni kristali). Neka usporede svojstva navedenih tvari (talište, tvrdoća, vodljivost, topljivost…) i pokušaju objasniti kako su uvjeti nastanka utjecali na njihova svojstva (kvarc mogu uspoređivati i sa svojstvima stakla). Kako bi učenici lakše shvatili što trebaju napraviti, pripremite im tablicu zadataka koju možete izraditi uz pomoć alata [One Note](https://www.onenote.com/), a učenici mogu svoje rezultate prikazati unutar tablice ili samostalno izrađene uz pomoć alata [Thinglink](https://www.thinglink.com/). Nakon provođenja aktivnosti možete učenike povesti u posjetu nekom hrvatskom [nalazištu kristala](http://www.tkic.hr/gaveznica-kameni-vrh/), [rudniku](http://www.stari.pp-medvednica.hr/Medvednica_hr/Medvednica_priroda_geologija4.htm) ili [muzeju](http://www.hpm.hr/Stalni%20postav) s mineraloškom zbirkom ili možete organizirati terensku nastavu na domaćim spiljskim lokalitetima.

***Postupci potpore***

U izradi i primjeni scenarija nezaobilazne su [*Didaktičko-metodičke upute za prirodoslovne predmete i matematiku za učenike s teškoćama*](https://edutorij.e-skole.hr/alfresco/guestDownload/a/workspace/SpacesStore/17d413fe-dce4-4e95-80f6-7f67433c6e4b/Didakticko-metodickeupute-ucenici-teskoce.pdf), usklađene s posebnostima poučavanja, uvjetovane određenim oštećenjima, razvojnim poremećajima ili utjecajem okoline. Opisani postupci mogu pomoći u uporabi IKT alata, posjetima, gledanju videozapisa, sudjelovanju u raspravama i dr.

Potaknite učenike na čitanje članka o najvećem kristalu na svijetu. Za učenike s intelektualnim teškoćama, učenike na spektru autizma, poželjno i učenike s disleksijom, istaknite važnije dijelove u tekstu označavanjem flomasterom u boji ili pripremite semantički pojednostavnjen tekst članka. Za bolje razumijevanje svakako mu pridružite fotografije.

Dodatnim pitanjima potaknite učenike na sudjelovanje u raspravi o očuvanju spilje Naica.

Učenike s oštećenjima vida potrebno je voditi tijekom gledanja sadržaja sa slikovnim zapisima. Dok ostali učenici gledaju videozapis, učenicima oštećena vida slikovito opisujte kristalne oblike u spilji (oblik, boja, veličina), pri tome rabeći riječi (npr. *pridjevi, prilozi, prijedloz*i) kojima ćete dočarati njihov izgled .

Opsežne i semantički zahtjevne tekstove o rudniku i muzeju s mineraloškom zbirkom pojednostavnite i sažmite.

Potaknite učenike na virtualno istraživanje neke od predloženih spilja, a pri tome pripremite sažetak radi lakšeg snalaženja i iznošenja zaključka.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |
| --- |
| **B** |

**Veliki kristalni izazov**

Koliko velike kristale možemo napraviti? Neka učenici istraže i predlože način na koji bi uzgojili najveći monokristal zadane soli. Podijeljeni u skupine, od primjerice tri člana, neka predlože metodu, materijal, uvjete, rokove i veličinu kristala (inženjerski pristup). Svoj prijedlog trebaju pokazati vama ili drugim učenicima u obliku prezentacije izrađene primjerice uz pomoć alata [One Note](https://www.onenote.com/) u dijelu *Student* *notebook*, koji je vidljiv vama, ali ne i drugim učenicima. Kristal trebaju uzgajati u školi kroz zadani vremenski period. Izradom u školi izbjegavate opasnosti povezane s nestručnim rukovanjem kemikalijama izvan vašeg nadzora. Uz eksperimentalni rad, učenici neka vode i laboratorijski dnevnik koji mogu pisati također uz pomoć alata [One Note](https://www.onenote.com/). U dnevnik neka unesu i fotografije rasta kristala i metoda kojima se pri tome koriste. Napredak rasta kristala mogu podijeliti s ostalim učenicima također uz pomoć alata [One Note](https://www.onenote.com/) u dijelu *Collaboration Space*, uz pomoć kojeg mogu napraviti i posebnu grupu za svoj tim unutar koje će razmjenjivati informacije. Na kraju dogovorenog perioda rasta organizirajte izložbu kristala. Učenici tom prilikom mogu drugima „odati“ na koji su način izradili velike i pravilne kristale. To mogu prikazati i uz pomoć kratkog videouratka izrađenog uz pomoć alata [Animoto](https://e-laboratorij.carnet.hr/animoto-izrada-video-materijala/) ili stripa izrađenog uz pomoć alata [Pixton](https://e-laboratorij.carnet.hr/pixton-udahnite-zivot-strip/).  
Ako se u tom trenutku organizira, učenici se mogu uključiti u postojeće natjecanje u rastu kristala. „[Ljepota kristalnih ploha](http://hrvatska-udruga-kristalografa.hr/?page_id=841)“ prvo je takvo natjecanje u Hrvatskoj i namijenjeno je učenicima osnovnih i srednjih škola. Pokrenuto je 2014. godine, u znak obilježavanja međunarodne godine kristalografije. Isto natjecanje održava se i u školskoj godini 2016./2017., a sudeći prema sve većem odazivu učenika, velika je vjerojatnost da će se organizirati i sljedećih godina.

***Postupci potpore***

Učenicima s teškoćama potrebno je sažeti složeni tekst, uvijek uz vidnu podršku, primjerice najznačajnije činjenice o monokristalima usustaviti u jasan tekst, prema potrebi učenika (npr. slabovidni učenici, učenici na spektru autizma, učenici s intelektualnim teškoćama) i uz pomoć različitih boja.

Učenicima s teškoćama omogućite dovoljno vremena da prorade sadržaj i za izvedbu zadataka, poštujući načelo: lakši – teži – lakši zadatak, može i od lakšeg prema težem, a važno je da učenici s teškoćama razumiju na koji će način riješiti zadatak (od poznatog prema nepoznatom). Ponekad može biti učinkovito odabrati zadatke podjednake težine (npr. u radu s učenicima s ADHD-om, oštećena sluha), pri čemu je važno označiti teške zadatke u drugoj boji kako bi učenici znali što ih čeka, važno je da razumiju kako će primijeniti „ključ” rješavanja zadataka.

Dobro je učenicima s teškoćama predstaviti svaki novi IKT alat i tek kad razumiju osnove, možete ih uključiti da radom u paru ili s pomoćnikom u nastavi istraže i pripreme povjerene zadatke.

Potaknite učenike da na različite načine ilustriraju kristale iz mašte, neki učenici i prema promatranju fotografija i sl.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |
| --- |
| **C** |

**Kristalna arhitektura**

Prostorni zor vrlo je važan u više životnih područja, poput arhitekture, dizajna i inženjerstva. Istraživanjem kristalne građe on se može značajno razviti i pomoći nam da uvidimo povezanost svojstava kristala s njihovom unutarnjom građom. Učenici mogu izrađivati modele kristala na različite načine. Primjerice, primjenom origami metode, prateći upute s [videozapisa](https://www.youtube.com/watch?v=Vaumo4j52-A)*Origami 3D kocka (Origami 3D Cube)*, učenici mogu od papira napraviti tri kocke. Njih mogu pretvoriti u modele različitih jediničnih ćelija kubičnog sustava, tako što će, prema 2D predlošku, uz pomoć markera označiti atome na njima (osim središnjeg atoma u volumno-centriranoj kubičnoj slagalini) te dijagonalu plohe i brid kocke. Na temelju modela mogu odrediti koji se broj atoma nalazi unutar jedne kocke i kako se može izračunati gustoća kristala. Modele mogu crtati i uz pomoć alata za modeliranje, primjerice [Tinkercad](https://www.tinkercad.com/). Tako nacrtane modele mogu uz pomoć alata [Cura](https://ultimaker.com/en/products/cura-software) pripremiti za 3D printanje i izraditi ih uz pomoć 3D printera. Na temelju 3D modela jediničnih ćelija različitih vrsta kubičnih slagalina učenici trebaju pronaći način kako će izračunati gustoću jedne jedinične ćelije, a zatim svoju metodu računanja provjeriti na nekom konkretnom primjeru izračuna gustoće tvari, primjerice, izračunu gustoće natrija. Osim jediničnih ćelija, mogu se napraviti i modeli molekula i kristala te na temelju njih uspoređivati ovisnost svojstava o obliku molekula i građi kristala. Primjerice, zadajte učenicima da nacrtaju po jedan 3D model kristala u svakom kristalnom sustavu i na temelju izgleda neka zaključe kako su povezani naziv kristalnog sustava s izgledom i geometrijom kristala. Za tvar za koju su nacrtali model kristala neka istraže na kojim se lokalitetima u prirodi može pronaći i za što se primjenjuje u svakodnevnom životu. Sve primjere modela kristala i njihovih svojstava, nalazišta i primjene učenici neka spreme uz pomoć alata [One Note](https://www.onenote.com/) u dijelu *Collaboration Space (kolaboracijski prostor)*.

***Postupci potpore***

Izrada modela od papira može predstavljati složen zadatak za učenike s motoričkim oštećenjima gornjih ekstremiteta, zato im je pri izradi važna potpora vršnjaka ili pomoćnika u nastavi, ako djeluje u vašem razredu. U slučaju da se odlučite za vršnjačku potporu, važno je pratiti njihov zajednički rad. Pružite učenicima dodatnu potporu kod zahtjevnijeg oblikovanja papira. Radi uspješnosti preporučuje se izbjegavanje manjih dimenzija papira pa pratite potrebe učenika.

Poveznice sa sadržajem na stranom jeziku potrebno je prevesti. Učenici mogu nekoliko puta pogledati određeni prilog, upute, zadatak i sažetak s nekoliko kratkih pitanja za ponavljanje.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |
| --- |
| **D** |

**Lov na kristale!**

*Room escape* s problemima u vezi s kristalima. Cilj je izići iz „zaključane“ učionice prije isteka zadanog vremena. Iz sigurnosnih razloga nemojte stvarno zaključati učionicu, nego uvedite lozinku za izlazak. Lozinka ne smije biti jednostavna, kako je učenici ne bi pogodili. To može biti niz brojeva ili velikih i malih slova ili niz boja. Do dijelova lozinke učenici, u timovima, dolaze rješavanjem pojedinačnih problema, koji su u ovoj aktivnosti povezani s kristalima. Oni mogu biti jednostavni, primjerice prepoznati kristal i navesti njegov naziv, nešto zahtjevniji, primjerice izračunati gustoću nekog metala, ili istraživački, primjerice pronaći gdje se u svijetu nalazi najveće nalazište sumpora. Isto tako, pokušajte napraviti poveznice među određenim pitanjima, primjerice da se rješavanjem jednog problema kao odgovor dobije vrsta jedinične ćelije nekog metala, a u drugom problemu potrebno je izračunati njegovu gustoću.  
Uz pomoć alata [Animoto](https://e-laboratorij.carnet.hr/animoto-izrada-video-materijala/) napravite uvodni videouradak o „problemu“ u kojem su se našli i uputama čime se sve mogu koristiti za rješavanje problema, kao i kako mogu doći do lozinke potrebne za izlazak. O uvodnom videozapisu ovisi njihova početna motivacija za aktivnost, stoga je vrlo važno kakvu ćete priču učenicima predstaviti. Probleme rasporedite po učionici na nekoliko mjesta. Desetak mjesta trebalo bi osigurati da ne bi nastala gužva oko pojedinih problema. Svakom timu zadajte redoslijed rješavanja problema kako se timovi ne bi sretali na istom problemu. Pitanja možete napraviti uz pomoć alata [LearningApps](http://e-laboratorij.carnet.hr/learning-apps-jednostavno-izradite-alat-svoju-nastavu/), pri čemu će uspješnim rješenjem učenici otkrivati dijelove izlazne lozinke. Ako imate mogućnosti, postavite na punktove prave kristale ili njihove modele (možete upotrijebiti modele izrađene u aktivnosti C). Ako radite u učionici opremljenoj računalima, ostavite pitanja na svakom punktu na posebnom računalu (ili tabletu). Na projekcijskom platnu stavite odbrojavanje vremena uz pomoć *web-*aplikacije [Timer tab](http://www.timer-tab.com/). Završni dio otkrivanja lozinke možete postaviti kao rješavanje križaljke izrađene uz pomoć alata [Crossword Labs](http://e-laboratorij.carnet.hr/crossword-labs-svatko-moze-napraviti-krizaljku/), u koju će učenici upisati riječi dobivene rješavanjem pojedinačnih problema. Nakon „izlaska“ iz prostorije, ostavite vremena za osvrt na pitanja koja su učenici morali rješavati i odabir strategije dobivanja lozinke. Vama će osvrt pomoći u daljnjem razvijanju pitanja koja ćete upotrebljavati za provedbu aktivnosti, a učenicima da dodatno ponove pojmove. Učenicima koji završe ranije dajte mogućnost da sami sastave nova pitanja koja će se iskoristiti tijekom sljedećeg provođenja aktivnosti.  
Vodite računa da pitanja koje postavljate učenicima moraju voditi ostvarenju postavljenih ishoda, kako igra ne bi postala sama sebi svrhom.

***Postupci potpore***

Važno je da prije rada u paru ili manjim skupinama na rješavanju problema bijega iz zaključane učionice dodatno objasnite učenicima s teškoćama što će raditi i što je cilj zajedničkoga rada. Tek kad ste sigurni u razumijevanje zadatka/zadataka (cilj, koraci rješavanja lozinke), učenici mogu pristupiti radu. Dobro je pratiti rad skupina i usmjeravati ih kad za to uočite potrebu. Pri svemu je važno da je svaki član para ili skupine bude aktivan, a nikako pasivan promatrač. Lozinku za bijeg učenici mogu sastaviti uporabom igraćih kockica s u osnovnim bojama ili s točkicama.

Kad se u radu koristite novim poveznicama, provjerite kako se pojedini učenik u tome snalazi. Učenicima s intelektualnim teškoćama trebat će više podrške i vremena da ovladaju novim alatom, a neki možda nikada neće moći samostalno upotrebljavati ponuđeni alat, što treba uvažavati te upotrebljavati rad u paru.

Za pripremu križaljke, tako da se u njoj pojavljuju kratka pitanja, asocijacije i tvrdnje, služite se slikovnim predlošcima. Dobro je kad se upisivanjem točnih rješenja u vodoravnom ili okomitom smjeru u križaljci pojavljuje polje s ključnim pojmom, npr. *kristali*.

Zadatci koji su povezani s vremenskim odbrojavanjem nisu primjereni za učenike s teškoćama, odnosno trebaju biti pripremljeni tako da učenicima osiguravaju ishode poučavanja, ali uz produljeno vrijeme rada. Poželjno je informacije predočiti auditivno, dok u radu s učenicima oštećena vida maksimalno povećajte vidljivost zadataka.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Za one koji žele znati više**

Učenici koji žele znati više mogu istražiti što su to tekući kristali i po čemu se razlikuju od „običnih“ kristala. U rezultatima istraživanja neka istaknu gdje se u prirodi nalaze tekući kristali i koja im je primjena u svakodnevnom životu. Referat o tekućim kristalima mogu napisati uz pomoć alata [One Note](https://www.onenote.com/), u dijelu *Collaboration Space (kolaboracijski prostor)*. Osim teorijskog istraživanja učenici mogu izraditi i senzor od tekućih kristala koji bi mijenjao boju pri promjeni temperature, o čemu se više informacija može pronaći u[izvoru 2](http://nanoyou.eu/component/content/article/87-hands-on-activities/500-experiment-with-liquid-crystals0e28.html?directory=4&Itemid=4).

**Dodatna literatura, sadržaj i poveznice:**

Dodatna pojašnjenja pojmova možete potražiti na relevantnim mrežnim stranicama – [Google znalac](https://scholar.google.hr/),[Struna](http://struna.ihjj.hr/) (Hrvatsko strukovno nazivlje), [Hrvatska enciklopedija](http://www.enciklopedija.hr/) i sl.

1. Ivančić, Đ., Stančić, Z. (2015): Razlikovni pristup u inkluzivnoj školi. U: Igrić, Lj. I sur. *Osnove edukacijskog uključivanja. Škola po mjeri svakog djeteta je moguća*(str. 159–203). Zagreb, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Školska knjiga.
2. Sekušak-Galešev, A., Stančić, Z., Igrić, Lj. (2015): Škola za sve, razvrstavanje učenika i čimbenici poučavanja. U: Igrić, Lj. I sur. *Osnove edukacijskog uključivanja. Škola po mjeri svakog djeteta je moguća* (str. 203–249). Zagreb,
3. F. M. Bruckler, Matematički origami, *Matka: časopis za matematičare*, Vol. 21, No. 83, ožujak 2013. (<http://hrcak.srce.hr/112907>).
4. D. Grdenić (2005): *Molekule i kristali*, Školska knjiga, Zagreb.
5. A. R. West (2014) *Solid State Chemistry and its Aplications*, Wiley, New York.

Napomena: Valjanost svih mrežnih poveznica zadnji put 25. 5. 2018.

[Creative Commons licenca](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)  
Ovo djelo je dano na korištenje pod licencom [Creative Commons Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Prilikom korištenja ovog djela trebate označiti autorstvo djela na ovaj način: CARNET (2017) e-Škole scenarij poučavanja ˝(upisati naslov scenarija poučavanja)˝, [https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/.](https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/)

|  |
| --- |
| Primijenili ste ovaj scenarij poučavanja u nastavi? Recite nam svoje mišljenje popunjavanjem upitnika na ovoj [poveznici](https://upitnik.carnet.hr/index.php/689166?lang=hr). |