



Srednja  
tehniška in  
poklicna šola  
Trbovlje

. . . . .  
. . . . .  
. . . . .  
G I M N A Z I J A  
L E D I N A

# **Kemijska bitja: didaktično gradivo pri pouku kemije ustvarjeno z umetno inteligenco**

Področje: Druga področja

Raziskovalna naloga

Avtorji: Nik Bregar  
Aleksej Lazar  
Ana Šarc

Mentorji: Stana Kovač Hace  
Dr. Uroš Ocepek  
Mag. Nika Cebin

Trbovlje/Ljubljana, marec 2024

## **ZAHVALA**

Iskreno se zahvaljujemo našim mentorjem, profesoricama Stani Kovač Hace in mag. Niki Cebin ter profesorju dr. Urošu Ocepku, ki so nas pri raziskovalnem delu in pisanju raziskovalne naloge usmerjali in nam pomagali pri kritičnem presojanju ustreznih virov.

Dodatna zahvala je namenjena profesorju dr. Urošu Ocepku, ki je veliko pripomogel pri grafični kreaciji igralnih kart.

Najlepša hvala lektoriciama Marini Odlazek in Simoni Izgoršek.

Zahvaljujemo se Srednji šoli Zagorje, Srednji tehniški in poklicni šoli Trbovlje, Gimnaziji Ledina, Osnovni šoli N.H. Maksa Pečarja ter Osnovni šoli Ivana Skvarče, da so nam omogočili izvedbo preizkusa igre s kartami med učenci in dijaki ter za njihovo sodelovanje pri reševanju ankete, ki se je na to nanašala.

Velika hvala velja tudi našim družinam, ki so nas pri raziskovalnem delu podpirale.

## VSEBINA

Povzetek .....	5
Abstract .....	5
1 UVOD .....	6
1.1 Namen raziskovalne naloge .....	7
1.2 Cilji Namen raziskovalne naloge .....	7
1.3 Hipoteze .....	7
2 TEORETIČNI DEL / PREGLED OBJAV .....	7
3 RAZISKOVALNI DEL .....	9
3.1 Raziskovalne metode/metodologija/materiali .....	9
3.1.1 Generiranje slik.....	9
3.1.2 Zgodovina generiranja slik.....	9
3.1.3 Kako umetna inteligenca generira slike?.....	10
3.1.4 Orodja za generiranje slik .....	11
3.1.5 Veliki jezikovni modeli .....	11
3.1.6 Predstavitve velikih jezikovnih modelov .....	11
3.1.7 Materiali .....	13
3.1.8 Metode dela .....	13
4 EMPIRIČNI DEL.....	14
4.1 Metodologija raziskovalnega dela .....	14
4.1.1 Vzorec .....	14
4.1.2 Pripomočki.....	15
4.1.3 Postopek.....	15
5 REZULTATI IN RAZPRAVA.....	15
5.1 Rezultati .....	15
5.1.1 Igralne karte ustvarjene s pomočjo umetne inteligence.....	15
5.1.2 Navodila za igro s kartami.....	41
5.1.3 Preizkušanje didaktičnega gradiva in anketiranje .....	41
5.2 Razprava.....	46
6 ZAKLJUČEK.....	49
7 VIRI IN LITERATURA .....	51
8 PRILOGE.....	53
PRILOGA A: Opisi elementov za ustvarjanje bitij.....	53
PRILOGA B: Opisi spojin za ustvarjanje bitij .....	55
PRILOGA C: Reakcijski pogoji pri preprostih kemijskih reakcijah .....	58
PRILOGA D: Pravila za igro s kartami .....	62

PRILOGA E: Vprašalnik o uporabi različnih vrst gradiv pri pouku kemije .....	63
PRILOGA F: Plakat za družabno igro s kartami .....	64

## POVZETEK

Ker tehnologija postaja osrednji del sodobne družbe, bo moral pouk v današnjem izobraževalnem sistemu temeljiti na sodobnih pristopih, ki bodo učence in dijake spodbujali k aktivnemu sodelovanju in razmišljanju, torej k uporabi gradiv, ki bodo za učence in dijake spodbudna, navdušujoča in hkrati zabavna. S takšnim načinom poučevanja bo razumevanje tistega, česar so se naučili, boljše. Znanje bo posledično trajnejše in bolj poglobljeno. Zato smo s pomočjo umetne inteligence izdelali interaktivno didaktično gradivo z naslovom "KEMBITJA - Kemijska bitja", ki je namenjeno usvajanju nove učne snovi, ponavljanju ali utrjevanju znanja.

Po rezultatih ankete, ki smo jo izvedli med učenci in dijaki, se je pokazalo, da uporaba takih gradiv spodbuja večje zanimanje in dodatno motivira učence za učenje, raziskovanje ter premišljevanje o tematiki. Razvidno je, da je pripravljeno didaktično gradivo učinkovito, saj omogoča učencem/dijakom usvajanje znanja na bolj družaben, sproščujoč in zabaven način. Gradivo služi svojemu namenu, s čimer je naš cilj dosežen.

Ključne besede: kemijski elementi in spojine, umetna inteligenca, igra s kartami, znanje.

## ABSTRACT

Since technology is becoming a central part of modern society, lessons in today's education system will have to be based on modern approaches that will encourage pupils and students to actively participate and think, i.e. to use materials that will be stimulating, exciting and at the same time fun for pupils and students. With this way of teaching, there will be a better understanding of what they have learned. As a result, the knowledge will be more permanent and more in-depth. Therefore, with the help of artificial intelligence, we created an interactive didactic material entitled "Chemical Creatures", which is intended for learning new learning material, repeating or consolidating knowledge.

According to the results of the survey we conducted among pupils and students, it was shown that the use of such materials stimulates greater interest and additionally motivates pupils to learn, research and reflect on the subject. It is clear that the prepared didactic material is effective, as it enables students to acquire knowledge in a more sociable, relaxing and fun way. The material serves its purpose, which achieves our goal.

Key words: chemical elements and compounds, artificial intelligence, card game, knowledge.

# 1 UVOD

Didaktična gradiva ustvarjena z umetno inteligenco bodo v prihodnosti nepogrešljiv del sodobnega šolskega okolja, saj bodo omogočala drugačen, bolj pester in raznolik pouk. Menimo, da so didaktična gradiva ključnega pomena za ustvarjanje privlačnega, spodbudnega in učinkovitega učnega okolja, ki pripomorejo k razvoju znanja in veščin. Hkrati spodbujajo k samostojnemu učenju in omogočajo upoštevanje individualnih sposobnosti in zmožnosti učencev in dijakov, kar lahko prispeva k njihovemu večjemu interesu in motivaciji za učenje. S tem namenom smo razvili sodobno didaktično gradivo z naslovom *Kemijska bitja*: gradivo pri pouku kemije ustvarjeno z umetno inteligenco.

Ker je kemija za učence in dijake pogosto abstraktna in težje razumljiva, smo poskušali razviti didaktično igro, ki jih spodbuja pri zavzetosti za učenje, omogoča medsebojno sodelovanje, ustvarja pozitivno učno klimo pri pouku in jih motivira tudi za samostojno učenje v domačem okolju. Učenci in dijaki pridobivajo informacije in usvajajo znanje preko interaktivnega pristopa, ki je nadgrajen z uporabo umetne inteligence. Ta način učenja omogoča boljše razumevanje snovi in interakcijo z izbrano učno vsebino, kar prispeva k učinkovitejšemu učnemu procesu in usvajanju znanja (SPIP, 2019).

Didaktično gradivo je podprto s slikami kemijskih elementov, spojin in reakcijskih pogojev, generiranih s pomočjo umetne inteligence, kar pripomore k boljšemu razumevanju in pomnjenju. Gradivo vključuje aktualne avtentične primere, kar omogoča povezavo s primeri iz vsakdanjega okolja in življenja.

Prizadevali smo si, da s pripravo in izdelavo didaktičnega gradiva stremimo h kvaliteti in njegovi učinkovitosti.

Z anketnim vprašalnikom smo preverili in ugotavljali, ali je didaktično gradivo, ustvarjeno z umetno inteligenco v primerjavi s klasičnimi učnimi pripomočki (kot so npr. slike v učbeniku, na spletu), i- učbeniki in animacijami bolj zanimivo, če pripomore k boljšemu razumevanju, spodbuja k razmišljanju, in če informacije poda na bolj sodoben način ter povečuje interes za učenje.

Didaktično gradivo z naslovom "Kemijska bitja" oziroma krajše "Kembitja" je narejeno s pomočjo umetne inteligence, ustvarjeno z resničnim rezultatom kreativnega procesa umetne inteligence.

Obravnavamo področje poznavanja fizikalnih in kemijskih lastnosti elementov ter razumevanje nastanka (sinteze) spojin pri kemijskih reakcijah upoštevajoč ustrezne reakcijske pogoje.

Gradivo je osredotočeno na alkalijske kovine (kovine I. glavne oziroma 1. skupine periodnega sistema elementov), zemeljskoalkalijske kovine (kovine II. glavne ali 2. skupine periodnega sistema, halogene elemente (nekovine VII. glavne oziroma 17. skupine periodnega sistema elementov) in še na nekaj drugih, pomembnejših elementov kot so vodik, ogljik, dušik in kisik ter spojine, ki večinoma nastanejo pri kemijskih reakcijah med izbranimi elementi.

S to učno vsebino se učenci srečajo že v osnovni šoli pri pouku kemije, nato pa kot dijaki svoje znanje na tem področju še dodatno nadgradijo, poglobijo in utrdijo v gimnazijah ali drugih srednjih strokovnih šolah. Pri tej učni vsebini je zelo veliko podatkov in informacij, ki od učencev in dijakov zahtevajo več memoriranja in pomnjenja, zato je lahko tak pristop za nekatere izmed njih obremenjujoč in stresen (Managing Stress in High School, 2022). Z uporabo zabavnih didaktičnih gradiv pa je na bolj sproščen način mogoče povečati kakovost in učinkovitost tovrstnega učenja (Ocepek in drugi, 2013).

Učenci in dijaki si podatke veliko bolje in lažje zapomnijo, če so predstavljeni z različnimi didaktičnimi gradivi. Dodatno motivacijo za učenje lahko pridobijo z vizualizacijo in samim potekom didaktične igre, ki vsakega posameznika spodbuja k razmišljanju, sodelovanju in tekmovalnosti. Zaradi dokazane učinkovitosti takega načina učenja se uporaba zabavnih didaktičnih gradiv poskuša vedno bolj razvijati in uveljaviti pri pouku (Rugelj, Droždek, Luštek, 2018).

Preverjali smo trenutni položaj uporabe zabavnih didaktičnih gradiv pri pouku in učenju kemije. Ugotovili smo, da se to področje razvija, zato danes na slovenskem tržišču še ni na razpolago didaktičnih

gradiv ustvarjenih z uporabo umetne inteligence, ki bi učencem in dijakom pomagale pri razumevanju lastnosti elementov in spojin. V nekaterih šolah uporabljajo lastno izdelana gradiva in preproste igre, ki učencem ponujajo osnovne informacije o elementih in spojinah. V tujini obstaja nekaj didaktičnih gradiv, narejenih z umetno inteligenco, nekaj je tudi tržnih ponudb (ChemCaper, b.d.). Pomanjkljivost le-teh je, da temeljijo na uporabi in aktivnem strokovnem znanju angleščine. Za njihovo uporabo so potrebne tudi digitalne naprave, ki pri pouku niso vedno primerne. Nekatera gradiva, ki so na voljo, so preveč poenostavljena ali ne dosegajo učnih ciljev izbrane teme (Guélyja, b.d.).

Zato smo si zastavili cilj raziskati najbolj učinkovite načine uporabe umetne inteligence pri snovanju didaktičnega gradiva, ki je hkrati učinkovito in privlačno tako za učence kot za dijake.

### **1.1 Namen raziskovalne naloge**

Raziskovalna naloga ima uporaben namen in temelji na drugačnem načinu pridobivanja znanja ter njegovem utrjevanju.

Dijake želimo motivirati za prijetnejši pristop do učenja in ponavljanja ter utrjevanja znanja. Z gradivom, ki je bilo osnovano s pomočjo umetne inteligence, predpostavljamo, da si učenci in dijaki podatke o elementih hitreje zapomnijo, se na igriv in zanimiv način srečajo s preprostimi kemijskimi reakcijami ter prepoznavajo lastnosti in zgradbo nastalih spojin.

Take metode učenja so se že v večjem številu raziskav pokazale za učinkovite, zato se uporabljajo tudi v izobraževalnem sistemu, podprtim s strani Evropske Unije (Learning Corner, b.d.).

### **1.2 Cilji Namen raziskovalne naloge**

Cilji raziskovalne naloge so:

C1: Ugotoviti trenutni položaj uporabe zabavnih didaktičnih gradiv pri pouku in učenju kemije.

C2: Pripraviti kvalitetno in učinkovito didaktično gradivo.

C3: Pri pripravi gradiva si pomagati z umetno inteligenco.

C4: Ugotoviti, kako umetno inteligenco najbolj optimalno uporabiti za učinkovito in zabavno didaktično gradivo.

### **1.3 Hipoteze**

Nadaljevanju podajamo hipoteze raziskovalne naloge:

H1: Učenci in dijaki si pri pouku in učenju želijo več didaktičnih gradiv v obliki zabavne igre.

H2: Tovrstna gradiva so učencem in dijakom bolj zanimiva, ker so informacije in znanja podana na bolj sodoben, njim bližji način.

H3: Gradivo pripomore k boljšemu razumevanju snovi, povečuje motivacijo in zanimanje za učenje kemije ter spodbuja k razmišljanju, raziskovanju in reševanju problemov.

H4: Umetna inteligenca pomaga pri snovanju temeljev didaktične igre.

## **2 TEORETIČNI DEL / PREGLED OBJAV**

Didaktična gradiva za kemijo je moč dobiti v spodaj naštetih virih, kot so:

1. učbeniki: številni učbeniki v tiskani in interaktivni (i-učbeniki) obliki so na voljo za učitelje in učence kemije na različnih ravneh.
2. spletne platforme: splet ponuja različne platforme z brezplačnimi ali plačljivimi didaktičnimi gradivi. Nekateri primeri vključujejo Khan Academy, ChemCollective, Chemguide, Learn Chemistry, ChemCollective in drugi.
3. organizacije in institucije: različne izobraževalne organizacije, institucije in univerze pogosto ponujajo brezplačna didaktična gradiva za kemijo. Na primer, spletna mesta kemijskih oddelkov na univerzah ali laboratorijih.
4. znanstveni članki in revije: nekatere znanstvene revije objavljajo didaktična gradiva za poučevanje kemije.
5. interaktivne simulacije: številne interaktivne simulacije na spletu omogočajo učencem boljše razumevanje kemije s pomočjo virtualnih eksperimentov. Primer je PhET Interactive Simulations.
6. spletne skupnosti za učitelje in ljubitelje kemije: pridružitve spletnim skupnostim ljubiteljem kemije lahko omogoči dostop do izmenjave didaktičnih gradiv in idej z drugimi učitelji, učenci.
7. digitalne učilnice: uporaba digitalnih učilnic in e-gradiv omogoča učiteljem, da svojim učencem zagotovijo interaktivne naloge, videoposnetke, animacije in druge oblike didaktičnih gradiv.

Številni strokovnjaki poudarjajo pomembno vlogo didaktičnega gradiva v obliki iger. V šolskem okolju so bile izvedene raziskave, ki ponujajo vpogled v učinke pri njihovi uporabi. Ugotovljeno je, da učenci/dijaki kažejo večjo motivacijo, in da se znanje, pridobljeno s pomočjo iger, bolj utrdi ter je trajnejše.

Opravljen je bil tudi študij, ki se je osredotočila na izražena mnenja in stališča učencev starih 14 let in njihovih učiteljev kemije, ki so pri pouku preizkusili igro na temo spoznavanja in učenja fizikalnih in kemijskih lastnosti elementov periodnega sistema. Več kot 90 % učencev je povedalo, da so lažje razumeli učiteljevo razlago po igranju igre, da jim je tovrstno učenje zelo zanimivo, da so se naučili veliko novega ter povezali in strnili pridobljeno znanje. Učitelji, ki so igro nadzorovali in spodbujali učence, so navedli, da so učenci aktivno sodelovali in bili dodatno motivirani z gamefikacijo pouka. Tak način je vsem omogočil uspešen učni proces - učenje učencev in delo/poučevanje učiteljev (Stojanovska in Velevska, 2018).

Didaktiki so se v naslednji raziskavi ukvarjali z učinkovitostjo igre kot didaktičnega gradiva pri spoznavanju in učenju ter sklepanju na fizikalne in kemijske lastnosti elementov periodnega sistema v dveh razredih. V enem razredu je bila snov predstavljena s pomočjo iger, v drugem pa na klasičen način. Po obdelani snovi so učenci ponovno izvedli test znanja. Rezultati so pokazali, da so učenci, ki so pri delu uporabljali didaktično gradivo v obliki iger, dosegli boljše rezultate na testu, kot tisti, ki te možnosti niso imeli. S tem so potrdili učinkovitost gamifikacije pouka, ki torej pripomore k boljšemu in trajnejšemu znanju (D. Yambyshev, L. Derbisheva in V. Halaman, 2019).

V raziskavi o spoznavanju in učenju o značilnostih periodnega sistema elementov so dijakom ponudili možnost izbire različnih didaktičnih gradiv za dosego cilja. Več kot 70 % dijakov se je odločilo za igro, ki so jo med seboj igrali. Ugotovitve raziskave kažejo, da mladi najraje posegajo po metodah učenja, ki temeljijo na uporabi iger. Posledično so sklepali, da je bila skupina, ki je izbrala igre kot orodje za učenje omenjene snovi v primerjavi z drugo tretjino dijakov, ki se za igre niso odločili, bolj uspešna pri pridobivanju znanja. Tega pa ne morejo trditi z gotovostjo, ker pri učenju v obliki igre niso upoštevali vse faktorje, ki bi lahko vplivali na njihove učne rezultate (Álvarez-Herrero in Valls-Bautista, 2021).

V eni izmed opravljenih študij so med študenti veterine preizkušali metodo učenja na primerih na klasični način in z metodo učenja s pomočjo iger. S primerjavo med dvema različnima pristopoma učenja so ugotovili, da so zadovoljnejši tisti študenti, ki so za svoje učenje uporabljali igre. Ta pristop jim je omogočal večjo dinamiko, interakcijo in medsebojno komunikacijo, kar jih je spodbujalo in vodilo k dialogu pri reševanju problemov. Poleg tega je bilo ugotovljeno, da jim uporaba iger omogoča učinkovitejše samostojno učenje z razvojem spretnosti ter sposobnosti reševanja problemov. Zato se ta



način usvajanja in učenja snovi kaže kot obetaven alternativni pristop za izboljšanje angažiranosti in motivacije študentov ter povečanje njihovega zanimanja in uspešnosti (Ramos Afonso idr., 2023).

V okviru raziskav so raziskovalci preučevali tudi druge pozitivne učinke uporabe iger kot didaktičnega gradiva. Zavedajo se, da je učenje kemije včasih precej zahtevno (kompleksno in abstraktno) in posledično za učence/dijake obremenjujoče in stresno, saj je veliko podatkov, ki si jih morajo zapomniti. Prav zaradi tega mnogi izgubijo motivacijo za učenje. V raziskavi so potrdili, da z uporabo didaktičnih gradiv kot so igre, povečajo motivacijo pri 64 % učencih/dijakov (Saleh, idr., 2024).

Raziskave, ki so bile celovito pregledane, kažejo, da ima uporaba didaktičnih iger v šolskem okolju številne prednosti. Ne le da igre spodbujajo motivacijo in zanimanje učencev za učenje temveč povečujejo tudi njihovo razumevanje in znanje o obravnavanih učnih temah. Zato je uporaba iger v učnem procesu vse bolj priljubljena in zaželena v sodobnem izobraževanju.

### **3 RAZISKOVALNI DEL**

#### **3.1 Raziskovalne metode/metodologija/materiali**

##### **3.1.1 Generiranje slik**

Ustvarjanje vizualnih umetnin z uporabo sodobnih tehnologij s pomočjo postopkov umetne inteligence predstavlja v tem trenutku revolucionaren pristop k vizualni produkciji, ki sega od izdelave realističnih fotografij do umetniških upodobitev. V letu 2023 je ZRC SAZU oblikoval novo besedo, ki je postala tudi novotvorjenka leta 2023, in sicer strojetvor - označuje vse, kar je ustvarjeno s strani računalnika t.j. stroja, ki je uporabil algoritme umetne inteligence.

V zadnjem času smo priča hitremu napredku in širokemu spektru aplikacij tovrstnih tehnologij za generiranje vizualnih podob. Te aplikacije izkoriščajo algoritme za avtomatizirano generiranje slik glede na določene zahteve, ukaze in/ali zbrane podatke. Pri tem pa je potrebno poudariti, da aplikacije za tovrstno generiranje strojetvorov temeljijo na algoritmih, ki so starejšega nastanka.

##### **3.1.2 Zgodovina generiranja slik**

Najzgodnejša uporaba strojev za ustvarjanje umetnosti je bila že v antični Grčiji. Opisi starodavnih izumiteljev, kot je na primer Dedal, pričajo, da naj bi namreč le - ti imeli stroje ali avtomatone, ki so bili sposobni pisati in ustvarjati zvok ter glasbo. Avtomaton je mehanični stroj, ki posnema človeška dejanja na osnovi vnaprej določenih parametrov. Kasnejši avtomatoni, iz 19. stoletja, so bili že impresivno kompleksni stroji.

S prvimi umetnimi inteligencami v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja so se pojavili prvi poskusi generiranja slik z računalnikom. Eden od prvih takšnih poskusov je AARON.

Najprej je ta program risal črno-bele tehniške slike, ki jih je njegov ustvarjalec Harold Cohen nato lahko pobarval. Kasnejše različice AARON pa so lahko barvale že same.

Naslednja pomembna inovacija na področju umetne inteligence je prišla v prejšnjem desetletju, to so programi z angleškim imenom "generative adversarial network" (GAN).

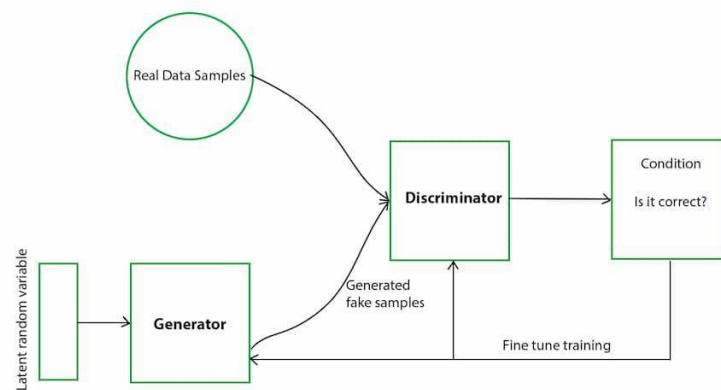
GAN deluje na podlagi globokega učenja, sposoben je posnemati razporeditev podatkov iz vrste slik, o katerih je naučen.

Generiranje slik z umetno inteligenco je doživelo razcvet šele v zadnjih letih. Od leta 2020 se pojavljajo vse bolj razviti programi za njihovo generiranje. Ti modeli delujejo na podlagi text-to-image, kar pomeni, da lahko iz preprostega opisa program naredi sliko. Nekateri takšni programi so bili izdani tudi javnosti, zato se je količina umetnosti, ustvarjena z računalniki, močno povečala (Shaip, b. d.).

### 3.1.3 Kako umetna inteligenca generira slike?

Za generiranje slik lahko uporabljamo vrstne programe, ki temeljijo na osnovnih modelih za tvorjenje slik. Modeli generirajo slike na različne načine in njihova uporaba je odvisna od tega, kakšen produkt želimo. Najbolj priljubljeni med modeli so Generative Adversarial Networks (GAN), Diffusion model in Neural Style Transfer.

Generative Adversarial Networks s kratico GAN so algoritmi strojnega učenja, ki delujejo na podlagi dveh nasprotnih nevronske mreže (slika 1), in sicer generatorja in diskriminatorja. Oba med seboj tekmujeta. Generator pošilja ustvarjene slike diskriminatorju, ta pa jih primerja z resničnimi. Cilj tega je, da diskriminator ne more prepoznati generirane slike kot lažne. Dva podmodela tako tekmujeta, produkt so hiper-realistične slike (Shaip,b. d.).



Slika 1: Prikaz delovanja GAN-ov. Pridobljeno iz Geeks for geeks, od R Roy,2023. Pridobljeno s <https://www.geeksforgeeks.org/generative-adversarial-network-gan/>.

Diffusion models ali difuzijski modeli so modeli, ki ustvarjajo nove podatke, v tem primeru so to slike, na podlagi podatkov, o katerih so bili naučeni. To naredijo s postopnim dodajanjem t.i. šuma. Nato pa je potrebno iz ustvarjenega šuma pridobiti podatke nazaj (slika 2). Ta postopek se ponavlja, dokler ni naučen generirati slik podobnih realnosti (Shaip,b. d.).



Slika 2: Prikaz delovanja diffusion modelov. Pridobljeno iz NVidia developer, od A. Vahdat in K. Kreis,2022. Pridobljeno s <https://developer.nvidia.com/blog/improving-diffusion-models-as-an-alternative-to-gans-part-2/>. Avtorske pravice 2024 od NVidia corporation.

Neural Style Transfer (NST) je na videz preprost program, ki vzame vsebino ene slike in stil druge slike, ter ju združi. Model ima več plasti, zgornje, ki prepoznavajo osnovne oblike, in spodnje, ki združujejo

osnovne oblike v bolj zahtevne (Shaip,b. d.). Prek plasti doda tudi stil slike, končni produkt je kombinirana slika (slika 3).



Slika 3: Prikaz delovanja NST. Pridobljeno iz DEVPOST, od Bill Sun, 2020. Pridobljeno s <https://devpost.com/software/neural-artistic-style-transfer>. Avtorske pravice 2024 od Devpost, inc.

### 3.1.4 Orodja za generiranje slik

Nadaljevanju opisujemo tri najpogostejša orodja za generiranje slik (Shaip,b. d.):

- **Stable Diffusion:** Je model globokega učenja in text-to-image tehnologije, izdan leta 2022. Njegova glavna naloga je, da generira slike na podlagi vnesenega teksta. Lahko pa izvaja tudi mnoge druge sekundarne naloge. Razvil ga je CompVis na Univerzi Ludwiga Maximaliana v Münchnu. Avtorstvo strojetvora je v celoti uporabnikovo.
- **MidJourney:** MidJourney je ustvaril in zanj skrbi samostojen laboratorij MidJourney, Inc. Deluje prek aplikacije Discord, v kateri uporabniki vnesejo prompte, sistem pa jim generira sliko, ki jo želijo. Uporablja tehnologijo pretvorbe besedila v sliko (angl. text-to-image). Strojetvor lahko uporabljamo za nekomercialno rabo.
- **DALL-E 3:** ustvaril ga je OpenAI z uporabo globokega učenja. DALL-E 3 deluje na modelu GPT-3, na tretji različici modela GPT (generative pre-trained transformer). Model je v primerjavi s prejšnjimi modeli zmogljivejši in lahko razume več podrobnosti v promptih, ki jih uporabnik vnese. Strojetvor lahko uporabljamo za nekomercialno rabo.

### 3.1.5 Veliki jezikovni modeli

Veliki jezikovni modeli so obsežni jezikovni modeli, sposobni doseganja splošnega jezikovnega razumevanja in ustvarjanja ter se še vedno razvijajo. Postajajo vse bolj podobni človeškemu načinu pisanja, kar povzroča tudi nekaj etičnih in družbenih pomislekov. Za učenje uporabljajo milijarde različnih virov, od spletnih strani do knjig, intervjujev in časopisov. Določene neprimerne podatke lahko tudi cenzurirajo s pomočjo samonadzorovanega učenja. Kot avtoregresivni jezikovni modeli so sposobni prek vhodnega teksta napovedati naslednjo besedo (Shaip,b. d.).

### 3.1.6 Predstavitve velikih jezikovnih modelov

Gradniki velikih jezikovnih modelov (LLM-jev) so (Shaip,b. d.) :

- vdelava besed (pretvarjanje besed v številke, ki jih AI razume)
- mehanizem pozornosti (pomaga pri bolj natančnih odzivih)
- transformator (izboljša obravnave dolgoročnih odvisnosti v besedilu)
- fina nastavitvev (omogoči, da se model lažje specializira na določeno nalogo)
- hiter inženiring (vpliva na kakovost odzivov modela)

- pristranskost (pristranskost v virih modela lahko močno vpliva na pristranskost modela samega, kar poškoduje zdravje modela)
- interpretabilnost (pomaga pri preglednosti v sistemih AI, pa tudi pri odpravljanju težav in izpopolnjevanju modela).

Nekateri priljubljeni jezikovni modeli (npr. GPT-3 OpenAI) uporabljajo nevronske mreže, imenovane transformator. Transformator omogoča obdelovanje zapletenih jezikovnih nalog z veliko strokovnostjo.

Jezikovni modeli s transformatorji lahko opravljajo naloge kot so:

- odgovarjanje na vprašanja
- povzemanje besedil
- prevajanje jezikov
- ustvarjanje vsebin
- sodelovanje v interaktivnih pogovorih z uporabniki.

GPT (angl. "Generative Pre-trained Transformer") je eden izmed velikih jezikovnih modelov za ustvarjanje besedil in generiranje slik.

Izdanih je bilo že več verzij modela GPT. Najbolj znane so BaseGPT, GPT-3, GPT-3.5, GPT3.5 Turbo in GPT-4 (tabela 1).

BaseGPT	Je najšibkejši med njimi, vendar je še vedno uporaben za točno določene naloge. Priporočena je zamenjava za močnejše modele.
GPT-3	Je pridobil znanje o sintaksi (jezikoslovje) in semantiki (pomenoslovje). Sposoben je razbrati tudi razpoloženje uporabnika glede na napisano poved. Trenutno je najbolj razširjena različica in ga uporablja ChatGPT.
GPT-3.5	Je hitrejši od GPT-4 in bolj prilagodljiv od BaseGPT. Ta model ustreza večini uporabnikov.
GPT-3.5 Turbo	Trenutno ga uporablja orodje ChatGPT. Lahko preseže hitrost osnovne verzije GPT-4, ampak so njegovi odgovori manj natančni.
GPT-4	Trenutno ga uporabljajo orodja kot na primer ChatGPT Plus in Bing Chat. Sposoben je reševati kompleksne naloge, ampak je počasnejši od GPT-3.5 Turbo. Je najnovejša verzija velikega jezikovnega modela GPT.

Tabela 1: Primerjava različnih verzij modela GPT.

V nadaljevanju predstavljamo najpogostejših orodij, ki jih uporabljajo veliki jezikovni modeli (tabela 2).

ChatGPT	Uporablja jezikovni model GPT. Je najslavnejše orodje na svetu, v prvih petih dneh je pridobil milijon uporabnikov. Je tudi najmočnejše in najpopularnejše tovrstno orodje na trgu. Pogosto je zamešan z modelom GPT, vendar imata pomembne razlike. Namreč chatGPT je aplikacija, ki uporablja jezikovni model GPT. Osnovna (brezplačna) verzija ChatGPT-ja uporablja model GPT-3, plačljiva verzija pa uporablja novejšo različico GPT-4. ChatGPT se še vedno razvija, kar pomeni, da bo v prihodnosti postajal vedno močnejši. Ker pa se še vedno uči, je ekstremno odvisen od svojih virov, torej lahko postane diskriminatoren in pristranski. (ChatGPT. (2024, februar 23))
---------	---

Bard	Je orodje, ki ga je razvil Google. Uporablja jezikovni model LaMDA, ki ga je prav tako razvil Google. Uporablja se lahko za generiranje slik in animacij, ustvarjanje glasbe, programske kode in scenarije za televizijske oddaje. Bard lahko ustvarja besedila, zelo podobna besedilom, ki jih ustvarjajo ljudje in je uporaben pri več različnih nalogah. Ima pa tudi svoje slabosti, lahko namreč ustvari diskriminatorna in neprimerna besedila ter lažne novice. (Bard.(2023, December 2))
Bing chat	Bing chat je bil izdan 7. 2. 2023. Vgrajen je v Microsoft Bing, Microsoft Edge, Microsoft 365 in Microsoft Windows. Bing chat je bil izdan kot naslednik Cortane. Uporablja jezikovni model GPT-4. Bing chat omogoča odgovore na zapletena vprašanja, povzetke in generiranje slik. Tako kot ChatGPT se tudi Bing Chat še vedno uči in razvija, kar pomeni, da bo postajal le še močnejši. Prav tako pa je kot ChatGPT zelo odvisen od svojih virov. (BingChat.(2024, Februar 23))

Tabela 2: Predstavitev najpogostejših orodij, ki jih uporabljajo veliki jezikovni modeli.

### 3.1.7 Materiali

Za delo smo potrebovali:

- računalnik s programsko opremo.

### 3.1.8 Metode dela

Za kemijsko podlago igre z naslovom Kemijska bitja smo najprej zbrali podatke o elementih (Haavisto, Hella, Hurmola in Tuomi, 1996), njihove pogoje za spajanje in podatke o nastalih spojinah pri preprostih kemijskih reakcijah (Holman, 1998). S pomočjo zbranih podatkov smo za opise bitij, ki so bili za oblikovanje in ustvarjanje podani umetni inteligenci, izbrali informacije, ki so najbolj značilne za posamezni element in spojino. Med take podatke sodijo fizikalne lastnosti kot so izgled elementa in spojine, agregatno stanje snovi pri sobnih pogojih in segrevanju ter barva plamena ob gorenju. Upoštevali smo tudi kemijske lastnosti – spremembe teh snovi pri preprosti reakciji med elementoma ali med elementom in spojino, pri čemer smo se osredotočili na zgradbo nastalih spojin (ionske spojine in spojine, ki so zgrajene iz molekul) in njihovo uporabo v vsakdanjem življenju.

Za stvaritev kemijskih bitij - elementov in spojin - smo umetni inteligenci napisali zelo natančna navodila, kamor smo vključili naše domiselne opise njihovih lastnosti, vključujoč tudi našo domišljijo.

Primer bitja »elementa« je kalij (slika 4), kjer oblikovanje in stvaritev temelji na njegovi srebrno-beli barvi in vijoličnemu plamenu, kar ponazarja barvo plamena pri njegovem gorenju. Poleg teh lastnosti smo k opisu za snovanje bitja dodali njegovo pogosto uporabo v gnojilih, kar ponazarjajo majhne rastline, ki iz njega rastejo (poganjajo korenine).



Slika 4: Kemijsko bitje - element: KALIJ, K(s).

Primer bitja »spojine« je amonijak (slika 5), katerega izgled temelji na človekovi reakciji ob vdihovanju tega plina, torej solzenju oči ter izcedku iz nosu. Poleg tega se je pri oblikovanju bitja upoštevalo to, da je spojina pri sobnih pogojih plin, ki se med drugim uporablja tudi kot hladilno sredstvo in za proizvodnjo gnojil.



Slika 5: Kemijsko bitje - spojina: AMONIJAK, NH<sub>3</sub>(g).

## 4 EMPIRIČNI DEL

### 4.1 Metodologija raziskovalnega dela

Uporabili smo metodo spraševanja (anketa) - stopenjsko strinjanje z že zapisanimi trditvami (od »Ne strinjam se« do »Popolnoma se strinjam«).

#### 4.1.1 Vzorec

V raziskavi so sodelovali dijaki prvega letnika STPŠ Trbovlje, Gimnazije Ledina in SŠ Zagorje ter devetošolci OŠ N. H. Maksa Pečarja Ljubljana Črnuče in Osnovne šole Ivana Skvarče Zagorje ob Savi.

Sodelovalo je 80 dijakov in dijakinj Srednje šole Zagorje, 98 dijakov in dijakinj STPŠ Trbovlje, 28 dijakinj in dijakov Gimnazije Ledina ter 6 učenk in učencev Osnovne šole N.H. Maksa Pečarja ter 51 učenk in učencev Osnovne šole Ivana Skvarče.

#### **4.1.2 Pripomočki**

Karte, ki so bile sprogramirane in ustvarjene s pomočjo umetne inteligence, predstavljajo elemente, spojine in reakcijske pogoje (temperatura, tlak in vodni medij).

S pomočjo aplikacije 1KA smo izdelali spletni vprašalnik, izvedli anketo in predstavili rezultate (Priloga E). Povezava na anketni vprašalnik: <https://www.1ka.si/a/abeeae99>.

#### **4.1.3 Postopek**


Učenci in dijaki so preizkusili igro s kartami na osnovi podanih (priloženih) navodil pri pouku kemije. Po končani igri so izpolnili anketni vprašalnik, pri čemer so bili seznanjeni, da je anketa anonimna in namenjena izključno za potrebe raziskovalne naloge.


## **5 REZULTATI IN RAZPRAVA**

### **5.1 Rezultati**

#### **5.1.1 Igralne karte ustvarjene s pomočjo umetne inteligence**


V nadaljevanju predstavljamo karte elementov in spojin, ki so rezultat raziskovalne naloge.

Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>VODIK</b> ${}_1\text{H}^{1,008}$
Lega v PSE (perioda in skupina)	1. perioda, I. glavna skupina (ali 1. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	$\text{H}_2(\text{g})$ – brezbarven plin
Opredelitev: KOVINA/NEKOVINA	NEKOVINA
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = -259\text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{vre}} = -253\text{ }^\circ\text{C}$
Elektronska konfiguracija po lupinah:	H: 1
Elektronska konfiguracija po orbitalah:	H: $1s^1$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Čisti vir energije v gorivnih celicah in za vozila na vodikov pogon.</li> <li>➤ Gradnik zvezd.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Najlažji element.</li> <li>➤ Hitro vnetljiv plin v stiku z zrakom pri čemer nastane pokalni plin (množinsko razmerje med vodikom in kisikom 2: 1).</li> </ul> <p>V molekuli vodika sta atoma vodika povezana s kovalentno nepolarno vezjo.</p> <p>Med molekulami vodika delujejo disperzijske sile.</p>
	


Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>LITIJ</b> ${}_3\text{Li}^{6,941}$
Lega v PSE (perioda in skupina)	2. perioda, I. glavna skupina (ali 1. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	Li(s) - je mehka srebrno bela trdna snov
Opredelitev: KOVINA/NEKOVINA	ALKALIJSKA KOVINA
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = 180,5\text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{vre}} = 1330\text{ }^\circ\text{C}$
Elektronska konfiguracija po lupinah:	Li: 2, 1
Elektronska konfiguracija po orbitalah:	Li: $[\text{He}] 2s^1$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Iz njega so narejene gumbne baterije.</li> <li>➤ Medij za segrevanje (zaradi velike toplotne kapacitete).</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mehka kovina, ki jo lahko režemo z nožem.</li> <li>➤ Na zraku hitro oksidira, zato ga shranjujemo v petroleju.</li> <li>➤ Plamenska reakcija: litijevi ioni obarvajo plamen gorilnika karminasto rdeče.</li> <li>➤ Kovinski kristal; gradniki so atomi Li, ki so v kristalu povezani s kovinsko vezjo.</li> </ul>
	




Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>NATRIJ</b> $_{11}\text{Na}^{22,99}$
Lega v PSE (perioda in skupina)	3. perioda, I. glavna skupina (ali 1. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	Na(s) – srebrna kovina
Opredelitev: KOVINA/NEKOVINA	ALKALIJSKA KOVINA
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = 98 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{vre}} = 883 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Elektronska konfiguracija po lupinah:	Na: 2, 8, 1
Elektronska konfiguracija po orbitalah:	Na: [ Ne ] $3s^1$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Natrijeve svetilke so zelo pogosto v rabi za mestne in druge razsvetljave.</li> <li>➤ Kot hladilno sredstvo za jedrske reaktorje (tekoči natrij).</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Shranjujemo ga v petroleju.</li> <li>➤ Lažji od vode.</li> <li>➤ Z vodo poteka burna reakcija (pri tem sta produkta vodik in natrijev hidroksid).</li> <li>➤ Plamenska reakcija: natrijeve soli obarvajo plamen gorilnika intenzivno rumene barve.</li> <li>➤ Kovinski kristal; gradniki so atomi Na, ki so v kristalu povezani s kovinsko vezjo.</li> </ul>
	


Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>KALIJ</b> $_{19}\text{K}^{39,10}$
Lega v PSE (perioda in skupina)	4. perioda, I. glavna skupina (ali 1. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	K(s) – srebrna kovina
Opredelitev: KOVINA/NEKOVINA	ALKALIJSKA KOVINA
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = 63,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{vre}} = 759 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Elektronska konfiguracija po lupinah:	K: 2, 8, 8, 1
Elektronska konfiguracija po orbitalah:	K: [ Ar ] $4s^1$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kot gnojilo za rastline, saj je pomemben za njihovo rast in razvoj.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Z vodo poteka burna reakcija (pri tem sta produkta vodik in kalijev hidroksid).</li> <li>➤ Plamenska reakcija: kalijeve soli obarvajo plamen gorilnika vijolično.</li> <li>➤ Zaradi njegove reaktivnosti je shranjen v petroleju.</li> <li>➤ Lažji od vode.</li> <li>➤ Kovinski kristal; gradniki so atomi K, ki so v kristalu povezani s kovinsko vezjo.</li> </ul>
	

Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>RUBIDIJ</b> $_{37}\text{Rb}^{85,47}$
Lega v PSE (perioda in skupina)	5. perioda, I. glavna skupina (ali 1. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	Rb(s) – srebrno bela kovina
Opredelitev: KOVINA/NEKOVINA	ALKALIJSKA KOVINA
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = 39\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{vre}} = 759\text{ }^{\circ}\text{C}$
Elektronska konfiguracija po orbitalah:	Rb: [ Ar ] $4s^1$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ V steklarstvu.</li> <li>➤ V hladilnih sistemih.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Na zraku se samodejno vžge.</li> <li>➤ Shranjujemo ga v zataljenih steklenih ampulah.</li> <li>➤ Kovinski kristal; gradniki so atomi Rb, ki so v kristalu povezani s kovinsko vezjo.</li> </ul>
	


Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>CEZIJ</b> $_{55}\text{Cs}^{132,9}$
Lega v PSE (perioda in skupina)	6. perioda, I. glavna skupina (ali 1. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	Cs(s) – srebrnkasto zlata kovina
Opredelitev: KOVINA/NEKOVINA	ALKALIJSKA KOVINA
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = 28,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{vre}} = 671\text{ }^{\circ}\text{C}$
Elektronska konfiguracija po orbitalah:	Cs: [ Xe ] $5s^1$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ V zdravstvu za zdravljenje raka.</li> <li>➤ V fotocelicah omogoča odstranitev valenčnega elektrona z vidno svetlobo.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Vžge se že na zraku in ob stiku z vodo, zato ga shranjujemo v zataljenih steklenih ampulah.</li> <li>➤ Plamenska reakcija: cezijeve soli obarvajo plamen gorilnika modro.</li> <li>➤ Radioaktivna izotopa <math>\text{Cs}^{134}</math> in <math>\text{Cs}^{137}</math> nastajata pri jedrskih reakcijah in sta dolgo obstojna, zadržujeta se v mišicah človeka.</li> <li>➤ Kovinski kristal; gradniki so atomi Cs, ki so v kristalu povezani s kovinsko vezjo.</li> </ul>
	

Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>BERILIJ</b> ,Be <sup>9,012</sup>
Lega v PSE (perioda in skupina)	2. perioda, II. glavna skupina (ali 2. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	Be(s) – jekleno siva kovina
Opredelitev: KOVINA/NEKOVINA	ZEMELJSKOALKALIJSKA KOVINA
Tališče in vrelišče	T <sub>tai</sub> = 1287 °C T <sub>vrei</sub> = 2469 °C
Elektronska konfiguracija po lupinah:	Be: 2, 2
Elektronska konfiguracija po orbitalah:	Be: [ He ] 2s <sup>2</sup>
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Za proizvodnjo raketnih in letalskih delov.</li> <li>➤ Za izdelavo vzmeti.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lahek, prožen.</li> <li>➤ Prevaja toploto.</li> <li>➤ Na zraku ali v vodi se prevleče z zaščitno oksidno plastjo.</li> <li>➤ V spojinah z nekovinami tvori kovalentne vezi (in ne ionskih!).</li> <li>➤ Kovinski kristal; gradniki so atomi Cs, ki so v kristalu povezani s kovinsko vezjo.</li> </ul>
	


Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>MAGNEZIJ</b> <sub>12</sub> Mg <sup>24,31</sup>
Lega v PSE (perioda in skupina)	3. perioda, II. glavna skupina (ali 2. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	Mg(s) – siva kovina
Opredelitev: KOVINA/NEKOVINA	ZEMELJSKOALKALIJSKA KOVINA
Tališče in vrelišče	T <sub>tai</sub> = 650 °C T <sub>vrei</sub> = 1091 °C
Elektronska konfiguracija po lupinah:	Mg: 2, 8, 2
Elektronska konfiguracija po orbitalah:	Mg: [ Ne ] 3s <sup>2</sup>
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pomemben za uravnavanje delovanja srca in krvnega obtoka.</li> <li>➤ Pospešuje absorpcijo vitaminov A in E.</li> <li>➤ Kot kovinski ion (Mg<sup>2+</sup>) je prisoten v klorofilu.</li> <li>➤ Prisotnost magnezijevih ionov v mineralni vodi Donat.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gori z belim plamenom (močna bela svetloba).</li> <li>➤ Reagira z raztopinami kislin.</li> <li>➤ Kovinski kristal; gradniki so atomi Mg, ki so v kristalu povezani s kovinsko vezjo.</li> </ul>
	


Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>KALCIJ</b> ${}_{20}\text{Ca}^{40,08}$
Lega v PSE (perioda in skupina)	4. perioda, II. glavna skupina (ali 2. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	Ca(s) – srebrno bela kovina
Opredelitev: KOVINA/NEKOVINA	ZEMELJSKOALKALIJSKA KOVINA
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}}=842\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{vre}}=1484\text{ }^{\circ}\text{C}$
Elektronska konfiguracija po lupinah:	Ca: 2, 8, 8, 2
Elektronska konfiguracija po orbitalah:	Ca: [ Ar ] $4s^2$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Potreben za rast kosti, delovanje mišic in strjevanje krvi.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lahko ga režemo.</li> <li>➤ Plamenska reakcija: kalcijeve soli obarvajo plamen opečnato oranžno.</li> <li>➤ Reagira s kisljinami in vodo, pri višjih temperaturah pa tudi s halogeni, kisikom, dušikom in vodikom.</li> <li>➤ Kalcijevi in magnezijevi ioni vplivajo na trdoto vode.</li> <li>➤ Kovinski kristal; gradniki so atomi Ca, ki so v kristalu povezani s kovinsko vezjo.</li> </ul>
	

Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>STRONCIJ</b> ${}_{38}\text{Sr}^{87,62}$
Lega v PSE (perioda in skupina)	5. perioda, II. glavna skupina (ali 2. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	Sr(s) – srebrno bela kovina
Opredelitev: KOVINA/NEKOVINA	ZEMELJSKOALKALIJSKA KOVINA
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}}=842\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{vre}}=1484\text{ }^{\circ}\text{C}$
Elektronska konfiguracija po orbitalah:	Sr: [ Kr ] $5s^2$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Stroncijev nitrat se uporablja v pirotehnikah.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se vname na zraku, reagira z vodo.</li> <li>➤ Plamenska reakcija: stroncijeve soli obarvajo plamen intenzivno rdeče.</li> <li>➤ <math>\text{Sr}^{90}</math> lahko zamenja Ca v kosteh, se kopiči v kostnem tkivu in s svojim radioaktivnim sevanjem povzroči kostnega raka in levkemijo.</li> <li>➤ Kovinski kristal; gradniki so atomi Sr, ki so v kristalu povezani s kovinsko vezjo.</li> </ul>
	


Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>BARIJ</b> $_{56}\text{Ba}^{137,3}$
Lega v PSE (perioda in skupina)	6. perioda, II. glavna skupina (ali 2. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	Ba(s) – srebrno bela kovina
Opredelev: KOVINA/NEKOVINA	ZEMELJSKOALKALIJSKA KOVINA
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}}= 727\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{vre}}= 1845\text{ }^{\circ}\text{C}$
Elektronska konfiguracija po orbitalah:	Ba: [ Xe ] $6s^2$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ V steklarstvu.</li> <li>➤ Barijev sulfat se uporablja v diagnostiki pri rentgenski preiskavi prebavnega trakta.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Plamenska reakcija: barijevi ioni obarvajo plamen gorilnika svetlo zeleno.</li> <li>➤ Kovinski kristal; gradniki so atomi Ba, ki so v kristalu povezani s kovinsko vezjo.</li> </ul>
	

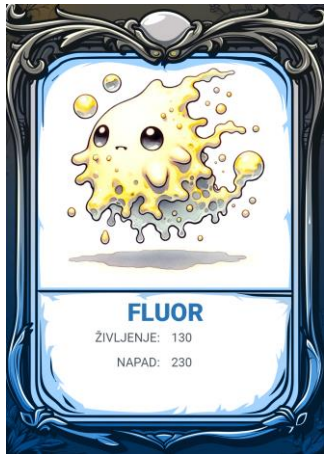
Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>RADIJ</b> $_{88}\text{Ra}^{(226)}$
Lega v PSE (perioda in skupina)	7. perioda, II. glavna skupina (ali 2. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	Ra(s) – srebrno bela kovina
Opredelev: KOVINA/NEKOVINA	ZEMELJSKOALKALIJSKA KOVINA
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}}=700\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{vre}}= 1737\text{ }^{\circ}\text{C}$
Elektronska konfiguracija po orbitalah:	Ra: [ Rn ] $/7s^2$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ V medicini za diagnostiko in terapevtske namene.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ko oksidira, se prevleče s črno plastjo.</li> <li>➤ Seva nevidno ultravijolično svetlobo in druga magnetna valovanja.</li> <li>➤ Radioaktiven.</li> <li>➤ Kovinski kristal; gradniki so atomi Ra, ki so v kristalu povezani s kovinsko vezjo.</li> </ul>
	


Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>OGLJIK</b> ${}_6\text{C}^{12,01}$
Lega v PSE (perioda in skupina)	2. perioda, IV. glavna skupina (ali 14. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	C(s)
Opredelitev: KOVINA/NEKOVINA	NEKOVINA
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = 3650 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{vre}} = 4830 \text{ }^\circ\text{C}$
Elektronska konfiguracija po lupinah: Elektronska konfiguracija po orbitalah:	C: 2, 4  C: [ He ] $2s^2 2p^2$
Uporaba	Alotropni modifikaciji: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Grafit za pisanje, maziva.</li> <li>➤ Diamant za nakit in rezila (sintetičen)</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Plamen je pri popolnem gorenju modro obarvan, pri nepopolnem pa rumen, nastajajo tudi saje.</li> <li>➤ Obstaja v večih kristalnih oblikah: grafit, diamant, fuleren, grafen, nanocevke.</li> <li>➤ Gradniki: atomi C</li> <li>➤ Atomi ogljika so v kristalih grafita in diamanta povezani s kovalentno vezjo.</li> </ul>
	


Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>DUŠIK</b> ${}_7\text{N}^{14,01}$
Lega v PSE (perioda in skupina)	2. perioda, V. glavna skupina (ali 15. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	$\text{N}_2(\text{g})$ – brezbarven plin
Opredelitev: KOVINA/NEKOVINA	NEKOVINA
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = -209,86 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{vre}} = -195,795 \text{ }^\circ\text{C}$
Elektronska konfiguracija po lupinah: Elektronska konfiguracija po orbitalah:	N: 2, 5  N: [ He ] $2s^2 2p^3$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kot zaščitni plin pri tehnoloških procesih.</li> <li>➤ Kot potisni plin v razpršilnih dozah.</li> <li>➤ V medicini, živilski industriji, pri črpanju nafte kot potisni plin.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nevnetljiv (inerten).</li> <li>➤ Zelo slabo topen v vodi.</li> <li>➤ Brez barve, vonja in okusa.</li> <li>➤ Je glavna sestavina zraka (78 %).</li> <li>➤ Človek in žival ga dobijo iz beljakovinskih živil. Rastline pa le v obliki nitratov in amonijevih soli iz zemlje.</li> <li>➤ V molekuli dušika sta atoma dušika povezana s trojno kovalentno nepolarno vezjo.</li> <li>➤ Med molekulami dušika so prevladujoče disperzijske sile.</li> </ul>
	




Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>KISIK</b> ${}_8\text{O}^{16,00}$
Lega v PSE (perioda in skupina)	2. perioda, VI. glavna skupina (ali 16. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	$\text{O}_2(\text{g})$ – brezbarven plin
Opredelitev: KOVINA/NEKOVINA	NEKOVINA
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = -219 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{vre}} = -183 \text{ }^\circ\text{C}$
Elektronska konfiguracija po lupinah:	O: 2, 6
Elektronska konfiguracija po orbitalah:	O: [ He ] $2s^2 2p^4$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Za oksidacijo snovi.</li> <li>➤ V medicini.</li> <li>➤ V zmesi z vodikom kot raketno gorivo.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Plin brez barve, vonja in okusa.</li> <li>➤ Omogoča dihanje in gorenje,</li> <li>➤ Nastaja v procesu fotosinteze.</li> <li>➤ Je sestavina zraka (cca. 21 %).</li> <li>➤ V tekočem stanju svetlo modre barve.</li> <li>➤ Slabo topen v vodi.</li> <li>➤ Alotropski modifikaciji kisika: kisik (<math>\text{O}_2</math>) in ozon (<math>\text{O}_3</math>).</li> <li>➤ V molekuli kisika sta atoma kisika povezana z dvojno kovalentno nepolarno vezjo.</li> <li>➤ Med molekulami kisika so prevladujoče disperzijske sile.</li> </ul>
	


Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>FLUOR</b> ${}_9\text{F}^{19,00}$
Lega v PSE (perioda in skupina)	2. perioda, VII. glavna skupina (ali 17. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	$\text{F}_2(\text{g})$ – blede rumen plin
Opredelitev: KOVINA/NEKOVINA	NEKOVINA, HALOGEN
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = -220 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{vre}} = -188 \text{ }^\circ\text{C}$
Elektronska konfiguracija po lupinah:	F: 2, 7
Elektronska konfiguracija po orbitalah:	F: [ Ar ] $4s^2 3d^{10}$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ V metalurgiji kot talilo.</li> <li>➤ V proizvodnjo polimerov (teflon).</li> <li>➤ V proizvodnjo zdravil.</li> <li>➤ V proizvodnji fluoroklorovodikov ali freonov.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Strupen.</li> <li>➤ Najmočnejši oksidant (med elementi).</li> <li>➤ Najbolj elektronegativen element.</li> <li>➤ V naravi se nahaja le v spojinah.</li> <li>➤ Eksplozivno se spaja z vodikom.</li> <li>➤ Razkrajja vodo.</li> <li>➤ V molekuli fluora sta atoma fluora povezana s kovalentno nepolarno vezjo.</li> <li>➤ Med molekulami fluora so prevladujoče disperzijske sile.</li> </ul>
	

Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>KLOR</b> $_{17}\text{Cl}^{35,45}$
Lega v PSE (perioda in skupina)	3. perioda, VII. glavna skupina (ali 17. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	$\text{Cl}_2(\text{g})$ – rumeno zelen plin
Opredelitev: KOVINA/NEKOVINA	NEKOVINA, HALOGEN
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = -101,5 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{vre}} = -34 \text{ }^\circ\text{C}$
Elektronska konfiguracija po lupinah:	Cl: 2, 8, 7
Elektronska konfiguracija po orbitalah:	Cl: [ Ne ] $3s^2 3p^5$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dezinfekcijsko sredstvo.</li> <li>➤ Belilo.</li> <li>➤ Prvi bojni plin v prvi svetovni vojni.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Strupen.</li> <li>➤ Ima oster vonj.</li> <li>➤ Močen oksidant.</li> <li>➤ Raztopina klora v vodi je klorovica.</li> <li>➤ Prostega klora v naravi ni, nahaja se v obliki različnih soli.</li> <li>➤ V molekuli klora sta atoma klora povezana s kovalentno nepolarno vezjo.</li> <li>➤ Med molekulami klora so prevladujoče disperzijske sile.</li> </ul>
	


Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>BROM</b> $_{35}\text{Br}^{79,90}$
Lega v PSE (perioda in skupina)	4. perioda, VII. glavna skupina (ali 17. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	$\text{Br}_2(\text{l})$ – rdeče rjava tekočina
Opredelitev: KOVINA/NEKOVINA	NEKOVINA, HALOGEN
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = -7 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{vre}} = 59 \text{ }^\circ\text{C}$
Elektronska konfiguracija po lupinah:	Br: 2, 8, 18, 7
Elektronska konfiguracija po orbitalah:	Br: [ Ar ] $4s^2 3d^{10} 4p^5$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Izhodna snov za mnoge organske sinteze.</li> <li>➤ V proizvodnji kemičnih sredstev za varstvo rastlin.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Strupen, povzroča opekline na koži, draži oči, dihala.</li> <li>➤ Raztopina broma v vodi je bromovica.</li> <li>➤ Ima močen vonj.</li> <li>➤ Pri sobni temperaturi izpareva (nizko vrelišče).</li> <li>➤ V naravi se nahaja le v vezani obliki, npr. bromidih.</li> <li>➤ V molekuli broma sta atoma broma povezana s kovalentno nepolarno vezjo.</li> <li>➤ Med molekulami broma so prevladujoče disperzijske sile.</li> </ul>
	



Ime elementa in simbol z vrstnim številom in Ar	<b>JOD</b> <sub>53</sub> <sup>126.9</sup>
Lega v PSE (perioda in skupina)	5. perioda, VII. glavna skupina (ali 17. skupina) PSE
Zapis elementa pri sobnih pogojih in podano barvo	I <sub>2</sub> (s) - sivi kristali, ki se »kovinsko« svetijo
Opredelitev: KOVINA/NEKOVINA	NEKOVINA, HALOGEN
Tališče in vrelišče	T <sub>tal</sub> = 113 °C Jod sublimira; pare joda so vijolične in so strupene
Elektronska konfiguracija po lupinah:	I: 2, 8, 18, 18, 7
Elektronska konfiguracija po orbitalah:	I: [ Kr ]5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>5</sup>
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Jodova tinktura (jod raztopljen v alkoholu): raztopina za razkuževanje ran po operacijah, Jodopovidon se uporablja za razkuževanje pred kirurškim posegom.</li> <li>➤ Radioaktivni jod: za zdravljenje boleznih ščitnice.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Jodovica = raztopina joda v vodi (jod se polarizira; doda se kristalček jodidnega iona).</li> <li>➤ Jod se v topilih, ki vsebujejo kisik (npr. voda in etanol) obarva rjavo, v topilih, ki ne vsebujejo kisika (npr. heksan), se obarva vijolično.</li> <li>➤ V molekuli joda sta atoma joda povezana s kovalentno nepolarno vezjo.</li> <li>➤ Molekulski kristal: gradniki so nepolarne molekule I<sub>2</sub>, med katerimi delujejo disperzijske sile.</li> </ul>
	

Ime spojine in formula	<b>VODA</b> H <sub>2</sub> O
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	H <sub>2</sub> O(l), brezbarvna tekočina
Gradniki spojine	Polarne molekule H <sub>2</sub> O
Tališče in vrelišče	T <sub>tal</sub> = 0 °C, T <sub>vrel</sub> = 100 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Osnova za življenje.</li> <li>➤ Topilo za mnoge ionske in polarne snovi.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Posledice vodikovih vezi med molekulami vode:</li> <li>➤ voda je pri sobnih pogojih je tekočina,</li> <li>➤ ima visoko vrelišče,</li> <li>➤ ima večjo specifično, talilno in izparilno toploto,</li> <li>➤ ima največjo gostoto pri 4 °C,</li> <li>➤ led je specifično lažji od tekoče vode (plava na vodi).</li> <li>➤ Atom vodika in atom kisika sta v molekuli H<sub>2</sub>O povezana s kovalentno polarno vezjo.</li> <li>➤ Led je molekulski kristal, kjer so med molekulami H<sub>2</sub>O vodikove vezi.</li> </ul>
	

Ime spojine in formula	<b>VODIKOV FLUORID HF</b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	HF(g), brezbarven plin
Gradniki spojine	Polarne molekule HF
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = -84 \text{ } ^\circ\text{C}$ , $T_{\text{vrej}} = 19,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Za pripravo fluorovodikove kisline, kjer HF(g) raztapljamo v vodi.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Raztopljen v vodi tvori kislino raztopino – fluorovodikovo kislino HF(aq), ki je korozivna in reagira s steklom.</li> <li>➤ Shranjujemo ga v embalaži iz sintetičnih polimerov.</li> <li>➤ Atom vodika in atom fluora sta v molekuli HF povezana s kovalentno polarno vezjo.</li> <li>➤ Med molekulami HF so prevladujoče vodikove vezi.</li> </ul>
	

Ime spojine in formula	<b>VODIKOV KLORID HCl</b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	HCl(g), brezbarven plin
Gradniki spojine	Polarne molekule HCl
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = -11,422 \text{ } ^\circ\text{C}$ , $T_{\text{vrej}} = -85,05 \text{ } ^\circ\text{C}$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Za pripravo klorovodikove kisline, kjer HCl(g) raztapljamo v vodi.</li> <li>➤ Za proizvodnjo plastičnih materialov (npr. polivinilklorid, PVC).</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Atom vodika in atom klora sta v molekuli HCl povezana s kovalentno polarno vezjo.</li> <li>➤ Med molekulami HCl so prevladujoče orientacijske vezi.</li> </ul>
	

Ime spojine in formula	<b>AMONIJAK NH<sub>3</sub></b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	NH <sub>3</sub> (g), brezbarven plin
Gradniki spojine	Polarne molekule NH <sub>3</sub>
Tališče in vrelišče	T <sub>tal</sub> = -78 °C, T <sub>vrel</sub> = -34 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hladilno sredstvo.</li> <li>➤ V kemijski industriji za proizvodnjo gnojil in razstreliv.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Strupen plin, ki ima močen vonj, ki pri vdihavanju povzroči solzenje.</li> <li>➤ Dobro je topen v vodi.</li> <li>➤ Pri protolitski reakciji z vodo nastanejo amonijevi in hidroksidni ioni – amonijak je šibka baza.</li> <li>➤ Atom vodika in atom dušika sta v molekuli NH<sub>3</sub> povezana s kovalentno polarno vezjo.</li> <li>➤ Med molekulami NH<sub>3</sub> so prevladujoče vodikove vezi.</li> </ul>

Ime spojine in formula	<b>METAN CH<sub>4</sub></b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	CH <sub>4</sub> (g), brezbarven plin
Gradniki spojine	Nepolarne molekule CH <sub>4</sub>
Tališče in vrelišče	T <sub>tal</sub> = -182,5 °C, T <sub>vrel</sub> = -162 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Glavna sestavina zemeljskega plina.</li> <li>➤ Uporablja se v industriji, kot pogonsko gorivo in v gospodinjstvih.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Toplogredni plin.</li> <li>➤ Slabo topen v vodi in lažji od zraka.</li> <li>➤ V zmesi z zrakom je eksploziven.</li> <li>➤ Atom vodika in atom ogljika sta v molekuli CH<sub>4</sub> povezana s kovalentno polarno vezjo.</li> <li>➤ Molekula CH<sub>4</sub> je nepolarna, zato med molekulami delujejo disperzijske sile.</li> </ul>

Ime spojine in formula	<b>OGLJIKOV DIOKSID CO<sub>2</sub></b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	CO <sub>2</sub> (g), brezbarven plin
Gradniki spojine	Nepolarne molekule CO <sub>2</sub>
Tališče in vrelišče	T <sub>tai</sub> = - 57 °C, T <sub>vrel</sub> = - 78,5 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hladilno sredstvo CO<sub>2</sub>(s) – suhi led.</li> <li>➤ V proizvodnji gaziranih pijač.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Težji od zraka.</li> <li>➤ Zavira gorenje.</li> <li>➤ Toplogredni plin.</li> <li>➤ V trdnem agregatnem stanju je poznan kot »suhi led«.</li> <li>➤ Uporablja se za gašenje snovi, ki jih z vodo ne smemo gasiti.</li> <li>➤ Atom kisika in atom ogljika sta v molekuli CO<sub>2</sub> povezana s kovalentno polarno vezjo.</li> <li>➤ Molekula CO<sub>2</sub> je nepolarna, zato molekulami delujejo disperzijske sile.</li> </ul>
	


Ime spojine in formula	<b>OGLJIKOV MONOKSID CO</b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	CO(g), brezbarven plin
Gradniki spojine	Polarne molekule CO
Tališče in vrelišče	T <sub>tai</sub> = -205 °C, T <sub>vrel</sub> = -191,5 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Za proizvodnjo metanola in fosgena (COCl<sub>2</sub>).</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nastaja pri nepopolnem gorenju organskih snovi.</li> <li>➤ Plin brez barve in vonja.</li> <li>➤ Že v nizkih koncentracijah je zelo strupen.</li> <li>➤ Na hemoglobin se veže hitreje kot kisik, zaradi česar pride do zadušitve.</li> <li>➤ Atom kisika in atom ogljika sta v molekuli CO povezana s kovalentno polarno vezjo.</li> <li>➤ Molekula CO je polarna, zato med molekulami delujejo orientacijske sile.</li> </ul>
	

Ime spojine in formula	<b>DIDUŠIKOV OKSID/SMEJALNI PLIN N<sub>2</sub>O</b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	N <sub>2</sub> O(g), brezbarven plin
Gradniki spojine	Polarne molekule N <sub>2</sub> O
Tališče in vrelišče	T <sub>tai</sub> = - 91 °C, T <sub>vrel</sub> = - 88 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Potisni plin v dozah, npr. za smetano.</li> <li>➤ Anestetik v dentalni medicini.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nereaktiven plin.</li> <li>➤ Brez vonja.</li> <li>➤ Uporablja se kot potisni plin v dozah pod pritiskom.</li> <li>➤ Atom kisika in atom dušika sta v molekuli N<sub>2</sub>O povezana s kovalentno polarno vezjo.</li> <li>➤ Molekula N<sub>2</sub>O je polarna, zato med molekulami delujejo orientacijske sile.</li> </ul>
	


Ime spojine in formula	<b>DUŠIKOV DIOKSID NO<sub>2</sub></b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	NO <sub>2</sub> (g), rjav plin
Gradniki spojine	Polarne molekule NO <sub>2</sub>
Tališče in vrelišče	T <sub>tai</sub> = -11,5 °C, T <sub>vrel</sub> = 21 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uporablja se v proizvodnji dušikove kisline.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Strupen plin, z ostrim jedkim vonjem.</li> <li>➤ Pomemben onesnaževalec zraka, ki z drugimi oksidi povzroča nastanek kislega dežja.</li> <li>➤ Atom kisika in atom dušika sta v molekuli NO<sub>2</sub> povezana s kovalentno polarno vezjo.</li> <li>➤ Molekula NO<sub>2</sub> je polarna, zato med molekulami delujejo orientacijske sile.</li> </ul>
	




Ime spojine in formula	<b>NATRIJEV HIDROKSID NaOH</b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	NaOH(s), bele granule
Gradniki spojine	Na <sup>+</sup> in OH <sup>-</sup> (natrijevi in hidroksidni) ioni
Tališče in vrelišče	T <sub>tal</sub> = 318 °C, T <sub>vrel</sub> = 1388 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Za proizvodnjo mila, papirja, tekstila in umetne svile.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Higroskopna snov (snov, ki veže nase vodo).</li> <li>➤ Jedka snov.</li> <li>➤ Raztopina NaOH(aq) je močno bazična.</li> <li>➤ Ionski kristal, topen v vodi.</li> <li>➤ Med natrijevimi, Na<sup>+</sup> in hidroksidnimi, OH<sup>-</sup> ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).</li> </ul>
	

Ime spojine in formula	<b>NATRIJEV KLORID NaCl</b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	NaCl(s), beli kristali
Gradniki spojine	Na <sup>+</sup> in Cl <sup>-</sup> (natrijevi in kloridni) ioni
Tališče in vrelišče	T <sub>tal</sub> = 801 °C, T <sub>vrel</sub> = 1413 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Industrijska začimba, naravni konzervans.</li> <li>➤ V zmesi z drugimi solmi in peskom se uporablja za znižanje zmrzišča.</li> <li>➤ Za pripravo fiziološke raztopine.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Higroskopna spojina (veže nase vodo).</li> <li>➤ Plamenska reakcija: Na<sup>+</sup> ioni obarvajo plamen gorilnika rumeno.</li> <li>➤ Ionski kristal, topen v vodi.</li> <li>➤ Med natrijevimi, Na<sup>+</sup> in kloridnimi, Cl<sup>-</sup> ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).</li> </ul>
	


Ime spojine in formula	<b>NATRIJEV JODID NaI</b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	NaI(s), bel kristali
Gradniki spojine	Na <sup>+</sup> in I <sup>-</sup> (natrijevi in jodidni ioni)
Tališče in vrelišče	T <sub>tal</sub> = 661 °C, T <sub>vrel</sub> = 1304 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uporablja se v radiologiji kot kontrastno sredstvo za slikanje ščitnice.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Plamenska reakcija: Na<sup>+</sup> ioni obarvajo plamen gorilnika rumeno.</li> <li>➤ Ionski kristal, topen v vodi.</li> <li>➤ Med natrijevimi, Na<sup>+</sup> in jodidnimi, I<sup>-</sup> ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).</li> </ul>
	


Ime spojine in formula	<b>KALIJEV KLORID KCl</b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	KCl(s), bel kristalni prah
Gradniki spojine	K <sup>+</sup> in Cl <sup>-</sup> (kalijevi in kloridni ioni)
Tališče in vrelišče	T <sub>tal</sub> = 770 °C, T <sub>vrel</sub> = 1420 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uporablja se v proizvodnji umetnih gnojil, barvil in mil.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Plamenska reakcija: K<sup>+</sup> ioni obarvajo plamen gorilnika vijolično.</li> <li>➤ Ionski kristal, topen v vodi.</li> <li>➤ Med kalijevimi, K<sup>+</sup> in kloridnimi, Cl<sup>-</sup> ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).</li> </ul>
	

Ime spojine in formula	<b>KALIJEV BROMID KBr</b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	KBr(s), beli kristali
Gradniki spojine	K <sup>+</sup> in Br <sup>-</sup> (kalijevi in bromidni) ioni
Tališče in vrelišče	T <sub>tal</sub> = 734 °C, T <sub>vrel</sub> = 1435 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Za pripravo raztopin za analitične namene.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Plamenska reakcija: K<sup>+</sup> ioni obarvajo plamen gorilnika vijolično.</li> <li>➤ Ionski kristal, topen v vodi.</li> <li>➤ Med kalijevimi, K<sup>+</sup> in bromidnimi ioni, Br<sup>-</sup> ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).</li> </ul>
	


Ime spojine in formula	<b>KALIJEV JODID KI</b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	KI(s), beli kristali
Gradniki spojine	K <sup>+</sup> in I <sup>-</sup> ioni (kalijevi in jodidni) ioni
Tališče in vrelišče	T <sub>tal</sub> = 681 °C, T <sub>vrel</sub> = 1330 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kot radiološka zaščita.</li> <li>➤ Jodirana sol.</li> <li>➤ Raztopina joda in kalijevega jodida v vodi se uporablja za dokazovanje škroba.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Plamenska reakcija: K<sup>+</sup> ioni obarvajo plamen gorilnika vijolično.</li> <li>➤ Ionski kristal, topen v vodi.</li> <li>➤ Med kalijevimi, K<sup>+</sup> in jodidnimi ioni, I<sup>-</sup> ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).</li> </ul>
	




Ime spojine in formula	<b>NATRIJEV HIDROGENKARBONAT NaHCO<sub>3</sub></b> <b>(SODA BIKARBONA)</b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	NaHCO <sub>3</sub> (s), bel kristalni prah
Gradniki spojine	Na <sup>+</sup> in HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (natrijevi in hidrogenkarbonatni) ioni
Tališče in vrelišče	T <sub>tal</sub> = 50 °C, T <sub>vrel</sub> = 851 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sestavina pecilnega praška - sredstvo za vzhajanje pri peki.</li> <li>➤ V medicini kot antacid za nevtralizacijo želodčne kisline.</li> <li>➤ za pripravo naravnih čistil.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Topen v vodi.</li> <li>➤ Vodna raztopina je rahlo bazična (šibka baza).</li> <li>➤ Ionski kristal, topen v vodi.</li> <li>➤ Med natrijevimi in hidrogenkarbonatnimi (Na<sup>+</sup> in HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).</li> </ul>
	


Ime spojine in formula	<b>NATRIJEV KARBONAT Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b> <b>(SODA)</b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (s), beli kristali
Gradniki spojine	Na <sup>+</sup> in CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (natrijevi in karbonatni) ioni
Tališče in vrelišče	T <sub>tal</sub> = 851 °C, T <sub>vrel</sub> = 1600 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ V proizvodnji stekla.</li> <li>➤ Za izdelavo mil, detergentov.</li> <li>➤ Za mehčanje vode in čiščenje.</li> <li>➤ Sredstvo za vzhajanje pri peki.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Vodna raztopina je bazična.</li> <li>➤ Ionski kristal, topen v vodi.</li> <li>➤ Med natrijevimi in karbonatnimi (Na<sup>+</sup> in CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).</li> </ul>
	
33	

Ime spojine in formula	<b>LITIJEV OKSID <math>\text{Li}_2\text{O}</math></b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	$\text{Li}_2\text{O}(\text{s})$ , beli kristali
Gradniki spojine	$\text{Li}^+$ in $\text{O}^{2-}$ (litijevi in oksidni) ioni
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = 1438\text{ }^\circ\text{C}$ , $T_{\text{vre}} = 2600\text{ }^\circ\text{C}$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sestavina v litij-ionskih baterijah.</li> <li>➤ V proizvodnji nekaterih zdravil, (pri zdravljenju bipolarnе motnje)</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Spojina je jedka in dražilna.</li> <li>➤ Ionski kristal, topen v vodi.</li> <li>➤ Med litijevimi, <math>\text{Li}^+</math> in oksidnimi, <math>\text{O}^{2-}</math> ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).</li> </ul>
	

Ime spojine in formula	<b>MAGNEZIJEV OKSID <math>\text{MgO}</math></b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	$\text{MgO}(\text{s})$ , beli kristali
Gradniki spojine	$\text{Mg}^{2+}$ in $\text{O}^{2-}$ (magnezijevi in oksidni) ioni
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = 2852\text{ }^\circ\text{C}$ , $T_{\text{vre}} = 3600\text{ }^\circ\text{C}$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ V gradbeništvu in farmacevtski industriji.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ima visoko toplotno prevodnost.</li> <li>➤ Ionski kristal, topen v vodi.</li> <li>➤ Med magnezijevimi, <math>\text{Mg}^{2+}</math> in oksidnimi, <math>\text{O}^{2-}</math> ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).</li> </ul>
	


Ime spojine in formula	<b>KALCIJEV OKSID CaO</b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	CaO(s), bel prah
Gradniki spojine	Ca <sup>2+</sup> in O <sup>2-</sup> (kalcijevi in oksidni) ioni
Tališče in vrelišče	T <sub>tal</sub> = 2613 °C, T <sub>vrel</sub> = 2850 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ V industriji ga proizvajajo iz apnenca, industrijski kalcijev oksid ali žgano apno, ki se uporablja pri pripravi malte.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ionski kristal, topen v vodi, raztopina je bazična.</li> <li>➤ Med kalcijevimi, Ca<sup>2+</sup> in oksidnimi, O<sup>2-</sup> ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).</li> </ul>
	

Ime spojine in formula	<b>MAGNEZIJEV KLORID MgCl<sub>2</sub></b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	MgCl <sub>2</sub> (s), bel prah
Gradniki spojine	Mg <sup>2+</sup> in Cl <sup>-</sup> (magnezijevi in kloridni) ioni
Tališče in vrelišče	T <sub>tal</sub> = 2613 °C, T <sub>vrel</sub> = 2850 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kot glavna sestavina prehranskih dopolnil (za preprečevanje mišičnih krčev).</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Higroskopska spojina (veže nase vodo).</li> <li>➤ Ionski kristal, topen v vodi.</li> <li>➤ Med magnezijevimi, Mg<sup>2+</sup> in kloridnimi, Cl<sup>-</sup> ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).</li> </ul>
	

Ime spojine in formula	<b>KALCIJEV KLORID <math>\text{CaCl}_2</math></b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	$\text{CaCl}_2(\text{s})$ , bel kristalni prah
Gradniki spojine	$\text{Ca}^{2+}$ in $\text{Cl}^-$ (kalcijevi in kloridni) ioni
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = 2613 \text{ }^\circ\text{C}$ , $T_{\text{vre}} = 2850 \text{ }^\circ\text{C}$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sredstvo za znižanje zmrzišča v zmesi z drugimi solmi na cestah.</li> <li>➤ Za ogrevanje napitkov.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Higroskopna spojina (veže nase vodo).</li> <li>➤ Ionski kristal, topen v vodi.</li> <li>➤ Med kalcijevimi, <math>\text{Ca}^{2+}</math> in kloridnimi, <math>\text{Cl}^-</math> ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).</li> </ul>
	


Ime spojine in formula	<b>VODIKOV BROMID <math>\text{HBr}</math></b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	$\text{HBr}(\text{g})$ , brezbarven plin
Gradniki spojine	Polarne molekule $\text{HBr}$
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = -87 \text{ }^\circ\text{C}$ , $T_{\text{vre}} = -66 \text{ }^\circ\text{C}$
Uporaba	Za pripravo jodovodikove kisline.
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Strupen pri vdihovanju, lahko povzroča opekline, draži oči.</li> <li>➤ Raztopljen v vodi tvori kisloto raztopino – bromovodikovo kislino <math>\text{HBr}(\text{aq})</math>.</li> <li>➤ Atom vodika in atom broma sta v molekuli <math>\text{HBr}</math> povezana s kovalentno polarno vezjo.</li> <li>➤ Molekula <math>\text{HBr}</math> je polarna, zato med molekulami delujejo orientacijske vezi.</li> </ul>
	


Ime spojine in formula	<b>VODIKOV JODID HI</b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	HI(g), brezbarven plin
Gradniki spojine	Polarne molekule HI
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = -51\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $T_{\text{vre}} = -34\text{ }^{\circ}\text{C}$
Uporaba	Za pripravo jodovodikove kisline.
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Raztopljen v vodi tvori kislno raztopino - jodovodikovo kislino HI(aq).</li> <li>➤ Atom vodika in atom joda sta v molekuli HI povezana s kovalentno polarno vezjo.</li> <li>➤ Molekula HI je polarna, zato med molekulami delujejo orientacijske vezi.</li> </ul>
	

Ime spojine in formula	<b>LITIJEV KLORID LiCl</b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	LiCl(s), bel kristalen prah
Gradniki spojine	Li <sup>+</sup> in Cl <sup>-</sup> (litijevi in kloridni) ioni
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = 605\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $T_{\text{vre}} = 1382\text{ }^{\circ}\text{C}$
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uporablja se v sušilcih za zrak kot higroskopski material.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Higroskopna spojina (veže nase vodo).</li> <li>➤ Plamenska reakcija: Li<sup>+</sup> ioni obarvajo plamen gorilnika roza.</li> <li>➤ Ionski kristal, topen v vodi.</li> <li>➤ Med litijevimi, Li<sup>+</sup> in kloridnimi, Cl<sup>-</sup> ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).</li> </ul>
	



Ime spojine in formula	<b>RUBIDIJEV Klorid RbCl</b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	RbCl(s), bel kristali
Gradniki spojine	Rb <sup>+</sup> in Cl <sup>-</sup> (rubidijevi in kloridni) ioni
Tališče in vrelišče	T <sub>tal</sub> = 715 °C, T <sub>vrel</sub> = 1390 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ker ima visoko toplotno odpornost, se uporablja v visokotemperaturnih procesih, kot sta metalurgija in steklarstvo.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ionski kristal, topen v vodi.</li> <li>➤ Med rubidijevimi, Rb<sup>+</sup> in kloridnimi, Cl<sup>-</sup> ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).</li> </ul>
	

Ime spojine in formula	<b>CEZIJEV Klorid CsCl</b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	CsCl(s), beli kristali
Gradniki spojine	Cs <sup>+</sup> in Cl <sup>-</sup> (cezijeви in kloridni) ioni
Tališče in vrelišče	T <sub>tal</sub> = 645 °C, T <sub>vrel</sub> = 1297 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ uporablja se kot elektrolit v baterijah.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ionski kristal, topen v vodi.</li> <li>➤ Med cezijevi, Cs<sup>+</sup> in kloridnimi, Cl<sup>-</sup> ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).</li> </ul>
	

Ime spojine in formula	<b>KALIJEV HIDROKSID KOH</b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	KOH(s), bele granule
Gradniki spojine	K <sup>+</sup> in OH <sup>-</sup> (kalijevi in hidroksidni) ioni
Tališče in vrelišče	T <sub>tal</sub> = 406 °C, T <sub>vrel</sub> = 1327 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Za čiščenje odtokov.</li> <li>➤ V proizvodnji mazavil.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Jedka snov.</li> <li>➤ Raztopina KOH(aq) je močno bazična.</li> <li>➤ Ionski kristal, topen v vodi.</li> <li>➤ Med kalijevimi, K<sup>+</sup> in hidroksidnimi, OH<sup>-</sup> ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).</li> </ul>
	

Ime spojine in formula	<b>KALCIJEV KARBONAT CaCO<sub>3</sub></b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	CaCO <sub>3</sub> (s), bela trdna snov
Gradniki spojine	Ca <sup>2+</sup> in CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (kalijevi in karbonatni) ioni
Tališče in vrelišče	T <sub>tal</sub> = 825 °C, T <sub>vrel</sub> = 2850 °C
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Za pridobivanje žganega apna.</li> </ul>
Druge lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sestavlja apnenec.</li> <li>➤ Ionski kristal, ni topen v vodi.</li> <li>➤ Med kalcijevimi in karbonatnimi (Ca<sup>2+</sup> in CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).</li> </ul>
	

Ime spojine in formula	<b>KALCIJEV HIDROGENKARBONAT <math>\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2</math></b>
Zapis spojine z označenim agregatnim stanjem in barvo pri sobnih pogojih	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ (s), beli kristali
Gradniki spojine	$\text{Ca}^{2+}$ in $\text{HCO}_3^-$ (kalcijevi in hidrogenkarbonatni) ioni
Tališče in vrelišče	$T_{\text{tal}} = 1339 \text{ }^\circ\text{C}$ , $T_{\text{vrel}} = 334 \text{ }^\circ\text{C}$
Uporaba	➤ Kot dodatek hrani: barvni stabilizator.
Druge lastnosti	➤ Med kalcijevimi in hidrogenkarbonatnimi ( $\text{Ca}^{2+}$ in $\text{HCO}_3^-$ ) ioni je ionska vez (privlak med kationi in anioni).
 <p><b><math>\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2</math></b></p> <p>ŽIVLJENJE: 760 NAPAD: 450</p>	



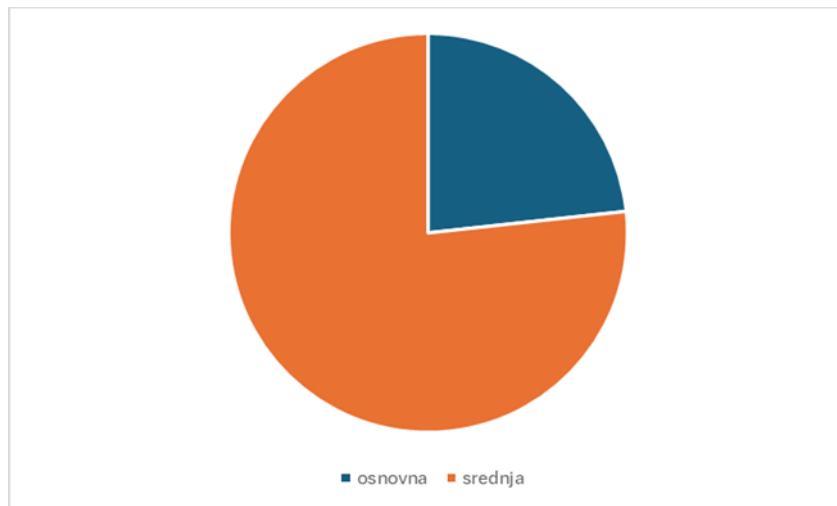
### 5.1.2 Navodila za igro s kartami

Navodila za igro s kartami so navedena v Prilogi D.

### 5.1.3 Preizkušanje didaktičnega gradiva in anketiranje

Anketni vprašalnik je naveden v Prilogi E.

Anketiranci so lahko pri vseh napisanih trditvah izbirali med odgovori: ne strinjam se, večinoma se ne strinjam, delno se strinjam, večinoma se strinjam in popolnoma se strinjam.



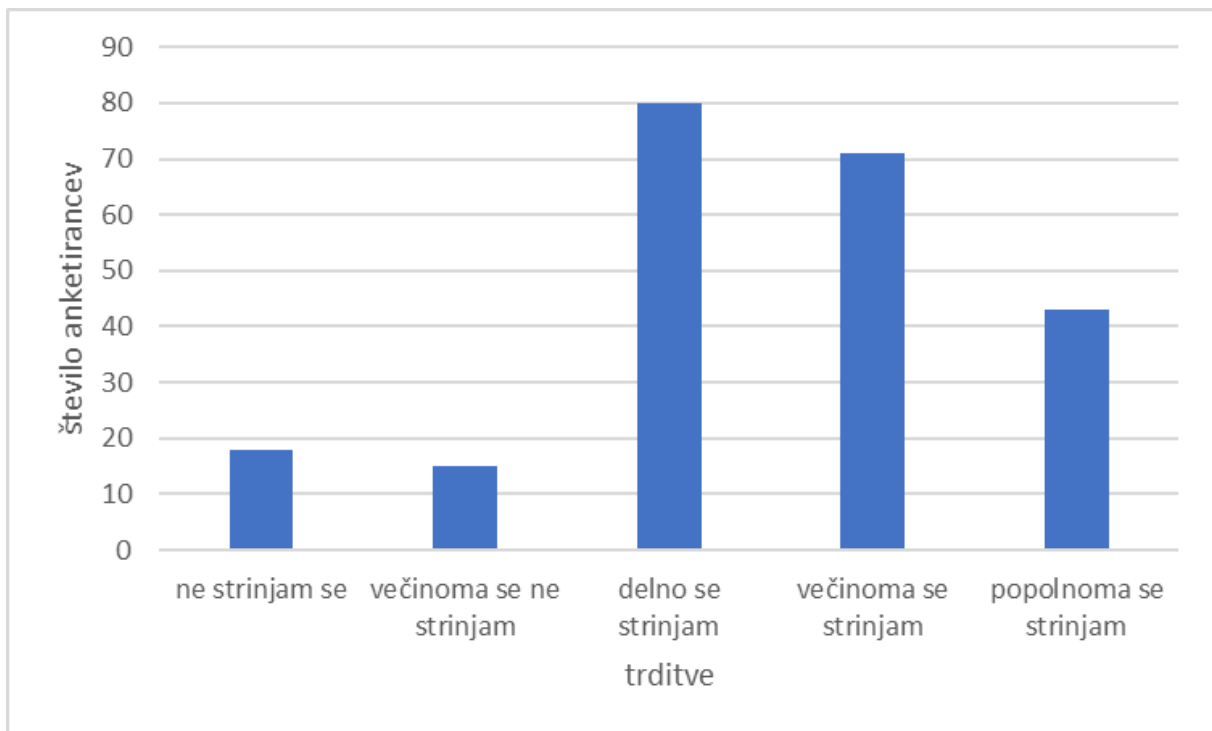
Slika 6: Prikaz števila sodelujočih dijakov in učencev.

**Hipoteza 2: Tovrstna gradiva so učencem in dijakom bolj zanimiva, ker so informacije in znanja podana na bolj sodoben, njim bližji način.**

Hipotezo 2 smo preverili s prvo trditvijo na anketnem vprašalniku.

Na prvo trditev je odgovorilo 227 anketirancev.

35 % anketirancev se delno strinja, da je didaktična igra ustvarjena z umetno inteligenco bolj zanimiva, 50 % oz. polovica anketirancev se večinoma ali popolnoma strinja, da je didaktično gradivo bolj zanimivo v primerjavi s klasičnimi gradivi. Samo 15 % anketirancev se ne strinja oz. se večinoma ne strinja s trditvijo.

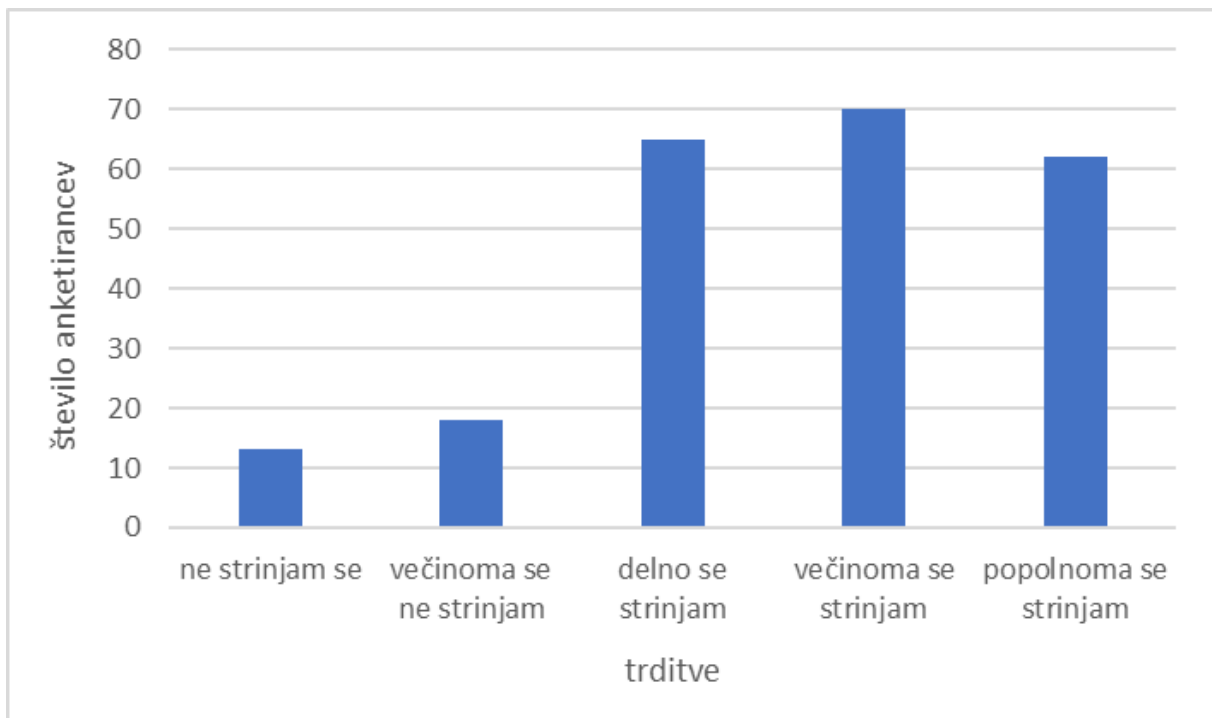


Slika 7: Odgovori na trditev V primerjavi s klasičnimi učnimi pripomočki (kot so npr. slike v učbeniku, na spletu), i-učbeniki in animacijami je didaktično gradivo ustvarjeno z umetno inteligenco bolj zanimivo.

**Hipoteza 1: Učenci in dijaki si pri pouku in učenju želijo več didaktičnih gradiv v obliki zabavne igre.**

Na drugo trditev je odgovorilo 228 anketirancev.

Več kot polovica anketirancev (58 %) se strinja oz. se popolnoma strinja, da didaktično gradivo ustvarjeno z umetno inteligenco poda informacije na bolj sodoben način, samo 5 % se jih s to trditvijo ne strinja.



Slika 8: Odgovori na trditve V primerjavi s klasičnimi učnimi pripomočki (kot so npr. slike v učbeniku, na spletu), i-učbeniki in animacijami, didaktično gradivo ustvarjeno z umetno inteligenco informacije poda na bolj sodoben način.

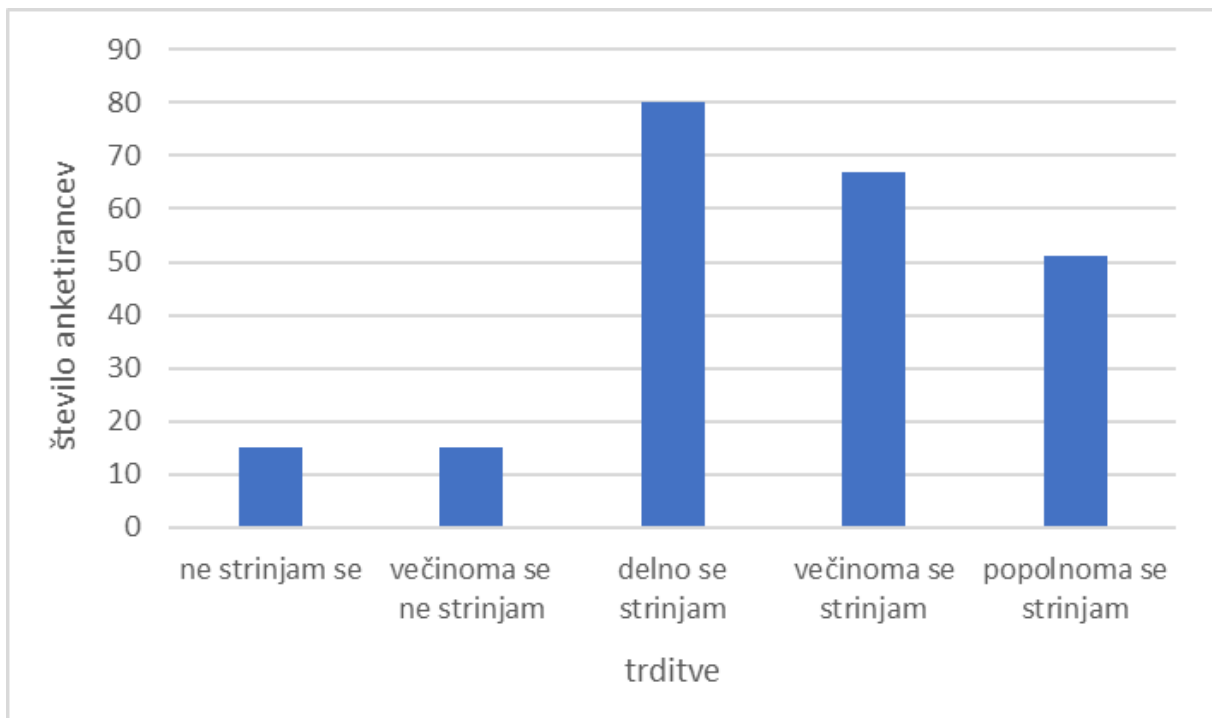
**Hipoteza 3: Gradivo pripomore k boljšemu razumevanju snovi, povečuje motivacijo in zanimanje za učenje kemije ter spodbuja k razmišljanju, raziskovanju in reševanju problemov.**

Hipotezo 3 smo preverjali s trditvami tri, štiri in pet na anketnem vprašalniku

Na tretjo trditve je prav tako odgovorilo 228 anketirancev.

Rezultati za tretjo trditve:

14 % anketirancev se ne strinja s trditvijo oz. se večinoma ne strinja, 35 % se jih delno strinja, 51 % pa se jih večinoma ali popolnoma strinja.

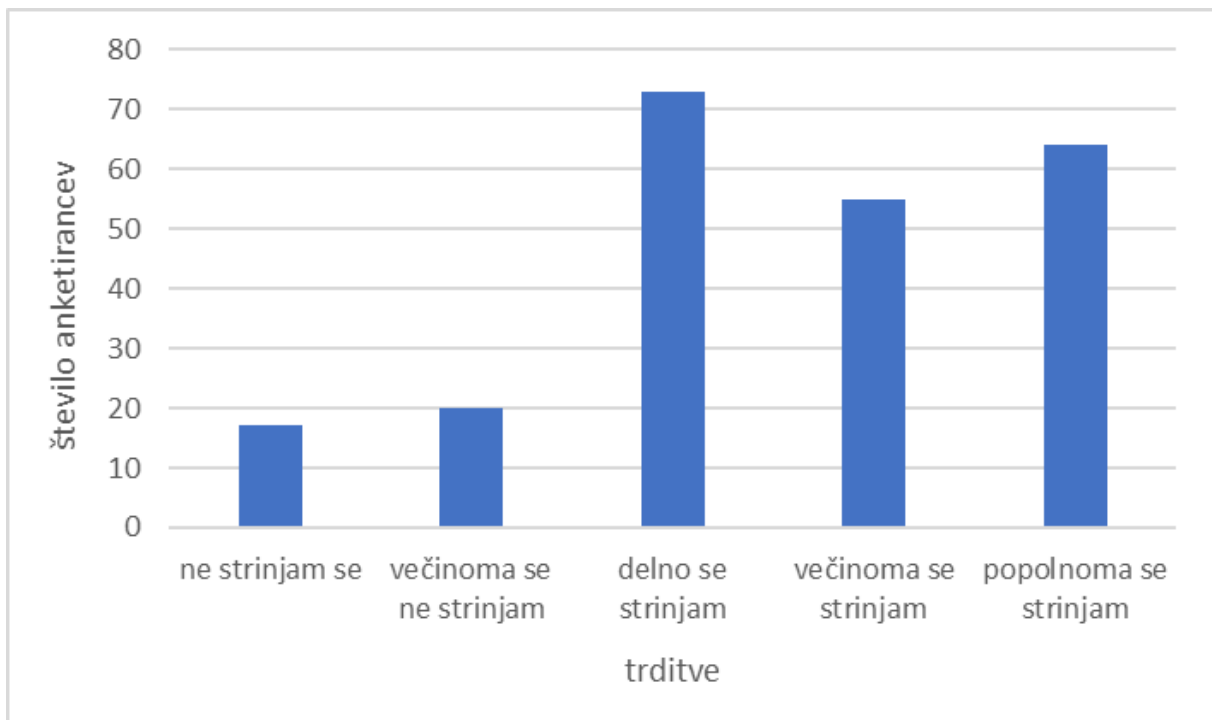


Slika 9: Odgovori na trditev V primerjavi s klasičnimi učnimi pripomočki (kot so npr. slike v učbeniku, na spletu), i-učbeniki in animacijami, didaktično gradivo ustvarjeno z umetno inteligenco ustvari bolj učinkovito učno izkušnjo in pripomore k boljšemu razumevanju snovi.

Na četrto trditev je odgovorilo 229 anketirancev.

Rezultati četrte trditve:

7 % anketirancev se ne strinja s trditvijo, 9 % se večinoma ne strinja, 32 % se delno strinja, 24 % se večinoma strinja, 28 % se popolnoma strinja.

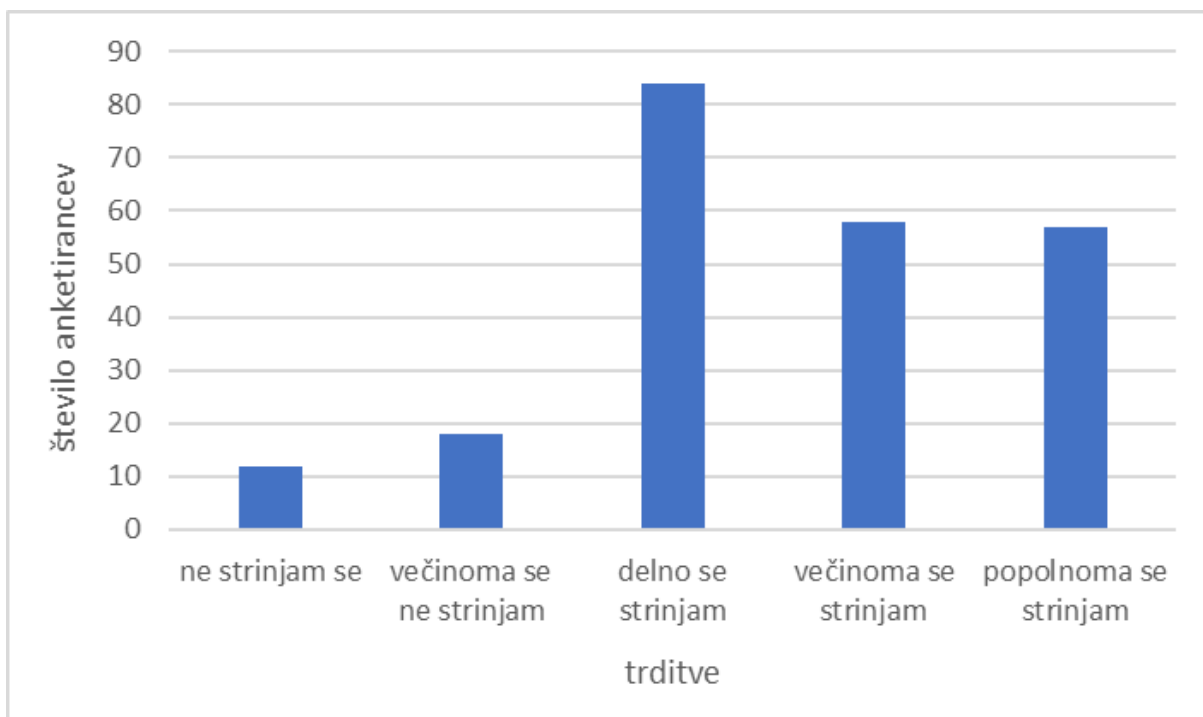


Slika 10: Odgovori na trditev V primerjavi s klasičnimi učnimi pripomočki (kot so npr. slike v učbeniku, na spletu), i-učbeniki in animacijami, didaktično gradivo ustvarjeno z umetno inteligenco vzbuja večji interes, povečuje zanimanje in motivacijo za učenje kemije.

Na peto trditev je prav tako odgovorilo 229 anketirancev.

Rezultati pete trditve:

5 % anketirancev se ne strinja s trditvijo, 8 % se večinoma ne strinja, 37 % se delno strinja, 25 % se večinoma strinja, 25 % se popolnoma strinja.



Slika 11: Odgovori na trditve V primerjavi s klasičnimi učnimi pripomočki (kot so npr. slike v učbeniku, na spletu), i-učbeniki in animacijami, didaktično gradivo ustvarjeno z umetno inteligenco spodbuja učence/dijake k razmišljanju, raziskovanju in reševanju problemov.

#### H4: Umetna inteligenca pomaga pri snovanju temeljev didaktične igre.

Pri izdelavi didaktičnega gradiva Kemijska bitja nam je umetna inteligenca služila kot orodje za generiranje kart. Izkazalo se je, da smo z uporabo orodij generiranja slik za nekomercialno rabo pohitrili proces prototipiranja izobraževalne igre s kartami, ki lahko sodi tudi v področje družabnih iger. Glede na graf (slika 8) je razvidno, da so tudi učenci in dijaki pozitivno sprejeli didaktično igro.

## 5.2 Razprava

Z raziskovalno nalogo smo ugotovili, da si učenci/dijaki želijo sodobnejših didaktičnih gradiv, ki so poučna in zabavna ter jih spodbujajo k razmišljanju, raziskovanju in reševanju problemov.

Potrjene so vse hipoteze empiričnega dela naloge:

H1: Učenci in dijaki si pri pouku in učenju želijo več didaktičnih gradiv v obliki zabavne igre.

H2: Tovrstna gradiva so dijakom in učencem bolj zanimiva, ker so informacije in znanja podana na bolj sodoben, njim bližji način.

H3: Gradivo pripomore k boljšemu razumevanju snovi, povečuje zanimanje in motivacijo za učenje kemije ter spodbuja k razmišljanju, raziskovanju in reševanju problemov.

H4: Umetna inteligenca pomaga pri snovanju temeljev didaktične igre.

**H2:** Tovrstna gradiva so učencem in dijakom bolj zanimiva, ker so informacije in znanja podana na bolj sodoben, njim bližji način.

Nemotivirani dijaki za pouk kemije, še posebej pa učenci v osnovnih šolah, pogosto dojemajo učno snov kot dolgočasno in prezahtevno ter nepomembno (Saleh, idr., 2024). To potrjujejo tudi rezultati izvedene ankete, ki kažejo, da si večina mladih (85 %) želi bolj zabavnih in zanimivih ter sodobnih pristopov obravnave učne snovi (slika 7).

**H1:** Učenci in dijaki si pri pouku in učenju želijo več didaktičnih gradiv v obliki zabavne igre.

58 % anketirancev se strinja oz. se popolnoma strinja, da didaktično gradivo ustvarjeno z umetno inteligenco poda informacije na bolj sodoben način, samo 5 % se jih ne strinja s to trditvijo (slika 8).

Med mladimi opazamo velik interes za tovrstno igro v šoli ali doma. Med samim preizkušanjem igre smo opazili, da so se učenci/dijaki sproščeno in zavzeto poglobili v obravnavano snovi ter razmišljali o postopkih in pogojih nastanka spojin iz elementov.

S tem pristopom pridobivajo trajnejše znanje in so tudi bolj motivirani za nadaljnje učenje (D. Yambyshev, L. Derbisheva in V. Halaman, 2019).

S sodobnim didaktičnim gradivom se prilagajamo mladim, ki odraščajo pod vplivom hitrih sprememb zaradi velikega napredka tehnologije. Med igranjem se učenci/dijaki v primerjavi s klasičnim načinom dela pri pouku veliko bolj sprostijo, se zabavajo, družijo in s tem vzpostavljajo socialne stike s sošolci, kar prispeva tudi k njihovem psihosocialnemu razvoju. Hkrati ni potrebna uporaba pametnih naprav, ki lahko vodi v izolacijo in odtujenost. Vse to še dodatno spodbuja željo po nadaljnjem - večkratnem igranju igre, kar jim omogoča utrjevanje znanja.

Pri preverjanju didaktičnega gradiva med učenci in dijaki (ob upoštevanju njihovih izkušenj pri igranju igre s kartami) smo potrdili:

**H3:** Gradivo pripomore k boljšemu razumevanju snovi, povečuje zanimanje in motivacijo za učenje kemije ter spodbuja k razmišljanju, raziskovanju in reševanju problemov.

Hipotezo 3 smo preverjali s trditvami tri, štiri in pet na anketnem vprašalniku

Rezultati za tretjo trditev:

- 51 % se jih večinoma ali popolnoma strinja.

Rezultati za četrto trditev:

- 52 % se jih večinoma ali popolnoma strinja.

Rezultati za peto trditev:

- 50 % se jih večinoma ali popolnoma strinja.

Nekaj dvoma glede uporabe sodobnih gradiv med mladimi je vendarle opaziti. Najverjetneje je to povezano s sodobnim didaktičnim gradivom (ustvarjenim z umetno inteligenco), saj s tovrstno rabo mladi še nimajo izkušenj. To področje je v razvoju. Tudi mi nismo imeli na voljo ustreznega gradiva, ki bi ustrezalo naši raziskovalni temi, bodisi z uporabo umetne inteligence bodisi brez nje. O že obstoječih gradivih na spletu nismo našli ustreznih virov, zato smo o uporabi le-teh povprašali



vrstnike. Večina med njimi je povedala, da pri pouku kemije niso nikoli uporabljali zabavnih gradiv kot so igre. Obstaja pa nekaj učiteljev v osnovnih šolah, ki sami pripravljajo didaktično gradivo v obliki iger.

Sklicujemo se na rezultate že opravljene raziskave (Ramos Afonso idr., 2023), ki se ujemajo z rezultati naše izvedene ankete. Pomen učinkovitih zabavnih didaktičnih gradiv se zavedajo tudi večje in pomembnejše institucije, kot je to na primer Evropska Unija.

Ob preizkušanju igre na izbranih osnovnih šolah so nas spodbudili številni komentarji učiteljic kemije, da so se v igro poglobili celo tisti učenci, ki sicer pri pouku povzročajo težave in jih predmet v (celoti) sploh ne zanima. Menimo, da je to še dodatna potrditev, da je igra učinkovita in služi svojemu namenu.

**H4:** Umetna inteligenca pomaga pri snovanju temeljev didaktične igre.

Za igro so bili anketiranci tako učenci kot dijaki motivirani, k čemur je pripomogla slikovna podoba kart, ki si jo igralci lahko hitro zapomnijo.

Da smo to dosegli, smo izkoristili novo tehnologijo, ki nam je na voljo brezplačno. S pomočjo umetne inteligence smo ustvarili učinkovito gradivo s privlačnim izgledom kart. Umetni inteligenci smo morali podati natančen zapis oziroma natančna navodila, da ustvari kemijska bitja z vključenimi fizikalnimi in kemijskimi lastnostmi elementov in spojin.

Osredotočili smo se na alkalijske in zemeljskoalkalijske kovine ter halogene, ki smo jim dodali še nekaj pomembnejših elementov, kot so vodik, ogljik, dušik in kisik. Temu so sledile spojine, ki nastajajo iz danega nabora elementov, upoštevajoč reakcijske pogoje, ki so predstavljeni v Prilogi C. Prav ta povezava slikovne podobe kart in kemijske vsebine omogoča igralcem, da se z igro s kartami učijo na neformalen način, ki je dinamičen, zabaven in zanimiv.

Umetna inteligenca zaradi svojega načina delovanja ne more vedno vsega uresničiti, saj ima še vedno veliko prostora za svoje odločitve. Po nekaj poskusih smo ugotovili, kako najbolj optimalno napisati navodilo, da ga bo umetna inteligenca v čim večji meri upoštevala. Včasih je bilo potrebnih več poskusov kreacij za isti element/spojino, da smo prišli do zelenega izgleda kemijskega bitja, ki predstavlja določen element oziroma spojino. Opisi elementov in spojin, ki so bili podani umetni inteligenci za kreiranje kemijskih bitij, so navedeni v Prilogi A in Prilogi B. Ugotovili smo tudi, da ima umetna inteligenca včasih težave z upoštevanjem določenih besed oziroma besednih zvez. V našem primeru je imela precej težav z upoštevanjem ustvarjanja bitja, ki naj bi bilo po navodilu sestavljeno iz belega prahu. Tako smo morali nekatere besede prilagoditi, da je ustvarjanje kemijskih bitij vodilo do zelenih rezultatov - povezave izgleda karte z nekaterimi fizikalnimi in kemijskimi lastnostmi elementov in spojin.

Ugotovili smo, da je umetna inteligenca primerno oz. ustrezno orodje pri snovanju učinkovitega in zabavnega didaktičnega gradiva in s tem potrdili četrto hipotezo.

## 6 ZAKLJUČEK

Raziskovalno delo nam je omogočilo pripraviti gradivo za novo snov o fizikalnih ter kemijskih lastnostih elementov in spojin na inovativen način z uporabo programa umetne inteligence. Igro s kartami lahko uporabljamo pri pouku kemije ali za utrjevanje snovi s prijatelji v domačem okolju.

Igro smo poimenovali Kemijska bitja, ki je sodelujoče učence in dijake na testnih šolah že navdušila. Prav tako lahko gradivo služi učiteljem/profesorjem za motivacijo, ponavljanje in utrjevanje znanja.

Z rezultati ankete smo potrdili zanimanje učencev/dijakov po sodobnih gradivih, ki so za mlade privlačnejši način učenja in utrjevanja znanja. To je hkrati tudi spodbuda učiteljem v osnovnem in srednješolskem vzgojno-izobraževalnem sistemu, da uporabljajo sodobno tehnologijo in didaktično gradivo, ki je mladi generaciji blizu.

Nenehno se srečujemo z novimi tehnologijami, ki terjajo od vseh deležnikov izobraževanja in vzgoje določene spremembe in prilagoditve.

Učenci in dijaki so po preizkusu didaktičnega gradiva (igre s kartami) izrazili svoje mnenje - stopnje strinjanja na osnovi zapisanih trditev v anketi. Na osnovi rezultatov ankete je razvidno, da si mladi v prihodnosti želijo več gradiv, ki vključujejo sodobne tehnologije.

Na podlagi trditev iz anketnega vprašalnika in rezultatov ankete smo ugotovili, kako umetno inteligenco najbolje uporabiti za učinkovito in zabavno didaktično gradivo. S pomočjo že opravljene raziskave (Álvarez-Herrero in Valls-Bautista, 2021), ki potrjuje, da si učenci želijo uporabe didaktičnih gradiv v obliki igre, lahko potrdimo našo prvo hipotezo. Prav tako lahko na podlagi že opravljenih raziskav (Saleh, idr., 2024) ter rezultatov naše izvedene ankete potrdimo drugo in tretjo hipotezo o dodatni motivaciji, večjemu zanimanju za učno snov, poglobljenemu razmišljanju, raziskovanju ... ob uporabi iger kot didaktičnega gradiva. Zaradi zadovoljstva učencev/dijakov, ki so igro s kartami preizkusili, lahko trdimo, da je bila umetna inteligenca koristno orodje in je služila svojemu namenu.

S tem smo potrdili tudi našo zadnjo, četrto hipotezo.

Vse naše hipoteze smo potrdili.

Iz že testiranega gradiva med mladimi opazamo velik interes za tovrstno igro v šoli ali doma. Didaktična gradiva v obliki iger so pomembna, ker učencem/dijakom ponujajo bolj sproščen način dela ter hkrati druženje z vrstniki. Pri tem učenci/dijaki pridobijo ustrezno znanje in nadaljnjo motivacijo ali zanimanje za učenje, s čimer so se v izvedeni anketi dijaki/učenci večinoma (85 %) strinjali. Omogoča tudi razbremenitev stresa, saj se z igranjem družijo in se zabavajo.

S tovrstnim gradivom se prilagajamo novim generacijam, ki odraščajo pod vplivom hitrih sprememb zaradi velikega napredka tehnologije.

Morda v srednjih šolah še ni vidnih tako velikih sprememb glede dela pri pouku kot pri mlajših generacijah. Te pa so že zelo dobro vidne v osnovnih šolah, kjer se učitelji vsakodnevno soočajo z novimi izzivi, kako učencem najbolje prilagoditi pouk ter jih motivirati za določeno temo in njeno razumevanje. Učitelji opazajo, da učenci niso več zmožni enakega ritma dela, kot je bilo to mogoče še nekaj let nazaj. To je torej razlog zakaj še dodatno potrebujemo didaktična gradiva v sodobnih oblikah.

Da učence/dijake tovrstno gradivo bolj zanima in jih motivira za učenje, so potrdili s trditvijo v anketi (52 % anketirancev se strinja). S sodobnimi gradivi, ki vključujejo nove tehnologije in drugačen pristop k delu, lahko prilagodimo pouk mladim in jih ponovno vrnemo k zanimanju po dodatnemu znanju.

Z didaktičnim gradivom, ki smo ga naredili s pomočjo uporabe umetne inteligence, želimo spodbujati tudi druge kreatorje, da bi mladim ustvarili sproščeno, zanimivo, zabavno, predvsem pa tako učno okolje, ki bi jih dodatno motiviralo ter spodbudilo k dodatnemu raziskovanju in razmišljanju.

Za nadgradnjo raziskovalne naloge je odprtih veliko možnosti:

- igro s kartami lahko dopolnimo še z drugimi elementi (npr. aluminij, prehodni elementi: Zn, Cu, Ag, Au, Mn, Cr, Ni, Cd), silicij, fosfor, žveplo, žlahtni plini) in spojinami
- nalogo lahko nadgradimo s tehnologijo obogatene resničnosti (AR) in dodatkom animacij "kemijskih bitij"
- igro lahko prevedemo v angleški in nemški jezik
- vključimo lahko elemente kot so oblikovanje poslovnega modela, razvijanje marketinških strategij ter izvedemo finančne analize. To bi predstavljalo še dodatni izziv, ki bi nam omogočil, da razvijemo ključne veščine za uspeh v poslovnem okolju.

## 7 VIRI IN LITERATURA

Reynolds, P. (10. november 2022). Managing Stress in High School [objava v spletnem blogu]. Pridobljeno 29. januar 2024

<https://summer.harvard.edu/blog/managing-stress-in-high-school/>

Rugelj, J., Droždek, S. in Luštek, A. (2018) *5. delavnica na projektu "ITK v pedagoških študijskih programih UL" didaktične igre*. Pridobljeno s Univerze v Ljubljani: <http://ikt-projekti.uni-lj.si/DelavnicaDidakticneIgre.html>

ChemCaper. (b. d.) Na Sciencegamecenter.org. Pridobljeno 7. februarja 2024 s <https://www.sciencegamecenter.org/games/chemcaper>

Guélyja, F. (b. d.) *14 Chemistry Card Games for Middle School and High School Students*. Pridobljeno 29. januarja 2024 s [https://edulingo.com/chemistry-card-games-for-middle-school-and-high-school-students/?utm\\_content=cmp-true](https://edulingo.com/chemistry-card-games-for-middle-school-and-high-school-students/?utm_content=cmp-true)

Learning Corner. (b. d.) Na Learning-corner.learning.europa.eu. Pridobljeno 21. januar 2024 s [https://learning-corner.learning.europa.eu/index\\_en](https://learning-corner.learning.europa.eu/index_en)

Shaip. (b. d.) Na sl.shaip.com. Pridobljeno 1. januar 2024 s <https://sl.shaip.com/blog/a-guide-large-language-model-llm/>

ChatGPT.(23. Februar 2024). ChatGPT: veliki jezikovni model, ki ga je razvil OpenAI. Pridobljeno iz <https://chat.openai.com>

Bard.(23. Februar 2024). Bard: veliki jezikovni model, ki ga je razvil GoogleAI. Pridobljeno iz <https://gemini.google.com/app>

BingChat(23. Februar 2024). Bing Chat: veliki jezikovni model, ki sta ga razvila Microsoft in OpenAI. Pridobljeno iz [Copilot z GPT-4 \(bing.com\)](#)

Spip 2019 . Sodobni pogledi na izobraževanje prihodnosti. Pridobljeno 5. 2. 2024 <https://spip.splet.arnes.si/files/2019/05/Bilten-2019.pdf>

Haavisto, A., Hella, A., Hurmola O. in Tuomi V. (1996). *Čudežni svet elementov*. Ljubljana: DZS.

Holman, J. (1998) *Svet snovi: učbenik kemije za strokovne in poklicne šole*. Maribor: Obzorja

Álvarez-Herrero, J. F. in Valls-Bautista, C. (2021). *The Game as a Strategy of Learning Chemistry Among High School Students*

Yambyshev D. F., Derbisheva L. D. in Halaman V. A. (2019) *Use of gaming technology in the study of chemistry*

Saleh B. S., Ismail W. in Mohd N. F. N. A. (2024) *Systematic literature review on the use of gamification approaches in mastering the periodic table of elements (chemistry)*

Ocepek, U., Bosnić, Z., Šerbec, I. N., & Rugelj, J. (2013). Exploring the relation between learning style models and preferred multimedia types. *Computers & Education*, 69, 343-355.

Ramos F. M. A., Lopes B. R., Andrade E. F. in Pereira J. L. (2023) *Game-based learning enhances students understanding of endocrine physiology in veterinary medicine*

Stojanovska M. in Velevska B. (2018) *Chemistry Games in the Classroom: A Pilot Study*

## 8 PRILOGE

### PRILOGA A: Opisi elementov za ustvarjanje bitij

Izgled bitja elementa vodika temelji na lastnosti resničnega plina, da je zelo lahek (najlažji plin). Prikazan je v obliki zvezde, saj je eden izmed pomembnejših gradnikov le-teh. Poleg tega se vodik lahko uporablja za pridobivanje električne energije, kar ponazarjajo iskre v njegovem telesu. Ob stiku z zrakom se ta lahko vžge, zato so ob telesu bitja vidni manjši plamenčki, ki ponazarjajo to reakcijo.

Bitje, ki simbolizira element litij, je obarvano rjavo sive barve. Ker se element uporablja za proizvodnjo baterij, je njegovo telo oblikovano prav v takšno podobo. Bitje ima v sebi tudi manjše zareze s srebrno belim leskom, ki prikazujejo izgled sveže površine litija, ko ga prerežemo z nožem. Pro gorenju ima ta element karminasto rdeč plamen, kar prikazuje plamen ustvarjenega bitja.

Bitje natrija je voskasto srebrno bele barve, kakršen je element v naravi. Lastnost natrijeve električne prevodnosti smo v izgled vključili z uporabo manjših električnih strel, ki bitje obdajajo. V bitje smo vključili tudi plamen intenzivno rumene barve, ki nastane pri gorenju elementa natrija.

Srebrno belo bitje z vijoličnim plamenom prikazuje bitje elementa kalija. Tak je izgled elementa kalija, vijoličen plamen pa nastane pri gorenju tega elementa. Kalij se pogosto uporablja v gnojilih, kar je na bitju ponazorjeno z majhnimi rastlinicami, ki rastejo ob njegovem telesu.

Rubidij je ustvarjen kot srebrno belo mehko bitje. Ta element se uporablja za proizvodnjo posebnih vrst stekel. To lastnost smo v bitju prikazali z njegovo stekleno glavo. Del bitja tvori tudi rumen plamen, ki nastane ob gorenju rubidija.

Bitje, ki je prikazano kot mehka, srebrno bela kovina, predstavlja element cezij. Dodan je plamen svetlo modre barve, ki nastane pri gorenju cezija. V izgled tega bitja ja vključena uporaba radioaktivnega izotopa Cs-137 s katerim z radioterapijo zdravimo nekatere vrste raka. To je na samem bitju simbolizirano s pentljo v barvi sivke, ki je simbol rakotvornih obolenj.

Berilijevo bitje je oblikovano v sivi barvi – tak je videti tudi kemijski element. Ker je berilij izjemno lahka kovina, se uporablja za izdelavo letal in vesoljskih plovil, kar simbolizirajo krila ustvarjenega bitja. V telesu ima vrisana temna pljuča, kar predstavlja strupenost pri njegovem vdihavanju - to vodi do pljučnih bolezni.

Bitje z zunanostjo sive barve prikazuje trdnino elementa magnezija. Poleg tega ima bitje na zgornjem delu telesa plamen bele barve, ki je viden pri gorenju magnezija. V človeškem telesu ta element med drugim regulira ritem srčnega utripa, kar prikazuje vklesano srce v osredju trupa ustvarjenega bitja.

Bitje kalcija je srebrno bele barve, kakršen je tudi njegov dejanski izgled v naravi. Ker je element topen v vodi, (z vodo tudi reagira), je tudi bitje v spodnjem delu telesa predstavljeno kot raztopina kalcija v vodi. Bitje pa je zgrajeno iz okostja, ker je kalcij eden izmed glavnih gradnikov kosti.

Stroncij se v stiku z zrakom prevleče z rumeno plastjo, zato je take barve tudi bitje stroncija. Njegova dejanska barva površine je srebrno bela, kar prikazujejo manjše zareze omenjene barve v telesu bitja. Na svojem telesu ima bitje tudi plamen intenzivno rdeče barve, saj se ta tako obarva pri gorenju tega elementa.

Bitje barija je srebrno bele barve, kakršen je element v naravi. Del telesa je plamen zelene barve, ki nastane pri gorenju barija. V telesu so vidni manjši koščki stekla, ki simbolizirajo njegovo pogosto uporabo v steklarstvu. Njegov dodatek steklu izboljša viskoznost, kemično odpornost, optične lastnosti in zniža tališče, kar vodi v lažje oblikovanje stekla.

Radij - tako element - kot tudi bitje, ki ga prikazuje, se na zraku prevleče s črno plastjo, pod katero se skriva osnovna barva elementa oziroma bitja, ki je srebrno bela. To lahko opazimo v spodnjem delu

ustvarjenega bitja. Radij je radioaktiven element, zato ima bitje na svojem telesu znak za radioaktivnost. Obdaja ga tudi zelena svetloba, ki predstavlja sevanje radija v luminiscentnih barvah.

Bitje, ki je sestavljeno iz večih različnih oblik, predstavlja element ogljik, ki obstaja v različnih amorfni in kristalnih oblikah. Med drugimi amorfnimi oblikami obstaja v obliki premoga, ki tvori osrednji del telesa bitja, v kristalnih oblikah pa kot diamant, grafit, fuleren, nanocevke in grafen. Bitje stoji na dveh grafitnih svinčnikih, po telesu bitja so posuti diamanti. Ob straneh telesa ustvarjenega bitja so vidni valji cevaste oblike, ki ponazarjajo nanocevke.

Bitje dušika je tako kot element dušik tvorjeno iz plina. Je sestavni del zraka in se pogosto uporablja kot gnojilo, zaradi česar iz kreiranega bitja rastejo majhne rastline.

Ključna za naše življenje je element kisik, ki v naša telesa prihaja s pomočjo delovanja dihal. Ta njegova pomembnost je prikazana z bitjem, katerega osrednji del telesa nosi vrisana pljuča.

Bitje, ki je oblikovano kot plin blede rumeno barve, ponazarja element fluor. V notranjosti trupa se nahaja steklo, s katerim fluor kot zelo močan oksidant reagira.

Bitje klora je obarvano v značilni rumeno zeleni barvi. V spodnjem delu bitja je vidna voda, v katero se iz zgornjega dela telesa spušča plin, kar pa prikazuje najbolj prepoznavno rabo klora, ki se uporablja kot sredstvo za dezinfekcijo in razkuževanje.

Bitje broma tako kot ostala bitja posnema barvo svojega elementa, torej je rdeče rjave barve. Oblikovan je v obliki kaplje, saj je pri sobni temperaturi v tekočem agregatnem stanju. Ima nizko vrelišče, zato so tekočina in njegove pare pogosto v ravnotežju. Tudi to je vključeno v izgled samega bitja. Brom se pogosteje uporablja za razkuževanje toplejših voda, zato je v telesu tega bitja na dnu vidna voda, ki zaradi svoje visoke temperature že rahlo hlapi, vanjo pa se spušča tekočina, ki bo ob stiku opravljala nalogo dezinficiranja.

Bitje, ki predstavlja jod, je tako kot element trden in temno sive barve s kovinskim leskom. Iz njega pri rahlem segrevanju hlapijo vijolične pare, kar je vidno tudi na ustvarjenem bitju. V spodnjem delu telesa bitja je vidna rjavkasta raztopina, ki ji rečemo jodovica, če gre za vodno raztopino joda oziroma jodova tinktura, če gre za alkoholno raztopino joda. Slednja prikazuje njegovo rabo v razkužilih. V telesu bitja je vklesana tudi ščitnica, saj je prav jod pomemben za njeno nemoteno delovanje.



## **PRILOGA B: Opisi spojin za ustvarjanje bitij**

Bitje, ki prikazuje vodo, ima osrednji del telesa v obliki snega. Sprednji del glave bitja je v obliki ledu ki predstavlja vodo v trdnem agregatnem stanju, griva pa njeno obliko v tekočem agregatnem stanju.

Trup bitja, ki predstavlja spojino vodikovega fluorida, je obdan s plastiko, ker je taka embalaža edina primerna za shranjevanje raztopine te snovi. Znotraj plastike je ujet plin, saj je to agregatno stanje te spojine pri sobnih pogojih. Bitje je obdano s kapljami vode, v katerih se raztaplja (HF protolitsko reagira z vodo), poleg tega pa je v sredini embalaže še steklo na katerega ta raztopina deluje korozivno, zaradi česar ta material ni primeren za shranjevanje te spojine. V trupu je zelo izrazita rdeče obarvana raztopina, ki prikazuje kislost te spojine, saj je ta barva najpogosteje povezana s kislimi raztopinami.

Vodikov klorid je spojina v plinastem agregatnem stanju, kar je na telesu bitja vidno ob vpogledu v notranjost trupa skozi odprtino. V njej sta vidno nebo in vesolje, ki sta predstavljena v obliki plinov. Sama odprtina vodi od obraza, (bitje ima tam usta) do želodca, kar predstavlja prebavno pot. V želodcu dobro topen vodikov klorid postane klorovodikova kislina (želodčna kislina), ki pripomore k razgradnji beljakovin in ohranjanju kislega okolja, kar je potrebno za encimsko razgradnjo vseh ostalih snovi.

Amonijak je plin, kar je na njegovem bitju prikazano z vpogledi v notranjost telesa, kjer lahko ponovno vidimo plinasto ozračje skozi luknjice v telesu bitja. Na hrbtni strani iz njih rastejo rastline, ki prikazujejo pogosto rabo amonijaka v kemijski industriji za proizvodnjo gnojil. Bitje ima tudi specifičen izraz, saj s solzami prikazuje človeško reakcijo ob vdihovanju tega plina. Hladna okolica bitja ter zamrznjene solze prikazujejo še eno rabo amonijaka, in sicer za hlajenje snovi.

Metan je plin, katerega se lahko izkorišča za pridobivanje električne energije, kar je na bitju prikazano kot oblak plina poln električnih strel, ki švigajo po nebu. Poleg tega ustvarjeno bitje oddaja toploto v obliki modrozelenih hlapov, kar predstavlja vpliv metana na segrevanje ozračja.

Ogljikov dioksid je plin, ki je težji od zraka, zato se plini, ki tvorijo bitje spojine, spuščajo proti tlam. V njegovi okolici se nahajajo ugasnjene sveče s katerimi je prikazan vpliv plina na gorenje, ki ga zavira. Poleg tega je ob bitju še več različno velikih mehurčkov, s katerimi je nakazana uporaba raztopljenega ogljikovega dioksida v gaziranih pijačah.

Bitje v obliki oblaka predstavlja brezbarven plin ogljikov monoksid. Iz svojih mehurčkastih delov se širijo žilam podobne oblike, s katerimi smo želeli prikazati, da plin vpliva na žile, saj se hitreje veže na hemoglobin kot kisik in s tem povzroči tudi hitro zadušitev.

Bitje, ki vabi z velikim nasmehom, prikazuje smejalni plin. Zaradi njegove najznačilnejše uporabe kot potisnega plina v dozah za sladko smetano, je bitje oblikovano v smetano in zapakirano v posebni posodici.

Dušikov dioksid je plin rjave barve, kar ponazarja tudi samo telo bitja. Ta plin je strupen, zaradi česar nosi bitje strašljivo masko lobanje in opozarja na svojo smrtno nevarnost.

Bitje vodikovega bromida prikazuje njegovo lastnost plinastega agregatnega stanja pri sobnih pogojih. Njegov plamen v zgornjem delu telesa je rumenkasto rdeče barve.

Vodikov jodid je plin, raztopina tega plina je kislina, kar je prikazano tudi s kreiranim bitjem dane spojine.

Natrijev hidroksid je najpogosteje hranjen v obliki belih granul, zaradi česar je bitje te ionske spojine tvorjeno iz takih delcev. V okolici je obdan z mehurčki vode, ki jih vsrkava v svoje telo, s čimer se kaže higroskopna lastnost spojine.

Natrijev klorid najpogosteje povežemo s kuhinjsko soljo, zaradi česar je bitje oblikovano v klasično solnico. Pri gorenju te ionske spojine se plamen obarva rumeno, zaradi česar je solnica obdana z več takimi plameni.

Bitje natrijevega jodida predstavlja v spodnjem delu telesa vodna raztopina te soli in v zgornjem delu telesa plamen rumene barve, ki se tako obarva pri njegovem gorenju. Bitje je bele barve kakor spojina - trden natrijev jodid. Ima pa v osrednjem delu telesa s plamenom izrezano ščitnico, ki ponazarja uporabo te spojine v medicini (kontrastno sredstvo za slikanje ščitnice).

Kalijev klorid najdemo v obliki kristalnega prahu, zaradi česar je bitje te spojine tvorjeno iz kristalov. Ti kristali se v čisto spodnjem delu bitja rahlo topijo v vodi in so svetlo modre barve. Iz glave bitja prihaja ognjeni plamen vijolične barve, ki prikazuje barvo plamena pri gorenju spojine.

Bitje kalijevega bromida je prav tako tvorjeno iz kristalov. V zadnjem delu glave je tvorjen plamen vijolične barve, kakršen nastane pri gorenju kalijevega bromida. Verjetno je najbolj vpeljiva lastnost fotoaparata, ki ga samo bitje nosi. S tem je simbolizirana raba spojine kalijevega bromida v fotografiji, kjer je ključen za tvorbo svetlobno občutljivih plasti.

Tudi kalijev jodid je tvorjen iz kristalnega prahu. V modrih kristalih je vidna vodna raztopina spojine. Ta je dobro električno prevodna, kar v kristalih predstavljajo majhne svetlo modre iskrice. Celo bitje je obdano s svetlo vijoličnim sijem, ki ponazarja barvo plamena pri gorenju kalijevega jodida.

Natrijev hidrogenkarbonat (soda bikarbona) je tako kot bitje te spojine v kristalni obliki. Lastnost njene dobre topnosti v vodi je na bitju prikazana v spodnjem delu telesa, kjer se kristali raztapljajo v vodi.

Bitje iz belega prahu oblikovano v milo predstavlja natrijev karbonat (soda). Ta se najpogosteje uporablja za proizvodnjo mila in stekla, zaradi česar so na bitju vidni koščki stekla, ki so obarvani z modro barvo, s katero ponazarjajo bazičnost vodne raztopine te spojine.

Litijev oksid je kristalna snov, zaradi česar je bitje te spojine sestavljeno iz kristalov, njegova glava pa je tvorjena iz vodne raztopine le teh. Okrog nje je vidnih še nekaj mehurčkov raztopine, v katerih so električne iskre, saj je vodna raztopina litijevega oksida dober električni prevodnik in se pogosto uporablja kot elektrolit v električnih akumulatorjih.

Bitje magnezijevega oksida je tvorjeno iz belega prahu. Bitje je oblikovano v obliki dolgih, cevem podobnim oblikam, ki simbolizirajo tanko oziroma debelo črevo, ker se ta spojina pogosto uporablja kot odvajalo in pomaga k izboljšanju prebave.

Bitje kalcijevega oksida je tvorjeno iz belega prahu, Opremljeno je z gradbeniškiimi pripomočki, s čimer je simbolizirana uporaba kalcijevega oksida v gradbeništvu, najpogosteje v obliki veziva. V zgornjem delu bitja je močno obsvetljen z belo svetlobo, ki jo spojina daje pri segrevanju.

Bitje magnezijevega klorida je ujeta v okroglo kapsulo, ki simbolizira nekakšno tableto, saj se ta spojina pogosto uporablja v zdravstvu kot prehransko dopolnilo. Skozi kapsulo želi priti para, ki se nabira ob robovih kapsule, kar prikazuje higroskopno lastnost magnezijevega klorida. S kapljicami vode, ki padajo v notranjosti kapsule na bitje, je prikazana topnost spojine v vodi, pri čemer je nastala raztopina oblikovana v majhnih mehurčkih, ki se oddaljujejo od bitja.

Bitje kalcijevega klorida je tako kot spojina tvorjen iz bele trdnine. Ta iz okoliških oblakov vase vsrkava paro, ki predstavlja higroskopno lastnost spojine. S svojega telesa odstranja led, kar je vidno na njegovih konicah. S tem je prikazana raba v zimskih razmerah, ko se snov posipa po cestah, da preprečuje zamrzovanje.

Litijev klorid je oblikovan v belo klimatsko napravo, saj je spojina bele barve in se uporablja v napravah, da absorbira vlago iz zraka. Tudi na bitju je vidno, kako vase vsrkava paro zaradi njegove higroskopne lastnosti. V zadnjem delu telesa je viden plamen izrazito roza barve, kakršne je tudi sicer plamen pri gorenju litijevega klorida.

Telo bitja rubidijevega klorida predstavlja dobro topnost spojine v vodi, saj je del telesa popolnoma raztopljen v njej. Poleg tega pa iz različnih delov njegovega telesa prihajajo plameni v belih odtenkih, ki so značilni za gorenje spojine rubidijevega klorida.

Bitje cezijevega klorida je oblikovano v belem kristalnem prahu iz katerega je tvorjena spojina sama. V nekakšnem repu bitja in v delu glave je vidna tvorba raztopine med vodo in belimi kristali bitja, kar prikazuje dobro topnost spojine v vodi. V osrednjem delu glave pa ima bitje še kristal z vijolično iskro, kakršne barve je plamen pri gorenju cezijevega klorida.

Bitje kalijevega hidroksida je bele barve kot spojina sama, poleg tega pa je oblikovan tako, da njegovo izpuščanje vode spominja na delovanje cevi v katerih se uporablja za njihovo čiščenje. Na telesu so vidne tudi modre luknje, ki z barvo označujejo spojino za močno bazo, luknje same pa so posledice površine ob stiku s snovjo, saj je ta izjemno jedka.

Bitje kalcijevega karbonata je obarvano v belo barvo, kakršne je spojina. Skozi njegovo telo potuje voda, ki prehaja iz bitja v okolico v obliki mehurčkov. To prikazuje njegovo topnost v vodi, ki je najpogosteje omenjena pri predstavljanju kraških pojavov.

Kalcijev hidrogenkarbonat je dobro topen v vodi, zato je bitje te spojine popolnoma tvorjeno v obliki raztopine.

### PRILOGA C: Reakcijski pogoji pri preprostih kemijskih reakcijah

Zapis kemijske reakcije z urejeno enačbo in označenimi agregatnimi stanji vseh snovi	Reakcijski pogoji	Opombe
$\text{H}_2(\text{g}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HF}(\text{g})$	Visoka temperatura, $\Delta$	Skrbno nadzorovani pogoji zaradi visoke reaktivnosti fluora.
$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$	Visoka temperatura, $\Delta$	Katalizator
$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HBr}(\text{g})$	Visoka temperatura, $\Delta$	Katalizator
$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HI}(\text{g})$	Visoka temperatura, $\Delta$	Katalizator
$2\text{Li}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{LiCl}(\text{s})$	Visoka temperatura, $\Delta$	
$2\text{Na}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NaCl}(\text{s})$	Visoka temperatura, $\Delta$	
$2\text{K}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{KCl}(\text{s})$	Visoka temperatura, $\Delta$	
$2\text{Rb}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{RbCl}(\text{s})$	Visoka temperatura, $\Delta$	
$2\text{Cs}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CsCl}(\text{s})$	Visoka temperatura, $\Delta$	
$\text{Mg}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{s})$	Visoka temperatura, $\Delta$	Higroskopičen, znižuje ledišče vode
$\text{Ca}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{s})$	Visoka temperatura, $\Delta$	Higroskopičen, znižuje ledišče vode
$2\text{Li}(\text{s}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{LiBr}(\text{s})$	Visoka temperatura, $\Delta$	Brom, $\text{Br}_2$ je pri sobni temperaturi in tlaku tekočina z nizkim vreliščem (59 °C); pri višji temperaturi preide v plin (pare broma).
$2\text{Na}(\text{s}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NaBr}(\text{s})$	Visoka temperatura, $\Delta$	Brom, $\text{Br}_2$ je pri sobni temperaturi in tlaku tekočina z nizkim vreliščem (59 °C); pri višji temperaturi preide v plin (pare broma).
$2\text{K}(\text{s}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{KBr}(\text{s})$	Visoka temperatura, $\Delta$	Brom, $\text{Br}_2$ je pri sobni temperaturi in tlaku tekočina z nizkim vreliščem (59 °C); pri višji temperaturi preide v plin (pare broma).
$2\text{Rb}(\text{s}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{RbBr}(\text{s})$	Visoka temperatura, $\Delta$	Brom, $\text{Br}_2$ je pri sobni temperaturi in tlaku tekočina z nizkim vreliščem (59 °C); pri višji temperaturi preide v plin (pare broma).
$2\text{Cs}(\text{s}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CsBr}(\text{s})$	Visoka temperatura, $\Delta$	Brom, $\text{Br}_2$ je pri sobni temperaturi in tlaku tekočina z nizkim vreliščem (59 °C); pri višji

		temperaturi preide v plin (pare broma).
$\text{Mg(s)} + \text{Br}_2\text{(g)} \rightarrow \text{MgBr}_2\text{(s)}$	Visoka temperatura, $\Delta$	Brom, $\text{Br}_2$ je pri sobni temperaturi in tlaku tekočina z nizkim vreliščem (59 °C); pri višji temperaturi preide v plin (pare broma).
$\text{Ca(s)} + \text{Br}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CaBr}_2\text{(s)}$	Visoka temperatura, $\Delta$	Brom, $\text{Br}_2$ je pri sobni temperaturi in tlaku tekočina z nizkim vreliščem (59 °C); pri višji temperaturi preide v plin (pare broma).
$2\text{Li(s)} + \text{I}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{LiI(s)}$	Visoka temperatura, $\Delta$	Pri višji temperaturi (114 °C) jod sublimira; to pomeni, da preide iz trdnega stanja (sivih kristalov) v vijolične pare.
$2\text{Na(s)} + \text{I}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{NaI(s)}$	Visoka temperatura, $\Delta$	Pri višji temperaturi (114 °C) jod sublimira; to pomeni, da preide iz trdnega stanja (sivih kristalov) v vijolične pare.
$2\text{K(s)} + \text{I}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{KI(s)}$	Visoka temperatura, $\Delta$	Pri višji temperaturi (114 °C) jod sublimira; to pomeni, da preide iz trdnega stanja (sivih kristalov) v vijolične pare.
$2\text{Rb(s)} + \text{I}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{RbI(s)}$	Visoka temperatura, $\Delta$	Pri višji temperaturi (114 °C) jod sublimira; to pomeni, da preide iz trdnega stanja (sivih kristalov) v vijolične pare.
$2\text{Cs(s)} + \text{I}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{CsI(s)}$	Visoka temperatura, $\Delta$	Pri višji temperaturi (114 °C) jod sublimira; to pomeni, da preide iz trdnega stanja (sivih kristalov) v vijolične pare.
$\text{Mg(s)} + \text{I}_2\text{(g)} \rightarrow \text{MgI}_2\text{(s)}$	Visoka temperatura, $\Delta$	Pri višji temperaturi (114 °C) jod sublimira; to pomeni, da preide iz trdnega stanja (sivih kristalov) v vijolične pare.
$\text{Ca(s)} + \text{I}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CaI}_2\text{(s)}$	Visoka temperatura, $\Delta$	Pri višji temperaturi (114 °C) jod sublimira; to pomeni, da preide iz trdnega stanja (sivih kristalov) v vijolične pare.
$4\text{Li(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{Li}_2\text{O(s)}$	Visoka temperatura, $\Delta$	V proizvodnji baterij.
$\text{Mg(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{MgO(s)}$	Visoka temperatura, $\Delta$	Uporaba zaščitne opreme: očala za zaščito pred bleščanjem (močno svetlobo, ki jo oddaja pri gorenju magnezij).

$\text{Ca(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{CaO(s)}$	Visoka temperatura, $\Delta$	Uporaba zaščitne opreme: očala za zaščito pred bleščanjem.
$2\text{C(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{CO(g)}$	Visoka temperatura, $\Delta$	Nepopolno gorenje ogljikovodikov, strupen plin brez barve, vonja in okusa, povzroča zadušitev.
$\text{C(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)}$	Visoka temperatura, $\Delta$	Nastaja pri popolnem gorenju ogljikovodikov, razpadu organskih snovi ter v industriji: pri zgorenju premoga ali proizvodnji iz različnih ogljikovodikov.
$\text{N}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{NO(g)}$	Visoke temperatura, $\Delta$	Nastaja pri grmenju, strelah, v procesih zgorenja, npr. v motorjih notranjega izgorenja.
$\text{N}_2\text{(g)} + 2\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{NO}_2\text{(g)}$	Visoka temperatura $\Delta$ in tlak	Izpušni plini goriv (predvsem dizelskega goriva).
$2\text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O(l)}$		Razmerje med vodikom in kisikom, eksotermna reakcija (izogib iskram ali odprtemu ognju).
$\text{C(s)} + 2\text{H}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CH}_4\text{(g)}$	Visoka temperatura $\Delta$ , tlak, katalizator	Anaerobna razgradnja organskih snovi, rudniki, permafrost, povzroča učinek tople grede.
$\text{N}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3\text{(g)}$	Visok tlak, visoka temperatura $\Delta$ , katalizator, ravnotežna reakcija	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Visok tlak:</b> Običajno se reakcija izvaja pri visokem tlaku, ki pogosto znaša okoli 200 do 300 atmosfer.</li> <li>➤ <b>Visoka temperatura:</b> Čeprav bi bilo intuitivno pričakovati, da bo višja temperatura povečala hitrost reakcije, se dejansko uporablja nekoliko nižja temperatura (približno 400-500 °C). To je kompromis, saj višje temperature omogočajo hitrejšo</li> </ul>

		<p>reakcijo, vendar hkrati zmanjšajo izkoristek.</p> <p>➤ <b>Katalizator:</b> Uporablja se katalizator, običajno sestavljen iz železa (Fe). Katalizator povečuje hitrost reakcije in omogoča dosego zadostnega izkoristka pri nižjih temperaturah.</p>
$2\text{Na(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{NaOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$	Reakcija poteka pri sobni temperaturi, v vodo je običajno dan indikator fenolftalein.	Zaradi nastanka bazične raztopine natrijevega hidroksida se indikator fenolftalein obarva vijolično.
$2\text{K(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{KOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$	Reakcija poteka pri sobni temperaturi.	Zaradi nastanka bazične raztopine kalijevega hidroksida se indikator fenolftalein obarva vijolično.
$2\text{NaOH(aq)} + \text{CO}_2\text{(g)} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3\text{(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$		Pridobivanje natrijevega karbonata v industriji je znano kot Solvayev postopek.
$\text{Na}_2\text{CO}_3\text{(aq)} + \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{NaHCO}_3\text{(aq)}$	Reakcija poteka pri sobni temperaturi.	
$\text{CaO(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2\text{(aq)}$	Reakcija poteka pri sobni temperaturi.	Izloča se slabo topni kalcijev karbonat, $\text{CaCO}_3$ kot bela oborina.
$\text{Ca(OH)}_2\text{(aq)} + \text{CO}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CaCO}_3\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$	Reakcija poteka pri sobni temperaturi.	Izloča se slabo topni kalcijev karbonat, $\text{CaCO}_3$ kot bela oborina.
$\text{CaCO}_3\text{(s)} + \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Ca(HCO}_3\text{)}_2\text{(aq)}$	Reakcija poteka pri sobni temperaturi.	Reakcija poteka med kalcijevim karbonatom in vodo, ki je obogatena s plinastim ogljikovim dioksidom.





## **PRILOGA D: Pravila za igro s kartami**

### **PRAVILA IGRE**

#### **• PRIPRAVA NA IGRO**

Pred začetkom igre igralca pripravita igralno površino. Ta mora biti dovolj velika, da po njeni širini lahko postavimo 5 kart. Nato si vzameta enega od kupčkov kart, ki sta na voljo. Oba kupčka imata enake karte z elementi, razlikujeta pa se po kartah s spojinami.

#### **• IGRANJE IGRE**

Igralca začneta igro z 2000 življenjskimi točkami in petimi kartami, ki jih izvlečeta iz kupčka. Igralec, ki igro začne, na igralno površino postavi največ eno karto z elementom. Svojega nasprotnika še ne more napasti, saj le-ta še ni položil nobene karte. Zdaj je na vrsti drugi igralec, ki lahko ravno tako položi eno karto z elementom, tako lahko ali napade nasprotnika ali pa konča potezo. Po koncu vsake poteze igralca iz kupčka povlečeta toliko kart kolikor sta jih porabila. V roki morata vedno imeti pet kart.

#### **• NAPAD IN OBRAMBA KART**

Vsaka karta ima vnaprej določeno število točk napada in točk obrambe. Šibkejše karte kot so elementi, imajo manj napada in obrambe, močnejše karte, kot so večinoma spojine, pa več. Če se igralec odloči, da bo s svojo karto napadel nasprotnika, naredi preprosti račun:

(napad igralčeve karte) – (obramba nasprotnikove karte) = X

Če je X pozitivno število, se nasprotnikova karta uniči, napadalcu pa se od življenjskih točk odšteje X.

Če pa je število X negativno, se uniči napadalčeva karta, nasprotnikova karta pa je za eno potezo onemogočena.

#### **• CILJ IGRE**

Primarni cilj igre je, da eden od igralcev zmaga. To se zgodi takrat, ko njegovemu nasprotniku zmanjka življenjskih točk. Sekundarni cilj pa je, da igra predstavi alternativni način učenja kemije s pomočjo didaktičnih gradiv.

#### **• KAKO DELUJE SPAJANJE KART**

Ena od ključnih stvari pri igri je spajanje kart. S spajanjem lahko igralci ustvarijo spojine, ki pa so močnejše od osnovnih elementov. Če želimo na igralno ploščo postaviti spojino, najprej potrebujemo ustrezne elemente in pa karto s pogojem za spajanje.

Karte s pogoji za spajanje so posebne karte, ki nimajo napada in obrambe in so lahko postavljene v enaki potezi kot karte elementov.

Ko imamo na igralni površini zelene elemente, lahko igramo s karto s pogojem za spajanje. Karte elementov nato pospravimo nazaj v kupček, na igralno površino pa postavimo karto spojine.

Elementi in pogoji, ki so potrebni za nastanek spojine, so zapisani v priloženi knjižici.

## **PRILOGA E: Vprašalnik o uporabi različnih vrst gradiv pri pouku kemije**

Ekipe STPŠ Trbovlje in Gimnazije Ledina pripravljata raziskovalno projektno nalogo na temo didaktična gradiva pri pouku kemije ustvarjena z umetno inteligenco. V želji, da bi pridobili čim več informacij o omenjeni temi, smo oblikovali vprašalnik. Pri izpolnjevanju potrebujemo tvojo pomoč. Odgovori, ki jih bomo pridobili, so zaupni (anonimni), uporabili jih bomo zgolj v okviru raziskovalnega dela. Za sodelovanje in iskrenost pri odgovarjanju se ti vnaprej zahvaljujemo.

### OSNOVNI PODATKI

1. Starost: \_\_\_\_\_
2. Spol: a) Moški b) Ženski
3. Šola: a) Osnovna šola b) Srednja šola

Spodaj je navedenih več trditev, ki se navezujejo na primerljivost klasičnih učnih pripomočkov z aplikacijo. Dobro preberi vsako trditev in označi, koliko se strinjaš s posamično trditvijo.

V primerjavi s klasičnimi učnimi pripomočki (kot so npr. slike v učbeniku, na spletu), i-učbeniki in animacijami je didaktično gradivo ustvarjeno z umetno inteligenco:

#### 1) bolj zanimivo

- Ne strinjam se - Večinoma se ne strinjam - Delno se strinjam - Večinoma se strinjam - Popolnoma se strinjam

#### 2) informacije poda na bolj sodoben način

- Ne strinjam se - Večinoma se ne strinjam - Delno se strinjam - Večinoma se strinjam - Popolnoma se strinjam

#### 3) ustvari bolj učinkovito učno izkušnjo in pripomore k boljšemu razumevanju snovi

- Ne strinjam se - Večinoma se ne strinjam - Delno se strinjam - Večinoma se strinjam - Popolnoma se strinjam

#### 4) vzbuja večji interes, povečuje zanimanje in motivacijo za učenje kemije

- Ne strinjam se - Večinoma se ne strinjam - Delno se strinjam - Večinoma se strinjam - Popolnoma se strinjam

#### 5) spodbuja učence/dijake k razmišljanju, raziskovanju in reševanju problemov.

- Ne strinjam se - Večinoma se ne strinjam - Delno se strinjam - Večinoma se strinjam - Popolnoma se strinjam

PRILOGA F: Plakat za družabno igro s kartami

