



# Z reakcijami v mavrični svet kemije



Zbornik poskusov

s tekmovanja iz kemijskih poskusov za osnovne šole

**Ljubljana, 14. 5. 2021**

**Uredila, priredila in strokovno pregledala:**

mag. Mojca Orel, Gimnazija Moste

Marko Jeran, Zdravstvena fakulteta in Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani

**Jezikovni pregled:**

Marjana Jus, Gimnazija Moste

**Oblikovanje:**

Sara Mitrović, dijakinja Gimnazije Moste

**Slika na naslovni strani:**

Žan Arsov

**Strokovna komisija:**

dr. Melita Tramšek, Institut "Jožef Stefan"

Marko Jeran, Zdravstvena fakulteta in Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani

mag. Mojca Orel, Gimnazija Moste

Milena Žohar, OŠ Primoža Trubarja Laško

# Kazalo vsebine

UVODNIK.....	4
BARVNI KAMELEONČEK.....	6
ČAROBNI LONČEK IN IZDELAJMO MAVRICO.....	8
ČRNILO.....	12
FRIZUROMANIJA.....	19
INDIKATORJI V BARVAH MAVRICE.....	28
IZ ORANŽNE V MODRO.....	32
KRESNIČKA V ČAŠI.....	37
MAMA REŠUJE DOLGČAS.....	42
KRISTALI V DOMAČI KUHINJI.....	48
MODRI PLAMEN.....	51
OBORINA JE IN JE NI.....	55
OD BARVNEGA KOMPLEKSA DO VNETLJIVE SUBSTANCE.....	58
OD GUMIJASTIH ČRVOV DO ODSTRANJEVALCEV TEŽKIH KOVIN IZ ODPADNIH VODA.....	63
OD NARAVNIH POLIMEROV IZ RJAVIH ALG DO PRODUKTOV, KI USTREZAJO NAPREDNIM ZAHTEVAM MEDICINE IN FARMACIJE.....	75
PENEČI KOKTAJL.....	87
POSKUS PLES MODRIH PLAMENOV.....	90
PLEŠOČI SEVERNI SIJ.....	93
RAZKRITI NATRIJEV KARBONAT.....	97
SEMAFOR.....	99
RAZNOBARVNA TEKOČINA.....	106
SLONOVA ZOBNA PASTA.....	109
ŠUMEČA KROGLICA.....	111
VELIKA NOČ NOVEMBRA.....	114
VIJOLIČEN DIM.....	120

## UVODNIK

*»Um je ogenj, ki ga je treba podpihovati, ne posoda, ki jo je treba napolniti.«  
(Plutarh)*

Na Gimnaziji Moste že šestič organiziramo državno tekmovanje iz kemijskih poskusov za osnovnošolce. Na tekmovanje se je letos prijavilo **51** učencev ter učenk in **16** mentorjev s **24** kemijskimi poskusi, ki so zbrani v zborniku.

Glavni namen tekmovanja je razvijanje raziskovalnega duha pri mladih, ki jih bo v življenju vodil skozi izzive in pomagal na poti odkrivanja še nepoznanega.

Ne glede na okoliščine je potrebno v svojem srcu ohranjati ustvarjalni duh, ki nas vodi do inovativnih idej in da notranjo moč, da premagamo še tako nepremagljivo zunanjo oviro.

Da to zmorete, ste dokazali s svojimi neprecenljivimi poskusi.

*Iskrena hvala vsem, ki ste soustvarjali dogodek in ga boste tudi v prihodnje.*

*mag. Mojca Orel,  
Gimnazija Moste*

*Čudežna snov barve življenja daje.  
Čudežna snov z optimizmom riše nam nov dan.  
Čudežna snov nam vrata v svet odpira.*

Vsak dan se učimo, eksperimentiramo, živimo.

Vsak dan nove življenjske izzive prinaša, zato leto za letom k cilju strmimo.

V nepredvidljivem svetu, z novim znanjem opremljeni, ustvarjamo novo; nekaj novega, nekaj poučnega, nekaj za ljudi. Nekaj, kar nas ne ustavi – neustrašni smo.

Kljub temu da smo bili v vsem tem času izpostavljeni mnogim izzivom, se človek vedno usmeri in zaide na pravo pot. Pot učenja ni vedno najlažja, je pa najslajša, ko osvojiš vrh ledene gore, ki nam je še včeraj predstavljala težavo.

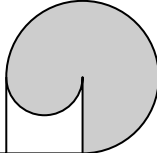

Dragi mladi eksperimentatorji in mentorji – ohranite iskrici vedoželjnosti, sreče in igrivosti.

Čeprav ste bili pri svojem delu soočeni z mnogimi izzivi, ste pokazili izjemne rezultate.

Pokazali ste, da vedno lahko najdemo pravo pot, če imamo pred seboj konkreten cilj.

Še veliko let si želim ustvarjati v takšni družbi, ki premika meje. Hvala za vaše izjemno delo in pomemben prispevek k izobraževanju, ki se bo zapisalo v zgodovino.

*Marko Jeran  
Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta & Fakulteta za elektrotehniko*



Naše življenje se je v zadnjih dveh letih zelo spremenilo. Čedalje manj je možnosti za izmenjavo mnenj v živo, na srečo pa obstaja možnost za ustvarjanje, za razvijanje novih idej in za njihovo predstavitev prek spleta.

Vsak dan nam prinaša nove, težko predvidljive izzive, nova spoznanja. Nekateri znate ta čas še posebej dobro izkoristiti. Vsak dan se opremljate z novimi znanji in ste izvirni v svojem ustvarjanju.

Znanost in ideje ne počivajo. Vedno zaidejo na pravo pot. To ste nam, dragi mladi eksperimentatorji, pokazali tudi vi. V teh nepredvidljivih časih so se rodili vaši eksperimenti, vaše odlične predstavitve, zato smo si zadali nalogo, da vse to izdamo v zborniku. Skupaj odprimo vrata, da bodo vaše sveže ideje in rezultati vašega dela vidni in uporabni čim večjemu krogu ljudi.

*Špela Škof Urh, ravnateljica Gimnazije Moste*

# BARVNI KAMELEONČEK

*Maja Klemenc*

*Mentorica: Mojca Dajčman*

*OŠ Ribnica na Pohorju*

## Povzetek

S poskusom smo želeli pokazati, kako se naravni indikator rdeče zelje obarva v bazični in kisli raztopini.

## Posnetek poskusa

<https://youtu.be/iGFnfNZBK04>

## Teoretske osnove

Za ugotavljanje kislosti oz. bazičnosti vodnih raztopin lahko uporabimo nekatere snovi, ki lahko spreminjajo svojo barvo v odvisnosti od kislosti oz. bazičnosti okolja. Imenujemo jih indikatorji. Takšna snov je rdeče zelje, ki vsebuje količine različnih barvil, ki jih imenujemo antociani. Barvila so v vodi topna, zato se v kislih vodnih raztopinah obarvajo rdeče, v nevtralnih vijoličasto in v bazičnih raztopinah zeleno rumenkasto. Poleg rdečega zelja poznamo še hortenzijo (rastlino z lepimi cvetovi) in rastlinsko vodotopno barvilo, ki ga imenujemo lakmus (pridobivamo jih iz nekaterih vrst lišajev).

Kislina so snovi, pri katerih imajo vodne raztopine pH manjši od 7, baze pa snovi, ki imajo pH večji od 7. Znane kisline so klorovodikova kislina, žveplova kislina in dušikova kislina. Poznamo tudi nekaj naravnih kislin, kot so očetna kislina v kislu, citronska kislina, vinska kislina in sečna kislina. Bazične snovi so na primer natrijev karbonat, kalijev karbonat in soda bikarbona.

## Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"><li>– raztopina rdečega zelja</li><li>– raztopina sode bikarbone</li><li>– kis</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– kozarec (100 in 200 mL)</li></ul>

## Opis dela

- Najprej v čaše/kozarce nalijemo kis in v vodo dodamo sodo bikarbono.
- Nato vodo in sodo bikarbono dobro premešamo s stekleno palčko ali z žličko.
- V bazično oz. kislo raztopino dodamo sok rdečega zelja.

## Slikovni prikaz poskusa:



Slika 1: Začetek poskusa



Slika 2: Barva v bazični in kisli raztopini po dodatku naravnega indikatorja

## Razlaga poskusa

Kislina in baze lahko dokažemo tudi z naravnimi indikatorji. Tako smo v tem poskusu uporabili rdeče zelje kot naravni indikator, ki se je v bazični raztopini sode bikarbone obarval modro in v kisu rdeče.

## Viri

I. S., K. W. G., A. G., B. K., A. S., M. V. idr. (2014). Eucbenik kemija 8 naravni indikatorji. Pridobljeno s <https://eucbeniki.sio.si/kemija8/1228/index1.html>

Ekemija v 8. razredu kisline in baze v okolju. [http://ekemija.osbos.si/e-gradivo/7-sklop/kisline\\_in\\_baze\\_v\\_okolju.html](http://ekemija.osbos.si/e-gradivo/7-sklop/kisline_in_baze_v_okolju.html)

# ČAROBNI LONČEK IN IZDELAJMO MAVRICO

Ime in priimek učenca: Tia Brežnik

Mentorica: Rebeka Žagar

Osnovna šola Vojnik

## Povzetek

S poskusom čarobni lonček smo ugotovili, da je rdeče zelje odličen indikator, saj lahko z njim ugotovimo, ali je neka tekočina kislina ali baza. Veliko kislin in baz najdemo v gospodinjstvu in jih uporabljamo vsakodnevno ter niso nevarne. Če pa nastane čisto vijolična barva, pa je snov nevtralna in ni ne kislina in ne baza ter ima pH 7.

S poskusom izdelajmo mavrico smo ugotovili, da vse barve nastanejo iz primarnih barv. Primarne barve so rumena, rdeča in modra. Tiste barve, ki pa nastanejo, imenujemo sekundarne barve, ko so pri tem poskusu vijolična, zelena in svetlo modra.

## Teoretske osnove

Indikatorji so baviła oziroma zmesi barvil, ki se različno obarvajo v kisljih in bazičnih raztopinah. S polnim imenom indikatorje imenujemo tudi kislinsko-bazni indikatorji. Najbolj poznan indikator je lakmus papir, poznamo pa še fenolftalein, metiloranž, kurkumo, rdeče zelje in pH lističe. Rdeče zelje in pH lističi so univerzalni indikatorji. Rdeče zelje je indikator, saj nam lahko pokaže, ali je določena tekočina kislja (kislina) ali pa je bazična (baza). Če je tekočina kislja, se obarva roza vijolično, če pa je bazična, pa se obarva zeleno rumeno. Kisline imajo pH manjši od 7, baze pa imajo višjega od 7.

## Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"><li>– voda (H<sub>2</sub>O)</li><li>– čistilo</li><li>– alkoholni kis</li><li>– varikina</li><li>– zobna pasta</li><li>– aspirin (raztopljen v vodi)</li><li>– jedilne barve (rdeča, rumena, modra)</li><li>– mleko</li><li>– rdeče zelje (prevreto v vodi)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– 6 čaš (150 mL )</li><li>– steklena palčka</li><li>– majhen lonček z izlivom</li></ul>

Varikina in čistilo sta jedka in nevarna za vodno okolje.

## Zaščitna oprema

Za zaščito smo potrebovali zaščitna očala, zaščitno haljo in spete lase. Pri delu z varikino in čistilom pa uporabimo še zaščitne rokavice.

## Opis dela

### 1. Čarobni lonček

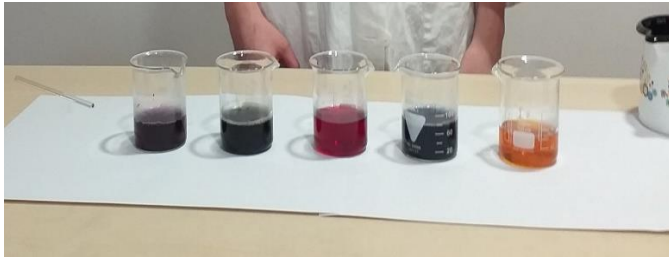
Rdeče zelje najprej prevremo v vodi, nato pa zmes ohladimo in prefiltriramo. V čaše si natočimo majhno količino tekočine, ki vsebuje kislino ali bazo, in čaše postavimo na pult. Nato vzamemo lonček, v katerem imamo prefiltrirano tekočino rdečega zelja, in v vsako čašo natočimo majhno količino. Vsaka tekočina v čaši se je obarvala drugače, in sicer glede na to, ali je v njej kislina ali pa baza.

### 2. Mešanje barv

Na pult si pripravimo šest čaš, malo mleka, vodo in jedilne barve (rdečo, rumeno in modro). Najprej si pripravimo primarne barve. To so rumena, rdeča in modra. Nato pa v eno čašo nalijemo malo mleka in malo vode ter dodamo nekaj kapljic rdeče in modre barve. Tako dobimo vijolično barvo. Vzamemo naslednjo čašo in vanjo damo malo mleka in vode ter dodamo nekaj kapljic rumenega in modrega barvila. Tako dobimo zeleno barvo. Nato pa vzamemo modro in vijolično barvo in ju zmešamo skupaj in dobimo svetlo modro barvo.

## Slikovni prikaz

Slika 1:



Slika 2:



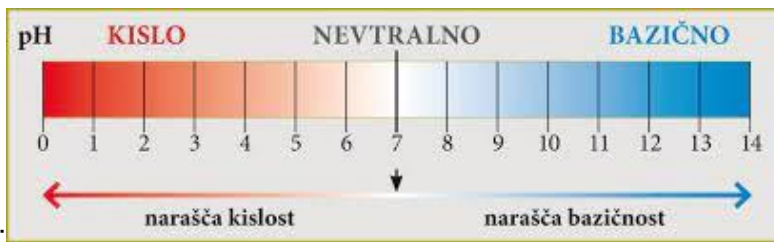
Na sliki 1 so prikazane barve, ki so nastale pri poskusu čarobni lonček.

Na sliki 2 pa so prikazane barve, ki smo jih dobili pri poskusu izdelajmo mavrico.

### Razlaga poskusa

Rdeče zelje je indikator, zato smo ga uporabili v poskusu čaroben lonček. Pokazal nam je, ali je tekočina v čaši kislina ali baza. Če je bila v čaši kislina, se je raztopina obarvala roza vijolično, če pa je bila v čaši baza, pa se je raztopina obarvala rumeno zeleno.

Pri poskusu mešanje barv smo prikazali, da sekundarne barve nastanejo iz primarnih barv. Primarne barve so rumena, rdeča in modra. Sekundarne barve pri tem poskusu pa so zelena, vijolična in svetlo modra.



Slika 3:



Slika 4:

### Posnetek poskusa

<https://youtu.be/gluJo6hDwkl>

### Slike

Slika 3: učilnice.arnes.si

Slika 4: zpm-mb.si

### Viri

Kemija danes 2: kako razlikujemo kisline in baze

<https://www.youtube.com/watch?v=wHMTvko29KQ&t=54s>

<https://www.youtube.com/watch?v=ujkuW-0cpNw>

# ČRNILO

*Tjaša Blažič, Ema Ilovar in Manca Podlogar*

*Mentorica: Darja Gašperšič*

*Osnovna šola Šmarjeta*

## **Povzetek**

V poskusu je prikazana tvorba črne oborine – feritanata oz. ferigalata, ki nastane pri reakciji med čreslovo oz. galno kislino in železovimi ioni. Prikazana je tudi redukcijska sposobnost tanina, ki lahko iz raztopine Fehlingovega reagenta izloči rdeč bakrov oksid  $\text{Cu}_2\text{O}$  ali pa drobno razpršeno srebro (črno oborino), če uporabimo Tollensov reagent.

## **Posnetek poskusa**

[https://youtu.be/4i\\_7m86Pg78](https://youtu.be/4i_7m86Pg78)

## **Teoretske osnove**

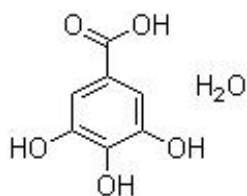
Tanini so vodotopni polifenoli, ki jih najdemo v rastlinah. Visoke koncentracije so v hrastovem lubju, divjem kostanju in pravem čaju. Rastline, ki vsebujejo tanine, so manj dovzetne za »napade« žuželk. Njihova koncentracija v rastlini ni statični indikator – spreminja se ne samo v letnih časih, ampak tudi v dnevnih urah. Največja vsebnost taninske kisline je v spomladanskih mesecih med brstenjem. Prav tako je višja v zgodnjih jutranjih urah, ob poldnevu pade, ponovno pa se zviša zvečer (Tanini, kaj je to, b. d.).

Tanična kislina (slika 2) deluje kot adstringent, zato je nepogrešljiva v medicini pri zdravljenju tonzilitisa, faringitisa, kožnih izpuščajev, želodčnih motenj in hemoroidov. Tanini se uporabljajo za lajšanje toksičnosti, ki jo povzročajo težke kovine, krepijo krvne žile, zaščitijo jetrne celice in prispeva k boljši absorpciji vitamina C. Prevelike količine pa so lahko tudi škodljive – dražijo črevesno steno, motijo delovanje jeter in ledvic, preprečujejo pravilno absorpcijo mineralov (Tanini, kaj je to, b. d.).

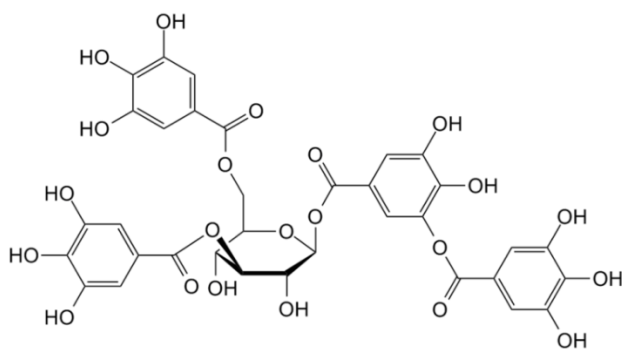
Glede na kemijske lastnosti tanine delimo v dve skupini: hidrolizabilne in kondenzirane. Hidrolizabilni so estri fenolne kisline. Pri hidrolizi s kislinami tvorijo galno (slika 1) in elagično kislino. Najdemo jih v rabarbari, klinčkah, listih evkaliptusa in lubju granatnega jabolka. Kondenzirani tanini ne hidrolizirajo, prisotni so v skorji kane, čajnih listih in lubju divje češnje (Tanini, kaj je to, b. d.).

V živilski industriji dajejo proizvodom trpek okus, barvo in aromo, po okusu nekoliko spominjajo na glutaminsko kislino. Znani so kot aditiv E181. Ta deluje kot emulgator, stabilizator in barvilo. Kožo sadja in zelenjave zaščitijo pred gnitjem in sušenjem. Uporablja se za prečiščenje piva in vina. Čajni tanini so nekoliko drugačni, podobni so vitaminu P in krepijo krvne žile. V kombinaciji s kofeinom in teinom delujejo sproščujoče in omogočijo sproščen spanec (Tanini, kaj je to, b. d.).

Tanini z železovimi spojinami tvorijo temno obarvane oborine (modre, zelene, vijolične in črne). Ta lastnost omogoča njihovo uporabo za izdelavo črnila. Pomemben je tudi v krznarstvu za strojenje kože.











Slika 1: Galna kislina



Slika 2: Taninska kislina

### Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- žveplova kislina (<math>\text{H}_2\text{SO}_4</math>)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 čaš (250 mL)</li> <li>- filter papir (črn trak)</li> <li>- čopič</li> <li>- špiritni gorilnik</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- galna kislina (<math>\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_5</math>)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lesena ščipalka</li> <li>- manjši lonec (1L)</li> <li>- kuhalna plošča</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- železov klorid (<math>\text{FeCl}_3</math>)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lij</li> <li>- stojalo, mufa, obroč</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- zelena galica (<math>\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 7 steklenih palčk</li> <li>- 2 epruveti</li> <li>- 7 kapalk</li> </ul>

 <ul style="list-style-type: none"> <li>– srebrov nitrat</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>– raztopina amoniaka (NH<sub>3</sub>)</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>– kalijev heksacianoferrat(II) (K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>])</li> <li>– natrijev tartrat (C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>Na<sub>2</sub>O<sub>6</sub>)</li> <li>– modra galica (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O)</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>– natrijev hidroksid (NaOH)</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>– hrastovo lubje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– risalni žeblički</li> </ul>
---	--

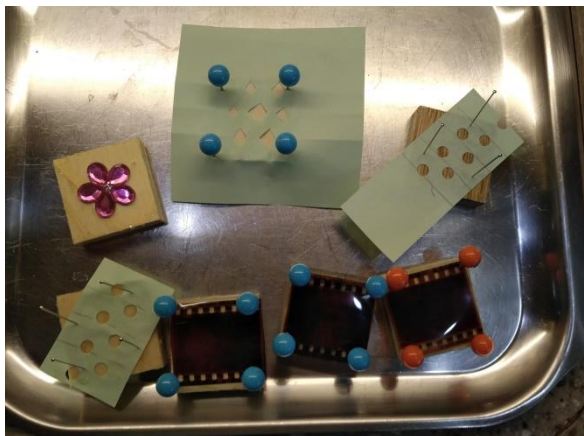
### Zaščitna oprema

Uporabili smo haljo, rokavice in zaščitna očala.

## Opis dela

1. 40 g zdrobljenega hrastovega lubja skuhamo v 0,5 L vode; vre naj 5 minut, da se izloči tanin.
2. Raztopino precedimo, nato pa še prefiltriramo, da dobimo rjavo, a bistro raztopino.
3. Nato pripravimo še raztopino galne kisline (v 300 mL vode raztopimo 0,3 g galne kisline), železovega klorida (0,5 g  $\text{FeCl}_3$  raztopimo v 150 mL vode) in raztopino zelene galice (0,4 g  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  raztopimo v 150 mL vode), ki jo nakisamo s tremi kapljicami nasičene žveplove kisline.
4. V prvo čašo nalijemo 100 mL pripravljene raztopine galne kisline in mu dodamo 3 mL raztopine feriklorida; nastane črna oborina – ferigalat.
5. V drugo čašo nalijemo 100 mL galne kisline in ji dodamo 3 mL raztopine zelene galice, ki smo jo nakisali z žveplovo kislino. Z nastalo raztopino naredimo nekaj potez po papirju. Sprva rjave poteze na papirju počrnijo.
6. V tretjo čašo pripravimo 100 mL poparek hrastovega lubja in mu dodamo 3 mL raztopine feriklorida; nastane črna oborina – feritanat.
7. V četrto čašo nalijemo 100 mL poparka hrastovega lubja in ji dodamo 3 mL raztopine zelene galice. Z nastalo raztopino naredimo nekaj potez po papirju. Fero sol na zraku oksidira v feri sol, zato poteze počrnijo, saj spet nastane feritanat.
8. Pripravimo Fehlingov reagent. Prvo komponento pripravimo tako, da v 100 mL vode raztopimo 7 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Drugo komponento pripravimo tako, da v 100 mL vode raztopimo 35 g natrijevega tartrata in 10 g NaOH. Nato uporabimo 1 mL prve in 1 mL druge komponente.
9. V epruveto damo 2 mL poparka hrastovega lubja in dodamo 2 mL Fehlingovega reagenta. Raztopino segrejemo nad špiritnim gorilnikom, da se izloči rdeča oborina –  $\text{Cu}_2\text{O}$ .
10. Pripravimo Tollensov reagent: v 2 mL nasičene raztopine  $\text{AgNO}_3$  dodamo 5 mL  $\text{NH}_3$ , da se raztopina zbistri.
11. V epruveto damo 2 mL odvarka hrastovega lubja in dodamo 2 mL Tollensovega reagenta. Raztopino segrejemo nad špiritnim gorilnikom, da se izloči črna oborina – elementarno srebro.
12. Pripravimo nasičeno raztopino kalijevega heksacianoferata(II). Z njim premažemo deščice iz smrekovega in hrastovega lesa in nanje z risalnimi žeblički pritrdimo papir z luknjicami, poljuben predmet ali fotografski negativ (slika 3). Tako pripravljen les za nekaj ur izpostavimo svetlobi, da se izloči feritanat (slika 4).

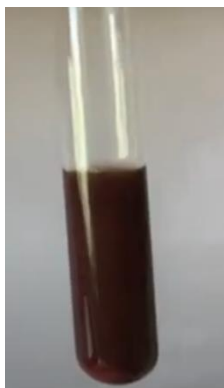
### Slikovni prikaz poskusa



Slika 3: Koščki lesa, premazani s kalijevim ferocianidom in pokriti s preluknjanim papirjem ali fotografskim negativom, izpostavljeni svetlobi.



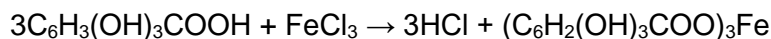
Slika 4: Tvorba feritanata na osvetljenih delih lesa



Slika 5: Tanin je reducent, iz Fehlingove raztopine izloči rdeč dibakrov oksid.

## Razlaga poskusa

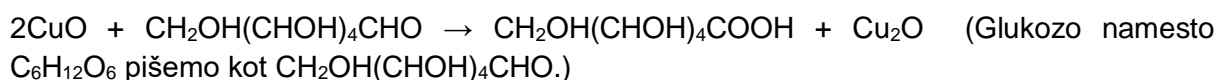
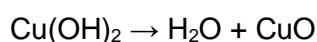
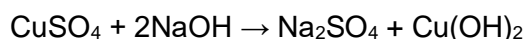
Galna kislina je v obliki igličastih kristalčkov, ki so v mrzli vodi težko topni, lahko pa se topijo v vreli vodi in etru. Pridobiva se s hidrolizo tanina. Soli galne kisline so galati. Ko v raztopino galne kisline kanemo nekaj kapljic železovega(III) klorida ali feriklorida, se izloči modro črna oborina ferigalat.



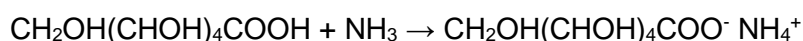
Z raztopino zelene galice ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) ali ferosulfata, ki smo jo nakisali z žveplovo kislino, tvori rjavkasto raztopino. Žveplova kislina preprečuje oksidacijo ferosulfata v ferisulfat. Na papirju pa se žveplova kislina z različnimi bazičnimi primesmi v papirju nevtralizira in ferosulfat oksidira v ferisulfat:  $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ . Ta reagira z galno kislino in tvori modro črno oborino ferigalat. Zato sprva rjavkaste poteze na papirju počrniijo (Prezelj, 1965).

Tanini so v vodi topni. Iz hrastovega lubja jih ekstrahiramo tako, da lubje prekuhamo v vodi in ga odcedimo. Tako dobljena raztopina je kislina, saj vsebuje tanično ali čreslovo kislino. Ta z železovimi spojinami reagira enako kot galna kislina – tvori črno oborino feritanat. Zaradi te reakcije les okoli žeblija, zabitega v les, sčasoma počrni.

Tanin je reducent. Hidrolizirajoči tanini se lažje oksidirajo od kondenziranih. Encim tanaza jih hidrolizira v glukozo in galno kislino. Zato tanin s Fehlingovo in Tollensovo raztopino reagira podobno kot glukozna. Fehlingov reagent pripravimo iz dveh raztopin. V prvi je v 100 mL destilirane vode raztopljenih 7 g bakrovega sulfata pentahidrata. V drugi pa je v 100 mL vode raztopljenih 35 g natrijevega tartrata in 10 g natrijevega hidroksida. Za reakcijo zmešamo 5 mL prve in 5 mL druge raztopine. Ko to raztopino dodamo prevretku hrastovega lubja in rahlo segrejmo, se izloči rdeča oborina. Ker je tanin reducent, se  $\text{Cu}^{2+}$  ioni iz Fehlingove raztopine reducirajo v  $\text{Cu}^+$ . Pri tem nastane dibakrov oksid  $\text{Cu}_2\text{O}$  (slika 5), ki je rdeča trdna snov (Vrtačnik, b. d.).



Če namesto Fehlingovega uporabimo Tollensov reagent, se brezbarvna raztopina srebrovih ionov  $\text{Ag}^+$  reducira do elementarnega srebra, ki se izloči kot črna oborina, fino razpršena po čaši. Reakcija Tollensovega reagenta z aldehydno skupino iz glukoze (Razlikovanje med aldehydi in ketoni, b. d.):



V zadnjem poskusu smo košček sveže pooblane in zbrušene deščice iz smrekovega in hrastovega lesa premazali z nasičeno raztopino kalijevega heksacianoferata(II) ali rumeno krvolužno soljo. Na deščico smo položili listič z luknjicami in vse skupaj izpostavili svetlobi. Pod vplivom svetlobe se iz fericianida izloči železo, ki na osvetljenih mestih lesa reagira s taninom in povzroči nastanek temnih spojin (feritanata). Obarvanje na hrastovi deščici je

veliko temnejše kot na smrekovi, zato sklepamo, da ima hrastov les večjo vsebnost taninov kot smrekov. Na deščico lahko položimo tudi fotografski film (negativ). V tem primeru se na deščici pokaže pozitivna slika. Zelo podobno reakcijo izkorišča tudi fotografska tehnika, ki ji pravimo cianotipija.

#### **Viri**

Prezelj, M. (1965). Ciklične spojine. V C. Trček (ur.), Mladi kemik – organski del str. 31, 97, 155–159). Ljubljana: Mladinska knjiga.

Razlikovanje med aldehidi in ketoni. (b. d.) <http://keminfo.pef.uni-lj.si/ro03m/dokreakcijespl.htm>

Tanini, kaj je to. (b.d.). Pridobljeno s <https://slv.healthycatchups.com/chaj-bez-tanina.html>

Vrtačnik, M., Zmazek, B., Boh, B. (b.d.). Kemija 3; i-učbenik za kemijo v 3. letniku gimnazij. Pridobljeno s <https://eucbeniki.sio.si/kemija3/1285/index3.html>

#### **Viri fotografij:**

[https://sl.wikipedia.org/wiki/%C4%8Creslovina#/media/Slika:Gallic\\_acid.svg](https://sl.wikipedia.org/wiki/%C4%8Creslovina#/media/Slika:Gallic_acid.svg)

<https://bs.wikipedia.org/wiki/Tanin>

# FRIZUROMANIJA

*Benjamin Bele, Lovro Dulc in Žak Jeglič*

*Mentorica: Darja Gašperšič*

*Osnovan šola Šmarjeta*

## **Povzetek**

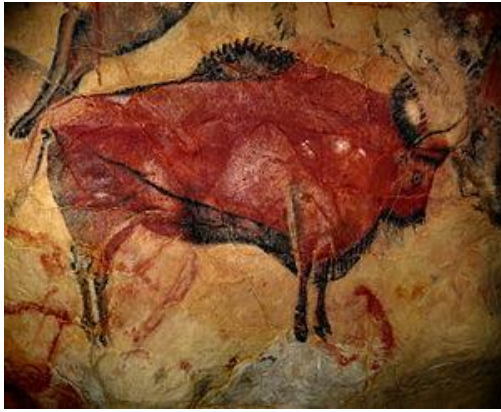
Poskus opisuje barvanje z naravnimi rastlinskimi barvili ter spreminjanje barve barvil ob dodatku kislin ali baz ali s pomočjo kovinskih ionov, s katerimi barvila tvorijo intenzivno obarvane kompleksne spojine. Barvila, ki smo jih uporabili, so lavson iz hene, kurkumin iz kurkume ter antocijani iz lakmusa in plodov lovorikovca.

## **Posnetek poskusa**

<https://youtu.be/YwAJkv6Og74>

## **Teoretske osnove**

Barvilo je snov, ki daje organizmu in njegovim delom barvo. Je tudi sredstvo za barvanje (Bajec, 2007). V kemijskem smislu je barvilo topna snov, ki materiale obarva s kemijsko reakcijo, adsorpcijo ali difuzijo. Pigmenti so trdne spojine, ki odražajo le določene valovne dolžine vidne svetlobe. Lahko so naravni ali umetni. Uporaba naravnih barvil je bila znana že 3000 let pred našim štetjem. Stare civilizacije so jih uporabljale za barvanje tkanin, posode, v slikarstvu in za ličenje. Barvila so bila anorganska in organska. Anorganske dobimo z mletjem kamnin. Primer je rumena in rdeča barva (okra), ki jo dobimo z mletjem železove rude. Okro je uporabljal že kromanjonec, najdena je bila v Potočki zijalki. Lepi primeri jamskih poslikav z okro so ohranjeni tudi v jami Altamira v Španiji (slika 1). Z mletjem svetlo modrega poldragega kamna lapiz lazuli dobijo ultramarinsko modri pigment. (slika 2). Organska barvila so rastlinskega in živalskega izvora. V organizmih sodelujejo v življenjskih procesih (klorofil – fotosinteza, hemoglobin – dihanje) in ščitijo pred škodljivimi vplivi UV-žarkov (karotenoidi in flavonoidi pri rastlinah, melanin pri živalih). V tradicionalnih barvarnah za izdelavo orientalskih preprog še vedno uporabljajo naravna barvila (slika 3). Za rdeče odtenke uporabimo 4 barvila – alizarin je rastlinskega izvora, iz insektov pa dobijo karminsko rdečilo – košeniljo, karmezinsko rdečilo – kermes in barvilo lak. Za oranžno rdeče obarvanje je primeren lavson iz hene, s katerim se barva tudi lase in umetelno poslika kožo, za rjavo barvo juglon iz oreha, za modro pa indigo iz indigovca. Zeleni toni so v stari umetnosti redki, saj so klorofili slabo obstojni. Kitajci za barvanje že od nekdaj uporabljajo kurkumin iz korenine kurkume. Danes se uporabljajo predvsem sintetična barvila. Prvo umetno barvilo – škrlatni mauvein je leta 1856 odkril William Perkin. Ob koncu 19. stoletja so odkrili še več umetnih azo barvil, danes jih poznamo več kot 8000 (Kitek, 2016/17).



Slika 1: Jama Altamira (vir: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Jamske\\_poslikave](https://sl.wikipedia.org/wiki/Jamske_poslikave))











Slika 2: Lapis lazuli (Vir: <https://www.etsy.com/il-en/listing/528919293/raw-lapis-lazuli-stone-a-quality-lapis>)



Slika 3: Preproga, obarvana z indigom in alizarinom (Vir: [http://www.kii3.ntf.uni-lj.si/e-kemija/file.php/1/output/uporaba\\_barvil/index.html](http://www.kii3.ntf.uni-lj.si/e-kemija/file.php/1/output/uporaba_barvil/index.html))

## Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"><li>– lakmusova tinktura</li><li>– citronska kislina</li><li></li><li>– raztopina pralnega mila</li><li></li><li>– NaOH</li><li></li><li>– barvilo plodov lovorikovca</li><li>– kana</li><li>– indigo</li><li>– FeCl<sub>3</sub></li><li> </li><li>– kurkuma</li><li>– H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></li><li>  </li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– čaša (250 mL)</li><li>– erlenmajerica</li><li>– steklena palčka</li><li>– pršilka</li><li>– čopič</li><li>– stiroporna glava</li><li>– bela volna</li><li>– bucike</li></ul>

## Zaščitna oprema

Uporabili smo haljo in zaščitne rokavice, zaradi uporabe pršilk pa tudi zaščitna očala.

## Opis dela

1. Na glavo iz stiropora z bucikami pritrdimo belo volno – lase.
2. Pripravimo barvilo iz plodov lovorikovca. 100 g plodov prelijemo z 0,5 L vode in skuhamo. V vakuolah celic plodov so nakopičeni antociani, ki se pri kuhanju sprostijo. Raztopina naj vre toliko časa, da se pojavi intenzivno obarvanje (približno 10 minut).
3. V čašo pripravimo 100 mL raztopine lakmusa in lutki pobarvamo pramen las. Pramen razdelimo na tri dele: en del pustimo, na drugi del s pršilko nanesemo citronsko kislino, na tretji del pa s pršilko nanesemo raztopino natrijevega hidroksida (slika 4).
4. V čašo pripravimo 100 mL raztopine barvila iz plodov lovorikovca in lutki pobarvamo nov pramen las. Pramen razdelimo na tri dele: en del pustimo, na drugi del s pršilko nanesemo citronsko kislino, na tretji del pa s pršilko nanesemo raztopino natrijevega hidroksida.
5. V čaši zmešamo jedilno žlico rdeče kane in 100 mL vrele vode. Počakamo, da se iz kane izloči oranžno barvilo lavson (raztopina postane oranžno rdeča). Raztopino odlijemo in z njo pobarvamo nov pramen las. Pramen razdelimo na dva dela, enega poškopimo z raztopino železovega triklorida. Tvori se temno obarvan kompleks. Na urnem steklu pripravimo pasto iz vode in zdrobljenih listov indigovca; liste prelijemo s toliko hladne vode, da je pasta gostote jogurta (slika 5). Opazujemo spremembo barve na zraku iz zelene v modro (slika 6). V rastlini je prisotna predstopnja indiga, t. i. brezbarven indikan. Ta hidrolizira v glukozo in indiksil, ki ob prisotnosti zraka postopno oksidira in dimerizira v moder indigotin. Barva se iz zelene v modro spremeni po približno 20 minutah.
6. V čaši zmešamo jedilno žlico kurkume v prahu in 100 mL vrele vode. Počakamo, da se iz kurkume izloči barvilo (raztopina postane rumena). Raztopino odlijemo in z njo pobarvamo nov pramen las. Pramen razdelimo na dva dela, enega poškopimo z raztopino citronske kisline, drugega pa z raztopino natrijevega hidroksida. Kurkumin je barvilo, ki je v kislinah stabilne barve (ohranja rumeno barvo), v bazah pa postane svetlo rdeč.
7. Vse pobarvane pramene poškopimo s 30-odstotno raztopino  $H_2O_2$ , da barve posvetlijo (oz. se razbarvajo).

### Slikovni prikaz ali fotografija poskusa



Slika 4: Lutka med barvanjem las



Slika 5: Pasta iz zdrobljenih listov indigovca pred oksidacijo


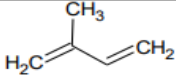

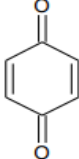



Slika 6: Pasta iz zdrobljenih listov indigovca po oksidaciji

### Razlaga poskusa

Lakmus je mešanica naravnih spojin, ki se pridobiva iz nekaterih vrst lišajev. Uporablja se kot barvilo in kot sredstvo za določanje pH medija. Je eden prvih indikatorjev, ki jih je človek začel uporabljati v kemijski praksi. Uporablja se kot raztopina ali pa na trdnih nosilcih. Lakmusova tinktura je lase naše lutke obarvala vijolično. Ko smo pramen tako obarvanih las poškropili s citronko, je barva prešla v rdečo, saj se lakmus v kislinah obarva rdeče. Bazična raztopina NaOH je privedla do modrega odtenka. Mehanizma reakcije barvne spremembe ni mogoče določiti, saj lakmus vsebuje okoli 15 različnih spojin, ki sodelujejo v reakciji (Barvni indikatorji, b. d.).

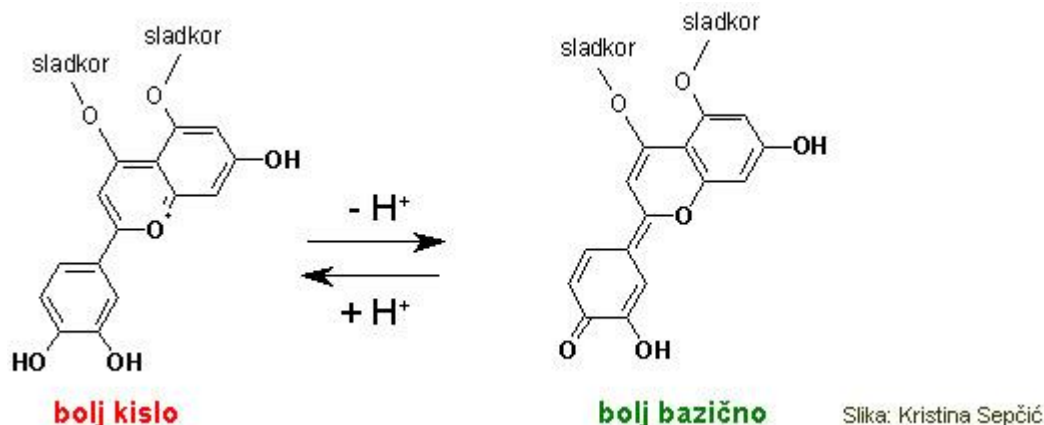
Naravna barvila po zgradbi spadajo med derivate izoprena, pirola, kinona, pirimidina in pirana (Kotar, 2014).

ZGRADBA	
Pirol	
Izopren	
Pirimidin	
Kinon	
Piran	

Slika 7: Strukturne osnove naravnih barvil (Vir: Kotar, 2014)

Derivati izoprena (slika 7) so rumeni in oranžni karoteni in ksantofili. Najdemo jih v korenju, papriki, koruzi, lososu. Topni so v maščobah. Dajejo barvo in sodelujejo pri fotosintezi (usmerjajo fotone na klorofil).

Derivati pirana so flavonoidi, med katere uvrščamo tudi antociane. Prisotni so v jagodičju, slivah, rdečem zelju, plodovih lovorikovca in kaline ter v različnih cvetovih, kjer privabljajo opraševalce. Antocian (gr. anthos = cvet, kyanos = moder) sestavlja obarvana aromatska spojina antocianidin s številnimi hidroksilnimi skupinami, na katere so vezani sladkorji in druge spojine (Vilhar Sepčič, 2005). Več OH skupin imajo, bolj modro so obarvani. Več zaestrenih OH skupin daje rdečo barvo. Antociani so močni antioksidanti, na zdravje učinkujejo ugodno, saj so lovilci prostih radikalov, pri diabetesu zmanjšujejo koncentracijo glukoze v krvi. Vinu dajejo bordo barvo, uporabljajo jih kot barvila v marmeladah, pekovskih izdelkih, bonbonih ... Antociani so vodotopni, kopičijo se v vakuoli. Na njihovo barvo vpliva tudi pH. V kislem okolju so protonirani in rdeče barve (slika 8). Z zviševanjem pH se njihove OH skupine postopno deprotonirajo, kar se kaže s spreminjanjem barve od vijolične prek modre in zelene do rumene.



Slika 8: Vpliv deprotonacije na spremembo barve cianidina (vir: [Vilhar, Sepčič, 2005](#))

Ko smo z lovorikovcem pobarvane lutkine lase poškopili s citronko, so se obarvali intenzivno rdeče, ko smo jih poškopili z raztopino NaOH, pa zeleno rumeno.

Lavson – barvilo iz kane (slika 9), je derivat kinona, ki ima v molekuli na mestih 1 in 4 vezani dve ketonski skupini. V skupino kinonskih barvil spadajo še juglon iz oreha, ki se je tudi v naših krajih uporabljal za barvanje sivih las, daje pa tudi značilno barvo orehovemu žganju, kurkumin iz korenike kurkume, ter alizarin, ki je znan že iz antičnih časov, pridobiva pa se iz korenin barvilnega brošča (slika 10).

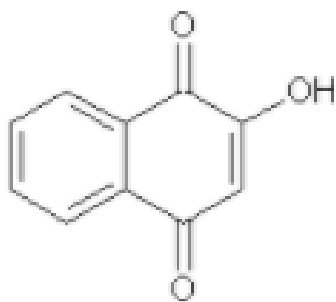


Slika 9: *Lawsonia inermis* (kana) (Vir: <https://www.osiva-semena.sk/ostatne/186-henna-lawsonia-inermis-semena-henny-4-ks.html>)

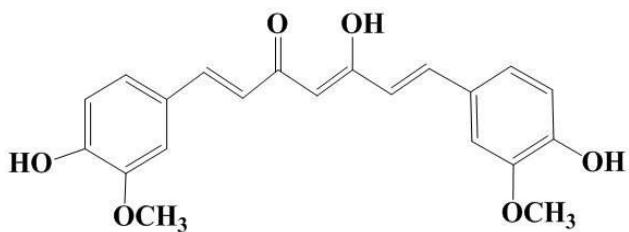


Slika 10: Barvilni brošč (*Rubia tinctorum*) (Vir: <http://zdravplanet.blogspot.com/2008/11/b-ro-pravi-rubia-tinctorum.html>)

Lavson (slika 11) pridobivajo iz listov grma, ki uspeva v Severni Afriki, na Bližnjem vzhodu in južni Aziji. Heno so uporabljali že v davnini. Arheologi so našli nekaj tisoč let stare egipčanske mumije, zavite v tkanine, obarvane s heno, ki je še vedno priljubljeno barvilo za lase. Ponekod jo uporabljajo tudi za barvanje usnja (Vrtačnik, Zmazek, Boh, b. d.). Lavson z železovimi ioni tvori temno rjavo obarvan kompleks.



Slika 11: Strukturna formula lavsona (Vir: <https://eucbeniki.sio.si/kemija3/1285/index3.html>)



Slika 12: Kurkumin (2-hidroksi-1,4-naftokinon) (Vir: [https://www.researchgate.net/figure/Scheme-5-Formula-of-Curcumin\\_fig4\\_325770690](https://www.researchgate.net/figure/Scheme-5-Formula-of-Curcumin_fig4_325770690))

Kurkumin (2-hidroksi-1,4-naftokinon) (slika 12) se uporablja kot začimba, v verskih obredih in kot barvilo. Je tudi pH indikator – v kislem se obarva rumeno, v bazičnem pa svetlo rdeče.

Vodikov peroksid se kot 30–40-odstotna raztopina uporablja za oksidacijsko beljenje vlaken, za oksidacijo reduktivnih barvil. Ko smo ga nanесли na lutkine lase, so se ti posvetlili.

## Viri

Bajec, A., Jurančič, J., Klopčič, M. (2008). Slovar slovenskega knjižnega jezika 1: a-če. Pogačnik, A. (ur.), Železnik, T. (ur). Slovar slovenskega knjižnega jezika (str. 77). Ljubljana, DZS.

Barvni indikatorji. (b. d.). <https://sl.sodiummedia.com/4120057-color-indicators-change-in-color-of-acid-base-indicators>

Kitek, L. U. (2016). Barvanje naravnih in umetnih tkanin z naravnimi barvili. (Raziskovalna naloga, OŠ Gustava Šiliha, Laporje). <http://www.os-laporje.si/files/2015/08/BARVANJENARAVNIHINUMETNIHTKANINZNARAVNIMIBARVILI-dr%C5%BEavno.pdf>

Kotar, A. (2004). Izdelava e-učne enote o prehranskih barvilih naravnega izvora za deveti razred osnovne šole (Diplomska naloga, Pedagoška fakulteta). [http://pefprints.pef.uni-lj.si/2394/1/DIPLOMA\\_KOTAR\\_ANJA.pdf](http://pefprints.pef.uni-lj.si/2394/1/DIPLOMA_KOTAR_ANJA.pdf)

Vilhar, B., Sepčič, K. (2005). Rdeče zelje v akciji. Zeleni škrat. [http://botanika.kladnik.xyz/zeleni-skrat/poskusi\\_sam/rdece\\_zelje.htm](http://botanika.kladnik.xyz/zeleni-skrat/poskusi_sam/rdece_zelje.htm)

Vrtačnik, M., Zmazek, B., Boh, B. (b.

d.). Kemija 3; i-učbenik za kemijo v 3. letniku gimnazij. <https://eucbeniki.sio.si/kemija3/1285/index3.html>

## Viri fotografij:

[https://sl.wikipedia.org/wiki/Jamske\\_poslikave](https://sl.wikipedia.org/wiki/Jamske_poslikave)

<https://www.etsy.com/il-en/listing/528919293/raw-lapis-lazuli-stone-a-quality-lapis>)

[http://www.kii3.ntf.uni-lj.si/e-kemija/file.php/1/output/uporaba\\_barvil/index.html](http://www.kii3.ntf.uni-lj.si/e-kemija/file.php/1/output/uporaba_barvil/index.html))

[http://pefprints.pef.uni-lj.si/2394/1/DIPLOMA\\_KOTAR\\_ANJA.pdf](http://pefprints.pef.uni-lj.si/2394/1/DIPLOMA_KOTAR_ANJA.pdf)

[http://botanika.kladnik.xyz/zeleni-skrat/poskusi\\_sam/rdece\\_zelje.htm](http://botanika.kladnik.xyz/zeleni-skrat/poskusi_sam/rdece_zelje.htm)

<https://www.osiva-semena.sk/ostatne/186-henna-lawsonia-inermis-semena-henny-4-ks.html>)

<http://zdravplanet.blogspot.com/2008/11/bro-pravi-rubia-tinctorum.html>)

<https://eucbeniki.sio.si/kemija3/1285/index3.html>)

[https://www.researchgate.net/figure/Scheme-5-Formula-of-Curcumin\\_fig4\\_325770690](https://www.researchgate.net/figure/Scheme-5-Formula-of-Curcumin_fig4_325770690))

# INDIKATORJI V BARVAH MAVRICE

*Taja Oderlap, Adam Patrik Pustoslemšek*

*Mentorica: Mojca Dajčman*

*Osnovna šola Črna na Koroškem*

## **Povzetek**

V poskusu smo pripravili pet različnih snovi z različnimi pH-vrednostmi, ki smo jih dodali v epruvete s sokom rdečega zelja kot naravnim indikatorjem. Ta je spremenil barvo tako, da smo dobila barve mavrice.

## **Posnetek poskusa**

<https://youtu.be/0osJzUjuCrE>

## **Teoretske osnove**




Indikator je snov, s katero lahko razlikujemo med kisljinami in bazami. Poznamo univerzalni indikator, s katerim ne le razlikujemo med kisljinami in bazami, pač pa lahko določimo tudi pH-vrednost snovi. Če je pH snovi nižji od 7, jo uvrščamo med kisline, če je 7, je snov nevtralna, če pa presega vrednost pH 7, je snov bazična.

Za ugotavljanje kislosti oz. bazičnosti vodnih raztopin lahko uporabimo nekatere snovi, ki lahko spreminjajo svojo barvo v odvisnosti od kislosti oz. bazičnosti okolja.

Taka snov je rdeče zelje, ki vsebuje velike količine različnih barvil, ki jih imenujemo antociani. Ta so v vodi topna in se v zelo kislih vodnih raztopinah obarvajo rdeče, v nevtralnih vijoličasto in v zelo bazičnih vodnih raztopinah zeleno rumeno. Pigmente, ki jih najdemo v rdečem zelju, vsebujejo tudi jabolčna lupina, slive in grenivke.

Pri poskusu smo morali uporabiti naravne snovi iz vsakdanjega življenja. Izbrali smo poskus z naravnim indikatorjem in s snovmi, ki jih uporabljamo v vsakdanjem življenju, kot so klorovodikova kislina, natrijev hidrogen karbonat in natrijev hidroksid. Indikator je ob reakciji z različnimi snovmi prejel ione (oksonijeve pri kislini in hidroksilne pri bazi), sprememba barve pa je bila odvisna od števila in vrste prejetih ionov.

## Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
– klorovodikova kislina (HCl)	– 5 čaš (500 mL)
	– 6 epruvet
– natrijev hidroksid (NaOH)	– stojalo za epruvete
	– kapalka
– natrijev hidrogen karbonat (NaHCO <sub>3</sub> )	– zaščitna očala
– citronska kislina (C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> )	– halja
	– zaščitne rokavice
– pralni prašek	

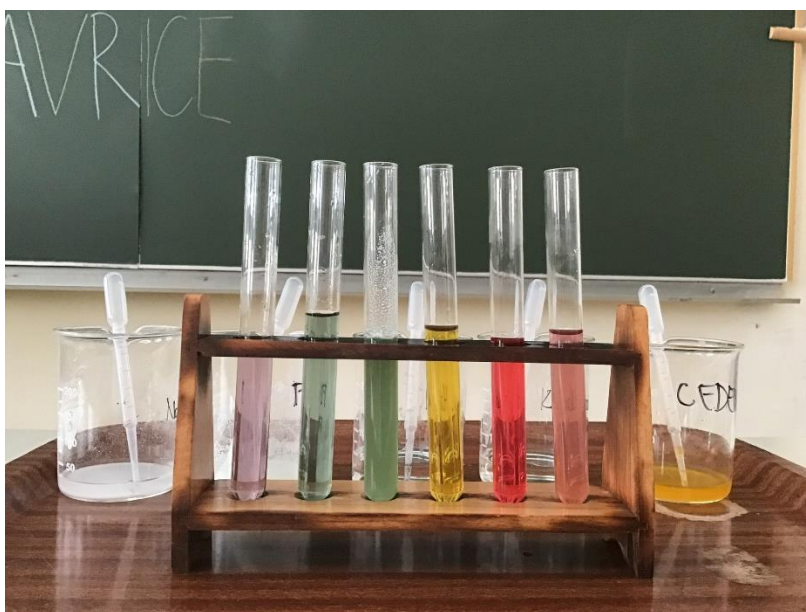
## Opis dela

Najprej smo v stojalo za epruvete postavili 6 epruvet. Te smo napolnili s sokom rdečega zelja kot naravnim indikatorjem. Potem smo v petih 500-mililitrskih čašah pripravila 5 raztopin: raztopino klorovodikove kisline (HCl, pH-vrednost 0), cedevite (citronske kisline) (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>, pH-vrednost 3), natrijevega hidroksida (NaOH, pH-vrednost 14), pralnega praška (pH-vrednost 10) in natrijevega hidrogen karbonata (NaHCO<sub>3</sub>, pH-vrednost 9) in jih v tem vrstnem redu eno po eno s kapalko dodali v epruvete z indikatorjem. Indikator je z dodanimi snovmi reagiral tako, da je spremenil barvo. Zaradi različnih pH-vrednosti snovi smo dobili različne barve, ki predstavljajo osnovne barve mavrice.

## Slikovni prikaz poskusa



Slika 1: Predpriprava poskusa (od leve proti desni): cedevita, klorovodikova kislina, natrijev hidroksid, pralni prašek, soda bikarbona (natrijev hidrogen karbonat).



Slika 2: Končna slika poskusa

## Razlaga poskusa

Snovi, ki smo jih dodali v epruvete z naravnim indikatorjem (s sokom rdečega zelja), so z njim reagirale tako, da so indikatorju spremenile barvo (klorovodikova kislina v rdečo, citronska kislina v svetlo rdečo, natrijev hidroksid v rumeno, pralni prašek v zeleno in natrijev hidrogenkarbonat v modro). Različne barve so se pojavile, ker imajo te snovi različne pH-vrednosti.

## Viri

Crowther, B. (1992). *Kemija – navodila za vaje*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

Primeri kislin. Klorovodikova ali solna kislina.

<http://www2.arnes.si/~morel/gradivabtc/kloro.htm> (21. 3. 2021)

iUčbeniki. 2016. Vodne raztopine nekaterih snovi so bazične.

<https://eucbeniki.sio.si/kemija8/1229/index3.html> (21. 3. 2021)

Piktogram jedko:

<https://sl.m.wikipedia.org/wiki/Slika:GHS-pictogram-acid.svg>

Piktogram dražilno: <https://eucbeniki.sio.si/kemija1/479/index3.html>

## IZ ORANŽNE V MODRO

*Lana Vukan, Gašper Mauko in Mija Žnidarič*

*Mentorica: Tamara Sakovič*

*Osnovna Šola Gornja Radgona*

### **Povzetek**

Reakcija jodove ure je klasični demonstracijski poskus kemične ure, ki se uporablja za prikaz kemijske kinetike v delovanju (Suuronen, 2018). Gre za preprost poskus, kjer se zmešata dve raztopini, med katerima sprva ni vidne reakcije. Po kratkem časovnem zamiku se tekočina med pretakanjem nenadoma spremeni v odtenek temno modre barve.

### **Posnetek poskusa**

<https://video.arnes.si/watch/7j66vfjt5k3h>




### **Teoretske osnove**

Vitamin C, poznan kot askorbinska kislina, najdemo tudi v pomarančnem soku. V naše telo ga lahko vnesemo s hrano in pijačo v dveh oblikah, in sicer kot askorbinsko kislino, ki je močan reducent, ali v oksidirani obliki kot dehidroaskorbinsko kislino. Za določanje vsebnosti količine vitamina C uporabljamo metodo, ki deluje na osnovi redoks titracije z jodom (Določanje količine vitamina C v hrani, b. d.).

Jod je halogeni element, ki se v vodi slabo raztaplja, bolj se raztaplja v nekaterih organskih topilih. Raztopljenega v etanolu v zdravstvu uporabljamo za razkuževanje. Tako pripravljeno raztopino imenujemo jodova tinktura (Kramžar, 2015).

Za namene dokazovanja škroba uporabljamo vodno raztopino kalijevega trijodida ali tako imenovano jodovico, pri čemer zaznamo modro vijolično obarvanje. Škrob uvrščamo med polisaharide in je sestavljen iz amilopektina in amiloze. Uporabljamo ga za zgoščevanje jedi v papirni in tekstilni industriji in kot model pri izdelavi bonbonov (Škrob, b. d.).

## Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"><li>– jodova tinktura</li></ul> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;"></div> <ul style="list-style-type: none"><li>– vodikov peroksid</li></ul> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;"></div> <ul style="list-style-type: none"><li>– 100-odstotni pomarančni sok</li><li>– destilirana voda</li><li>– škrob</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– 2 čaši (100 mL)</li><li>– merilni valj (25 mL)</li><li>– kapalka</li><li>– žlička</li><li>– steklena palčka</li><li>– lučka</li></ul>

## Zaščitna oprema

Zaščitne rokavice, halja in zaščitna očala.

## Opis dela

Na eksperimentalni mizi v čašo A odmerimo 20 mL 100-odstotnega pomarančnega soka in 20 mL destilirane vode ter dodamo 3 kapljice jodove tinkture. V čašo B nalijemo 15 mL destilirane vode in dolijemo 25 ml 3-odstotne raztopine vodikovega peroksida ter dodamo žličko škroba. Vsebino iz čaše A prelijemo v čašo B in nato iz čaše B v čašo A. Postopek pretakanja ponavljamo, dokler ne opazimo modrega obarvanja.

## Slikovni prikaz poskusa



Slika 1: Potrebščine



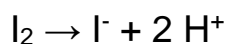
Slika 2: Sestavine pred reakcijo



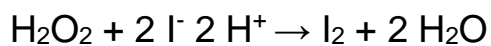
Slika 3: Obarvanost po reakciji

### Razlaga poskusa

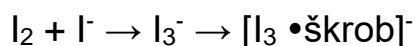
Pri kombiniranju raztopin dejansko potekata dve kemijski reakciji hkrati. Med tema reakcijama sta nastali dve obliki joda: elementarna oblika ( $I_2$ ) in oblika iona ( $I^-$ ). Raztopina se razbarva (Iodine Clock Reaction, (b. d.)).



V prvi reakciji jodidni ioni reagirajo z vodikovim peroksidom in tvorijo jod ( $I_2$ ), ki je ob prisotnosti škroba modre barve. Toda preden se to dejansko lahko zgodi, vitamin C hitro reagira in porabi elementarni jod (spodnja reakcija) (Iodine Clock Reaction, (b. d.)).



Po kratkem času, ko zgoraj opisani reakciji potekata, se vitamin C postopoma porabi. Ko je vitamin C porabljen, raztopina postane modra zaradi nastanka škrob-trijodidnega iona ( $[I_3 \bullet \text{škrob}]^-$ ) (Zidar in Pajk, 2017). Dokazali smo tudi, da je v pomarančnem soku prisoten vitamin C.



škrob

## Viri

Določanje količine vitamina C v hrani (b.d.). *Institut » Jožef Štefan«*, 1-4.

*Iodine Clock Reaction*. (b. d.). <https://www.imaginationstationtoledo.org/education-resources/diy-activities/iodine-clock-reaction/>

Kramžar, B. (2015). Kaj imata skupnega halogeni element in žleza ščitnica? *Profiles*. Pedagoška fakulteta, Ljubljana.

Suuronen, A. (2018). Iodine Clock Reaction. *The Canadian Science Fair Journal*, Vol. 1, 11-14.

Škrob (b.d.). <http://wiki.fkkt.uni-lj.si/index.php/%C5%A0krob>

Zidar, S. in Pajk, V. (2017). Jodova ura. Skozi mavrico kemijskih sprememb. Gimnazija Moste, 47.

# KRESNIČKA V ČAŠI

Žan Arsov

Mentorica: Marija Premrl

Osnovna šola Brezovica pri Ljubljani

## Povzetek

Raztopini luminola v bazičnem mediju dodajamo vodno raztopino vodikovega peroksida. Kot katalizator uporabimo bakrove ione. Poteče kemiluminiscentna reakcija in zmes zasveti. Za popestritev poskusa v raztopino luminola dodamo fluorescein in opazujemo, kako ta vpliva na barvo emitirane svetlobe. Poskus oponaša proces bioluminiscence.

## Posnetek poskusa

[https://youtu.be/vAGZL\\_3FjzY](https://youtu.be/vAGZL_3FjzY)









## Teoretske osnove

Kemiluminiscenca je pojav, kjer se svetlobna energija sprošča kot posledica kemijske reakcije (Arsov, 2000/2001). Kemiluminiscentne reakcije potekajo tudi v nekaterih organizmih, takrat govorimo o bioluminiscenci. Kemiluminiscenca se uporablja v medicini za identifikacijo nukleinske kisline, merjenje aktivnosti encimov, detekcijo določenih snovi v telesu (Créton, R., Jaffe, L. F., 2001) ter tudi na področju diagnostike za določanje metabolitov, virusov, različnih vrst celic (Selič, 2012/2013). Še bolj prepoznavno pa je v rabi na področju forenzike, namreč za odkrivanje sledov krvi in drugega biološkega materiala (Khan, idr., 2014). Luminol je kristal blede rumenkaste barve s kemijsko formulo  $C_8H_7N_3O_2$ . Topen je v večini polarnih topil, a netopen v vodi, v kateri postane topen ob reakciji z bazo, pri kateri nastane v vodi topen dianion. Luminol ob reakciji z oksidantom seva značilno svetlo modro svetlobo (Jack of Trades, 2018). Z uporabo katalizatorja, v našem primeru ionov prehodne kovine, lahko vplivamo na povečano intenziteto ter trajanje izsevane svetlobe. Intenziteta in trajanje sta odvisna tudi od pH-vrednosti bazičnega medija.

V predstavljenem poskusu luminol nastopa kot modelna spojina za prikaz procesa bioluminiscence. Bioluminiscenca poteka z drugimi spojinami, kot sta luciferin pri kresničkih (Branchini, 2013) in koelenterazin pri nekaterih (globoko)morskih organizmih, v večini pri ožigalkarjih (Hibbert, idr., 1999). V organizmih je prisoten tudi encim luciferaza, ki tovrstne reakcije katalizira.

Bazično vodno raztopino lahko pripravimo z uporabo ustreznih soli. Natrijev karbonat, t. i. kristalna soda, je sol s formulo  $Na_2CO_3$ . Natrijev hidrogenkarbonat ali soda bikarbena je sol s formulo  $NaHCO_3$ . Kot katalizator smo uporabili bakrov sulfat pentahidrat (tudi modra galica), ki je svetlo moder kristal s formulo  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ . Ta je v vodi topen. Vodikov peroksid je brezbarvna spojina s formulo  $H_2O_2$  najpogosteje dostopna v vodni raztopini. Fluorescein je oranžno rdeč, v vodi (slabo) topen prah s formulo  $C_{20}O_{12}H_5$ . Raztopina fluoresceina pri fluorescenci oddaja zeleno svetlobo.

## Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
<p>– destilirana voda, <math>\text{H}_2\text{O}(\text{l})</math></p> <p>– luminol, <math>\text{C}_8\text{H}_7\text{N}_3\text{O}_2(\text{s})</math></p> <p> – natrijev karbonat, <math>\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})</math></p> <p> – natrijev hidrogenkarbonat, <math>\text{NaHCO}_3(\text{s})</math></p> <p>– bakrov sulfat pentahidrat, <math>\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}(\text{s})</math></p> <p>  – vodikov peroksid, <math>\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})</math></p> <p>   – fluorescein, <math>\text{C}_{20}\text{O}_{12}\text{H}_5(\text{s})</math></p> <p></p>	<p>– 4 čaše</p> <p>– plastična žlička</p> <p>– palčka za mešanje</p>

## Zaščitna oprema

Pred izvedbo poskusa se zaščitimo z zaščitno haljo, zaščitnimi rokavicami in zaščitnimi očali.

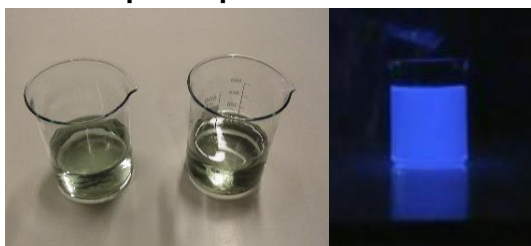
## Opis dela

Najprej v čaši pripravimo 500mL 3-odstotne raztopine vodikovega peroksida  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$  (za lažje sklicevanje bomo to raztopino imenovali B). Potem v drugi čaši v 500 mL destilirane vode raztopimo 0,1g luminola  $\text{C}_8\text{H}_7\text{N}_3\text{O}_2(\text{s})$ , 2g natrijevega karbonata  $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ , 12g natrijevega hidrogenkarbonata  $\text{NaHCO}_3(\text{s})$  in 0,2g bakrovega sulfata pentahidrata  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s})$  (raztopina A). Ko sta obe raztopini pripravljene, vsako prelijemo v dve čaši (po 250 mL v posamezno čašo). Vzamemo eno čašo z raztopino A in eno z raztopino B ter zatemnimo prostor. Nato počasi prelijemo slednjo raztopino v prvo.

Ko raztopini prideta v stik, nastala zmes zasveti s svetlo modrim sijem (slika 1).

Osvetlimo prostor in si pripravimo preostali čaši z raztopinama A in B. V raztopino A dodamo 0,1g fluoresceina  $\text{C}_{20}\text{O}_{12}\text{H}_5(\text{s})$  in pomešamo (raztopina A + F). Ponovno zatemnimo prostor in pričnemo s prelivanjem raztopine B v A + F. Ko raztopini reagirata, zmes zasveti svetlo zeleno (slika 2).

## Slikovni prikaz poskusa



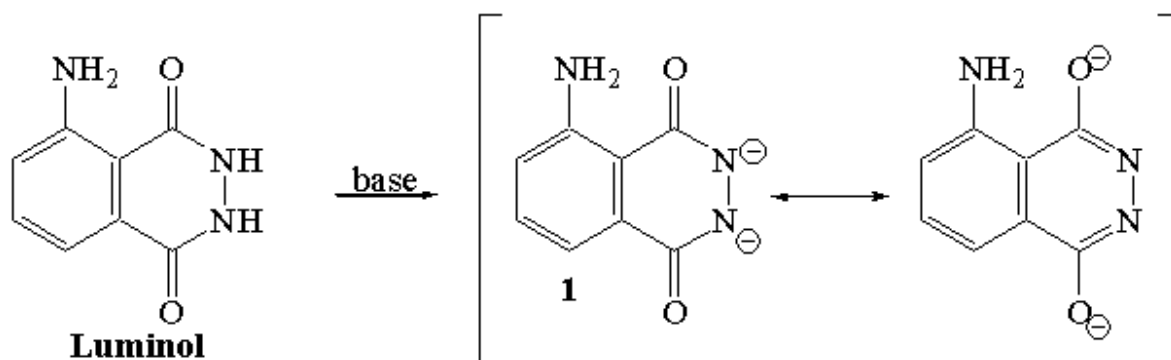
Slika 1: Ob prelivanju vodikovega peroksida v raztopino luminola opazimo svetlo moder sij. (Foto: Žan Arsov)



Slika 2: Ko raztopini luminola dodamo fluorescein in postopek ponovimo, opazimo svetlo zelen sij. (Foto: Žan Arsov)

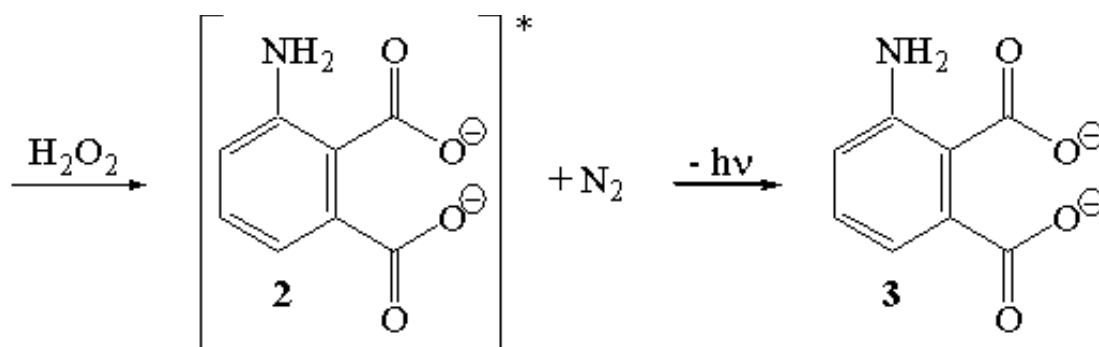
## Razlaga poskusa

Prva reakcija poteče že v zgodnji fazi eksperimenta, in sicer pri pripravljanju raztopine A, med luminolom  $C_8H_7N_3O_2(aq)$  in bazičnimi snovmi. Pri tem nastane v vodi topen dianion (slika 3).



Slika 3: Nastanek dianiona (Luminol: A Glow-in-the-Dark Reaction, b. d.)

Ko raztopino B prelijemo v raztopino A, vodikov peroksid  $H_2O_2(aq)$  oksidira dianion. Ob tem se sprosti nekaj dušika  $N_2(g)$ , dianion pa se pretvori v dikarboksilatni ion. Molekula tega iona je v vzbujenem stanju (kar odraža oznaka \*), zato sprosti nekaj svetlobne energije, da se vrne v osnovno stanje (slika 4).



Slika 4: Dikarboksilatni ion v vzbujenem stanju z oddajanjem svetlobe preide v osnovno stanje (Luminol: A Glow-in-the-Dark Reaction, b. d.).

Bakrov sulfat pentahidrat  $CuSO_4 \times 5H_2O(aq)$  ima v poskusu vlogo katalizatorja prikazane kemiluminiscentne reakcije. Zaradi njegove prisotnosti reakcija poteče nekoliko hitreje, intenziteta emitirane svetlobe je večja.

Pri reakciji luminola  $C_8H_7N_3O_2(aq)$  in vodikovega peroksida  $H_2O_2(aq)$  gre za pojav neposredne kemiluminiscence.

**Shema neposredne kemiluminiscence:  $A + B \rightarrow [I]^* \rightarrow \text{produkti} + \text{svetloba}$**

A in B sta reaktanta,  $[I]^*$  pa intermediat v vzbujenem stanju.

Poznamo pa tudi posredno kemiluminiscenco. Do te pride v drugem delu predstavljenega poskusa, ko raztopino B prelijemo v raztopino A + F (ki vsebuje fluorescein). Pride do prenosa energije z vzbujenega dikarboksilatnega iona na fluorescein (F), ki ga ta prenos spravi v vzbujeno stanje [F]\*. Da bi se vrnil v osnovno energijsko stanje, fluorescein odvečno energijo sprosti v obliki svetlo zelene svetlobe (fluorescenčna emisija).

**Shema posredne luminiscence:  $A + F + B \rightarrow [I]^* + F \rightarrow [F]^* \rightarrow F + \text{svetloba}$**

## Viri

Arsov, Zoran (2000/2001). Luminescenca. *Presek*, 28(2), 74–80.

Branchini, Bruce R. (2013). Chemistry of Firefly Bioluminescence. Pridobljeno s <http://photobiology.info/Branchini2.html>

Créton, R., Jaffe, L. F. (2001). Chemiluminescence microscopy as a tool in biomedical research. *BioTechniques*, 31(5), 1098–1105.

Hibbert, F., Jones, K., Keenan, M. (1999). Glowing jellyfish, luminescence and a molecule called coelenterazine. *Tibtech*, 17, 477–481.

Jack of Trades (2018). *Chemiluminescence and creating additional colors* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/QnwPxeHbY8s>

Jeran, Marko (2008/2009). *Vpliv katalizatorja na oksidacijo luminola pri kemoluminescenci* (Raziskovalna naloga). Srednja šola za elektrotehniko in kemijo, Celje

Khan, P., Idrees, D., Moxley, M. A., Corbett, J. A., Ahmad, F., von Figura, G., idr. (2014). *Luminol-Based Chemiluminescent Signals: Clinical and Non-clinical Application and Future Uses*. *Appl Biochem Biotechnol*, 173, 333–355.

*Luminol: A Glow-in-the-Dark Reaction* (b. d.).

<https://www.angelo.edu/faculty/kboudrea/demos/luminol/luminol.htm>

PubChem (b.d.). <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

Selič, Maja (2012/2013). *Vpliv reakcijskih pogojev na obstojno kemiluminiscenco organskih hidrazidov v vodnem mediju* (Raziskovalna naloga). Osnovna šola Primoža Trubarja Laško.

# MAMA REŠUJE DOLGČAS

*Žanamari Kaloh, Ana Žnidarič in Jana Žnidarič*

*Mentorici: Nataša Rizman Herga in Andreja Kolar*

*Osnovna šola Ormož*

## **Povzetek**

V prispevku z naslovom Mama rešuje dolgčas smo poskušali biti inovativni pri izbiri naravnih indikatorjev v domači kuhinji, saj je barvilo rdečega zelja splošno uporabno. V domači kuhinji pa še obstajajo mnoga živila, ki vsebujejo različna barvila in še posebej lepo prikazujejo preskok barve v bazičnem okolju. Poskus smo prilagodili tudi situaciji epidemije, ko z eksperimentalnim delom v svetu kemije lahko preženemo dolgčas in hkrati obogatimo naše znanje iz vsebinskega skopa kislin in baz.

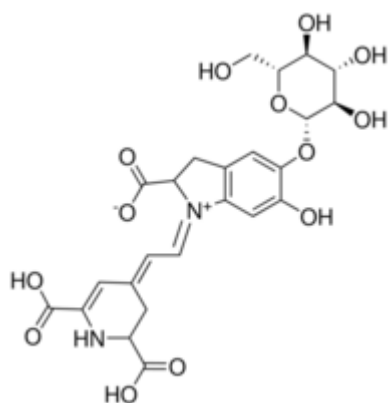
## **Posnetek poskusa**

<https://youtu.be/6CbFaG10jYo>

## **Teoretske osnove**

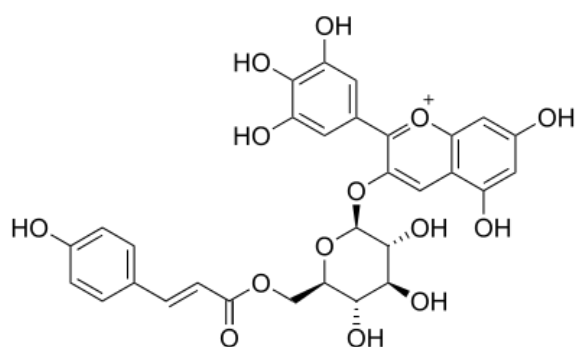
V splošnem je indikator snov, ki pokaže prisotnost določene snovi oziroma lastnosti. Kislinsko-bazični barvni indikatorji nam s svojo barvo pokažejo, ali je preiskovana snov kislila ali bazična (Smrdu, 2012).

Najbolj znan naravni indikator je rdeče zelje, ki vsebuje velike količine različnih barvil, imenujemo jih antociani, ki so vodotopni in jih najdemo v vakuolah rastlinskih celic. V kislem okolju so antociani rdeče barve, v nevtralnem vijolične, v bazičnem okolju se njihova barva spreminja prek modre in zelene do rumene. Antociani so brez vonja in okusa. Pripadajo razredu molekul, imenovanemu flavonoidi. Glavne funkcije antocianov so privabljanje žuželk za namen oprave in privabljanje drugih živalskih vrst za raznašanje semen, odbijanje določenih vrst rastlinojedov ter obramba fotosintetskega sistema in na vidno svetlobo občutljivih obrambnih sestavin v celici pred premočno vidno svetlobo, ultravijoličnim valovanjem ter prostimi radikali. Antociani se nahajajo tudi v aroniji (delfinidin) in rdeči pesi (betanin) (1) (<https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/7020050187.pdf>).



Slika 1: betanin (Vir:

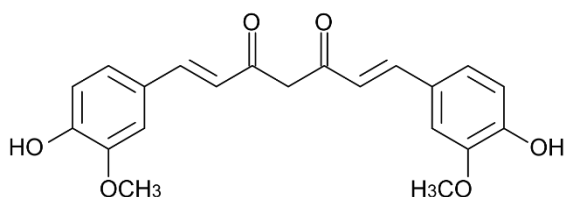
<https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/901266?lang=en&region=SI>



Slika 2: delfinidin (Vir:

[https://www.google.com/search?q=delfinidin&tbm=isch&ved=2ahUKEwiksu7\\_ko\\_wAhVNIMUKHdcuDwQQ2-c](https://www.google.com/search?q=delfinidin&tbm=isch&ved=2ahUKEwiksu7_ko_wAhVNIMUKHdcuDwQQ2-c)

Kurkuma je rastlina, ki je doma v tropskih gozdnih jugovzhodne Azije. V kurkumi se nahaja približno 5 % glavne zdravilne učinkovine z imenom kurkumin, ki prihaja iz skupine flavonoidov. Spojino kurkumin (slika 3) so prvič kemijsko izolirali že davnega leta 1815, vendar je bilo potrebnih še več kot sto let, da so znanstveniki v celoti razbrali njeno kemijsko strukturo. Z intenzivnim raziskovanjem v 20. stoletju so znanstveniki odkrili tudi mnoge zdravilne lastnosti kurkumina za človeško telo. Kurkumin je naravni pH-indikator, ki spremeni barvo (v rjavo rdečo) v bazičnem okolju, v kislem pa je stabilen. Poznan je tudi kot aditiv E 100 [1]. Značilno barvo ji daje spojina kurkumin  $C_{21}H_{20}O_6$ , ki prihaja iz družine flavonoidov. Flavonoidi so rastlinski metaboliti, ki dajejo sadju in zelenjavi značilno barvo. Imajo pozitivne učinke na zdravje, saj koristijo imunskemu sistemu in delujejo protivnetno.



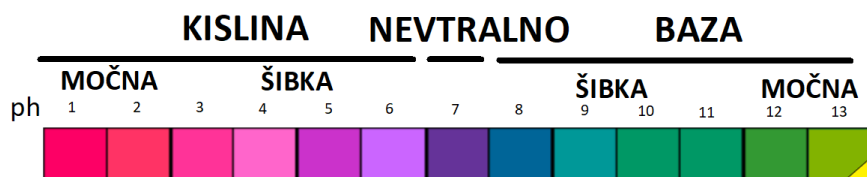
Slika 3 : kurkumin (Vir:

[https://bs.wikipedia.org/wiki/Kurkumin#/media/Datoteka:Curcumin\\_structure](https://bs.wikipedia.org/wiki/Kurkumin#/media/Datoteka:Curcumin_structure)

Barvna

lestvica

antocianinov:



Slika 4: Barvna lestvica antocianinov

Kislina je snov, ki v vodni raztopini oddaja vodikov proton in tvori oksonijev ion,  $H_3O^+$ , merjen pH je v mejah od 0 do 7. Baza je snov, ki sprejema vodikov proton ali pa oddaja hidroksidni  $OH^-$  ion (pH > 7, do 14).

Nevtralizacija je reakcija, kjer se nevtralizirajo hidroksidni ioni z oksonijevimi, nastajata voda in sol.

Veliko reakcij izvedemo doma nezavedno. Razložile smo reakcijo nevtralizacije med natrijevim hidrogenkarbonatom in etanojsko kislino. Pri reakciji se sprošča plin ogljikov dioksid.



Kis je začimba in sredstvo za konzerviranje. V kisu je od 5 do 15,5 % očetne kisline, kemijska formula zanjo je  $CH_3COOH$ . Soda bikarbena oziroma natrijev hidrogenkarbonat s formulo  $NaHCO_3$  je sol. Nastane pri nevtralizaciji kalijevega hidroksida (močna baza) in ogljikove kisline (šibka kislina). pH-vrednost sode bikarbene je okoli 9. Soda bikarbena je bazična snov. S kisljinami reagira zelo burno, pri tem pa nastanejo sol, ogljikov dioksid ( $CO_2$ ) in voda ( $H_2O$ ). Reakcija kisljin s sodo bikarbono lahko poteče le v vodni raztopini.

### Potrebščine

Poskus izvajamo s snovmi iz vsakdanjega življenja, zato ne uporabljamo namenskih zaščitnih sredstev.

Kemikalije:	Inventar:	
<ul style="list-style-type: none"><li>– indikator rdeča pesa</li><li>– indikator aronija</li><li>– indikator kurkuma</li><li>– raztopina soda bikarbena; natrijev hidrogen karbonat (<math>NaHCO_3</math>)</li><li>– raztopina pralnega praška</li><li>– kis za vlaganje (<math>CH_3COOH(aq)</math>)</li><li>– voda</li></ul>	Doma v karanteni: <ul style="list-style-type: none"><li>– kozarec</li><li>– žlička</li><li>– vatirane palčke</li><li>– škarje</li><li>– risalni list</li><li>– čopič</li><li>– posoda</li><li>– cedilo</li></ul>	V šoli: <ul style="list-style-type: none"><li>– pladenj</li><li>– čaše 100mL</li><li>– spatule</li><li>– filtrirni papir (okrogel)</li><li>– čopič</li><li>– kapalka</li><li>– lij</li><li>– nagubani filtrirni papir</li><li>– stojalo</li></ul>

## Opis dela

### 1. Priprava raztopin indikatorjev

#### a) kurkuma

V 100-mililitrsko čašo dodamo 2 čajni žlički kurkume in prilijemo 50 mL vode. Zmes zmešamo in dobimo pripravljeno pasto.

#### b) rdeča pesa

Rdečo pesa olupimo, naribamo in kuhamo v vodi (do obarvanja). Pripravljeno raztopino prefiltriramo v 100-mililitrsko čašo.

#### c) aronija

Plodove aronije skuhamo v vodi. Pripravljeno raztopino prefiltriramo v 100-mililitrsko čašo.

### 2. Priprava bazične in kisle raztopine

V 50 mL vode raztopimo 5g natrijevega hidrogenkarbonata (soda bikarbona).

Za kisloto raztopino odmerimo 50 mL 9-odstotne etanojske kisline (alkoholni kis).

### 3. Priprava indikatorskih lističev

Na okrogli filtrirni papir s čopičem nanesemo raztopine izbranih indikatorjev. Počakamo, da se filtrirni papir posuši (slika 1).

### 4. Izvedba

Na filtrirne papirje nanesemo z vatirano palčko raztopine indikatorjev, ki služijo kot vzorec.

Nato na pripravljene filtrirne papirje nanesemo z vatirano palčko bazično raztopino. Ko se filtrirni papir posuši, dodamo na posamezni papir ustrezeni indikator (kurkuma, rdeča pesa, aronija), kot prikazuje slika 2. Postopek ponovimo še z nanosom kisle raztopine na filtrirne papirje. Opazujemo spremembe barve različnih indikatorjev.

## Slikovni prikaz poskusov



Slika 5: Potrebščine v laboratoriju

## Razlaga poskusov

Kot je razvidno s slike 6, imajo raztopine indikatorjev določen barvni odtenek (kurkuma rumeno obarva filtrirni papir, rdeča pesa in aronija pa roza). Ti filtrirni papirji so služili kot vzorec za primerjavo barvnih odtenkov v bazičnem in kislem mediju. Po premazu raztopine pralnega praška po posameznih filtrirnih papirjih smo opazili spremembe: filtrirni papir s kurkumo se je obarval rdeče, filtrirni papir z rdečo peso je pokazal svetlo zeleno obarvanje in v aroniji temno zeleno obarvanje. Ti barvni spremembi sta dokaz, da rdeča pesa in aronija vsebujeta antocianine, za katere je značilno, da imajo v bazičnem okolju zelen odtenek barve. Po barvanju raztopine pralnega praška po filtrirnem papirju s kurkumo smo opazili rjavo rdeče obarvanje, kar je značilno za kurkumin iz kurkume v bazičnem okolju.

Po nanosu vodne raztopine etanojske kisline na posamezni indikatorskih papirjih ni prišlo do vidne barvne spremembe. Torej so barvila v kurkumi, rdeči pesi in aroniji tista, ki v kislem okolju odbijajo svetlobo drugačne valovne dolžine kot v bazičnem okolju.

Navsezadnje lahko ta pojav v naravi opazujemo pri hortenzijah, ki bodo spremenile barvo cvetov, če bomo prst, v kateri raste, potrosili z apnom (Zbašnik, 2003).



Slika 6: Barva indikatorja v bazičnem (levo) in kislem (desno)



Slika 7: Fotografija indikatorjev A) indikatorjev B) v kislem C) v bazičnem D) inicialke raziskovalk

Ob koncu je mama v posnetku zlila skupaj raztopini sode bikarbone (natrijev hidrogenkarbonat) in kisa (etanojska kislina).

Potekla je reakcija nevtralizacije med natrijevim hidrogenkarbonatom in etanojsko kislino. Pri reakciji se sprošča plin ogljikov dioksid.



## Viri

- Duden leksikon. (2004). *Kemija*. Tržič: Učila.
- Glažar, S. A., Godec, A., Vrtačnik, M. in Wissiak Grm. K S. (2009). *Moja prva kemija 1*. Ljubljana: Modrijan.
- Graunar, M., Podlipnik, M. in Mirnik J. (2016). *Kemija danes 2*. Učbenik za kemijo v 9. razredu osnovne šole. Ljubljana: DZS.
- Lazarini, F. in Brenčič, J. (1989). *Splošna in anorganska kemija*. Ljubljana: DZS.
- Ryan, L. (2000). *Kemija. Preproste razlage kemijskih pojavov*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- Smrdu, A. (2012). *Od atoma do molekule. Učbenik za kemijo v 8.razredu osnovne šole*. Ljubljana: Založništvo Jutro.
- Wissiak Grm, K. S. in Devetak, I. (2013). *Kemija in snov. Teoretične osnove Kemije materialov k navodilom za vaje*. El. Knjiga. Ljubljana: Pedagoška fakulteta.
- Zbašnik, I. et al. (2003): *Kemija, Učbenik za 9. razred*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije

# KRISTALI V DOMAČI KUHINJI

*Jana Bastič, Jakob Brglez*  
*Mentorica: mag. Anita Povše*  
*Osnovna šola GUSTAVA ŠILIHA VELENJE*

## Povzetek

S pomočjo kisa za vlaganje (9-odstotna očetna kislina) in sode bikarbone lahko pripravimo raztopino natrijevega acetata. Ta lahko tvori kristale natrijevega acetata, če v raztopino dodamo jedro oz. zrnce soli, okoli katere se tvorijo kristali. Tvorba kristalov natrijevega acetata je izredno eksotermen proces.

## Posnetek poskusa

<https://youtu.be/IO-lq0l-oJ8>

## Teoretske osnove

Natrijev acetat ( $\text{CH}_3\text{COONa} \times 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2$ ) je natrijeva sol očetne kisline. Ta brezbarvna topljiva sol ima širok spekter uporabe in predstavlja eno izmed bolj poznanih organskih snovi natrija. Zavzema trdno agregatno stanje v obliki malih kristalov (Wikipedia).

Natrijev acetat se prav tako uporablja pri grelnih blazinah, ročnih grelnikih in za vroči led. Natrijev acetat trihidrat se stali pri  $58,4\text{ }^\circ\text{C}$ . Ko jo segrevamo čez mejo tališča in nato ohladimo, postane vodna raztopina prenasočena. Snov se lahko ohladi na sobno temperaturo brez tvorjenja kristalov (Wikipedia). Z dodajanjem kristalov soli v raztopino sprožimo eksotermno kristalizacijo v trdno stanje. Pri tem se sprosti med 264 in 289 kJ/kg toplote. Proces je reverzibilen, saj lahko s segrevanjem kristalov ponovno dobimo nasičeno raztopino.

## Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"><li>– kis za vlaganje (9-odstotni <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math>)</li><li>– soda bikarbona (<math>\text{NaHCO}_3</math>)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– čaša (250 mL)</li><li>– steklena palčka</li><li>– posoda za kuhanje</li><li>– tehtnica</li></ul>

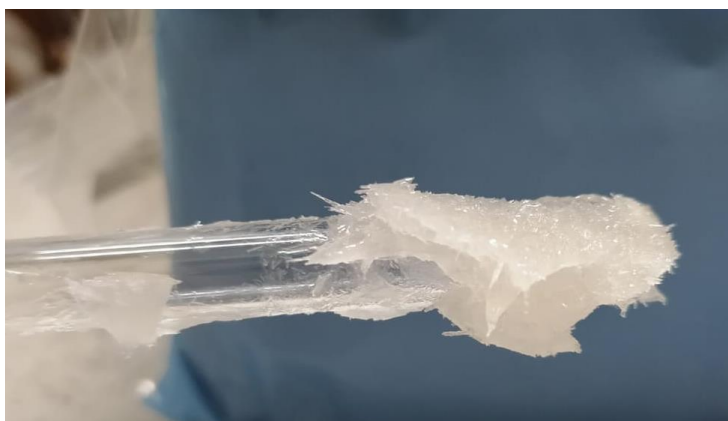
## Opis dela

V posodo vlijemo 1 liter kisa za vlaganje in dodamo 70 gramov sode bikarbone. Dobro premešamo in kuhamo na zmernem ognju eno uro, da večino vode izpari. Preostanek vlijemo v čašo. Pustimo, da se ohladi na sobno temperaturo. S palčko podrgnemo po robu ali dnu posode, v kateri smo kuhali kis in sodo bikarbono. Nato palčko pomočimo v čašo in opazujemo tvorbo kristalov.

## Slikovni prikaz poskusa



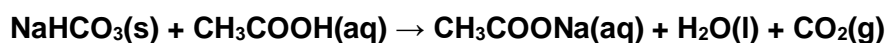
Slika 1: Vrenje kisa in sode bikarbone (Foto J. Bastič)



Slika 2: Kristali natrijevega acetata (Foto J. Brglez)

## Razlaga poskusa

S sodo bikarbono poteče reakcija nevtralizacije očetne kisline. Pri reakciji dobimo sol – natrijev acetat, vodo in ogljikov dioksid.



Raztopino natrijevega acetata segrevamo, da izpari čim več vode. Tako dobimo nasičeno raztopino natrijevega acetata. Če v takšno ohlajeno nasičeno raztopino dodamo zrnce soli natrijevega acetata, se bodo okoli tega zrna začeli tvoriti kristali. Njihova tvorba je eksotermna, zato moramo biti previdni, saj se čaša segreje.

### **Viri**

Wikipedia: Natrijev acetat

[https://sl.wikipedia.org/wiki/Natrijev\\_acetat](https://sl.wikipedia.org/wiki/Natrijev_acetat)

Vinokur, J. Hot Ice, Sodium Acetate. Discovery Channel

<https://www.youtube.com/watch?v=DnuKHnpS2-M>

## MODRI PLAMEN

Vid Kodrič, Val Povalej in Marko Strniša

Mentorica: Petra Škofic Valjavec

Osnovna šola Vižmarje Brod

### Povzetek

V kemijskem poskusu pri gorenju vodika nastane modri plamen. Pri poskusu v reakciji med klorovodikovo kislino in bakrovim sulfatom nastaneta bakrov(II) klorid in žveplova(VI) kislina. Ko dodamo aluminijevo folijo, aluminij reagira s kislino in tvori sol ter plin vodik ( $H_2$ ). Ko plin vodik prižgemo, zgori z modrim plamenom, ki ga obarvajo bakrovi ioni.

### Posnetek poskusa

<https://youtu.be/UbUYiujRQ6A>

### Teoretske osnove

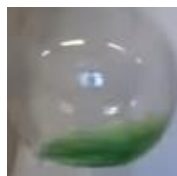
V poskusu modri plamen pride do dveh kemijskih sprememb oziroma reakcij. Pri prvi reakciji reagirata bakrov sulfat pentahidrat s formulo  $CuSO_4 \times 5H_2O$  in klorovodikova kislina (HCl). Nastaneta bakrov(II) klorid ( $CuCl_2$ ) in žveplova(VI) kislina ( $H_2SO_4$ ).

Pri drugi reakciji pa gre za nevtralizacijsko reakcijo med žveplovo(VI) kislino in aluminijasto folijo (Al). Pri tej reakciji nastaneta aluminijev(VI) sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ) in plin vodik ( $H_2$ ).

Bakrov sulfat pentahidrat je bakrova sol žveplove kisline z modro barvo. Imenujemo ga tudi modra galica. Uporablja se pri barvanju in galvanizaciji. Uporablja pa se tudi v bordojski brozgi, ki uničuje plesen na sadju in zelenjavi.

Klorovodikova kislina ali z drugim imenom solna kislina je raztopina plina vodikovega klorida v vodi. Uporablja se za odstranjevanje vodnega kamna, saj reagira z bazičnim kalcijevim karbonatom v vodnem kamnu.

Nastali bakrov(II) klorid raztopini daje značilno zeleno barvo, ki jo povzročijo bakrovi  $2+$  ioni, kar prikazuje slika 1. Baker pri tem tvori kompleksni ion s formulo  $[CuCl_4]^{2-}$ .



Slika 1: Zeleno obarvana zmes po reakciji med  $CuSO_4 \times 5H_2O$  in HCl

Zaradi zelene barve se v pirotehniko uporablja kot barvilo.



Žveplova(VI) kislina je oljnata, jedka brezbarvna tekočina. Koncentrirana je higroskopska, kar pomeni da veže voda. Je tudi močan oksidant. Razredčena reagira z določenimi kovinami in tvori kovinski sulfat in vodik.

Aluminij je element III. skupine periodnega sistema. Je najpogostejša kovina v zemeljski skorji. Aluminij je trd, lahek, plastičen, koven in dober prevodnik električnega toka ter toplote. Na zraku reagira s kisikom, reagira pa tudi s klorom in z razredčenimi kisljinami ter alkalijami.

Ko zmesi v bučki dodamo aluminij, ta v reakciji z žvepovo(VI) kislino izpodrine vodik in tvori sol aluminijev(VI) sulfat. Ta je trdna kristalinična bela snov, dobro topna v vodi. Z njim čistijo vodo in izdelujejo papir.

Vodik opazimo v obliki mehurčkov. Ko začne nastajati vodik, ga hitro prižgemo, saj je zelo lahek in hitro uide iz bučke. Goreči plin vodik počí, saj je v zmesi s kisikom v razmerju dva proti ena (pokalni plin), pri tem nastane voda. Goreči vodik pa ima modro barvo zaradi bakrovih ionov v raztopini. Tako dobimo MODRI PLAMEN.

### Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"> <li>– klorovodikova kislina (HCl)</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>– bakrov sulfat pentahidrat (<math>\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}</math>)</li> </ul>   <ul style="list-style-type: none"> <li>– aluminijasta folija (Al)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– bučka (500 mL)</li> <li>– laboratorijska žlička</li> <li>– urno stekelce</li> <li>– lesena trska</li> <li>– vžigalnik</li> <li>– tehcnica</li> </ul>

### Zaščitna oprema

Ker sta klorovodikova kislina (HCl) in modra galica ( $\text{CuSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ ) nevarni in jedki snovi, smo pri delu uporabili zaščitne rokavice, zaščitna očala ter zaščitno haljo.

### Opis dela

Za kemijski poskus modri plamen najprej pripravimo 500-mililitrsko bučko, klorovodikovo kislino, modro galico, laboratorijsko žličko, tehcnico, urno stekelce, leseno trsko in vžigalnik, kar prikazuje slika 2.

Nato na urno stekelce natehtamo 2,0 g modre galice.

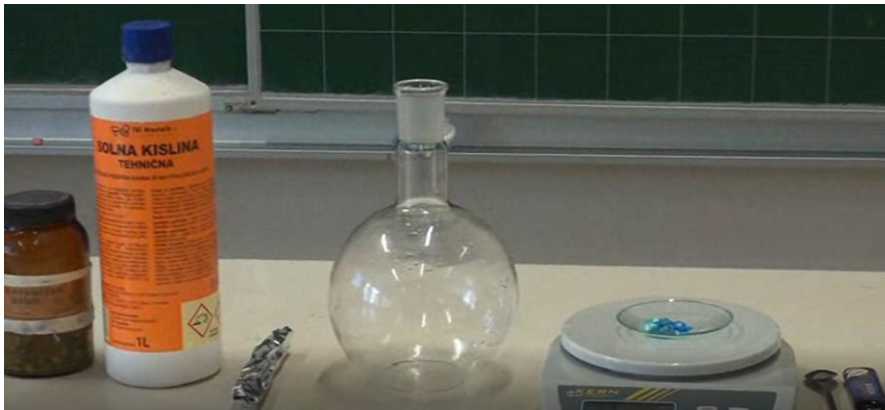
V bučko nalijemo klorovodikovo kislino in ji dodamo modro galico, kar prikazuje slika 3.

V tulec zvijemo aluminijasto folijo. V zmes v bučki vstavimo aluminijasto folijo in z vžigalnikom prižgemo leseno trsko.

Ko aluminijasta folija začne reagirati s klorovodikovo kislino in z žveplovo kislino, bučki približamo gorečo trsko in tako prižgemo plin vodik, ki nastaja v bučki. Ta zagori z modrim plamenom, kar prikazuje slika 4.

Ko končamo z eksperimentiranjem, vso opremo pomijemo in pospravimo. Zmes v bučki je reagirala z aluminijem in je delno nevtralizirana. Ostanek lahko razredčimo in zlijemo v odtok. Dodatna nevtralizacija ni potrebna.

### Slikovni prikaz poskusa



Slika 2: Pripomočki in kemikalije



Slika 3: Vlivanje klorovodikove kisline

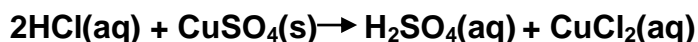


Slika 4: Gorenje vodika, modri plamen

## Razlaga poskusa

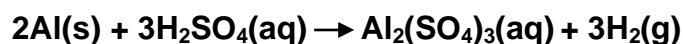
Ko klorovodikovi kislini (HCl) v bučki dodamo modro galico ( $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ), ti dve spojini med seboj reagirata in nastaneta žveplova(VI) kislina ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) in bakrov(II) klorid ( $\text{CuCl}_2$ ). Bakrov(II) klorid zmes v bučki obarva zeleno, kar povzročijo bakrovi ioni ( $\text{Cu}^{2+}$ ) ali kupri ioni.

Reakcija med modro galico in klorovodikovo kislino:



Ko zmesi v bučki dodamo aluminijasto folijo (Al), ta reagira z žveplovo(VI) kislino ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), pri tem pa nastaneta aluminijev(VI) sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) in plin vodik ( $\text{H}_2$ ).

Reakcija med aluminijasto folijo in žveplovo(VI) kislino:



Ko z gorečo trsko prižgemo nastali plin, počí, saj je v zmesi s kisikom iz zraka v razmerju dva proti ena (pokalni plin) in zagori z modrim plamenom. Plamen je moder, saj ga bakrovi  $2+$  ioni obarvajo s svojo značilno modro barvo.

## Viri

Wertheim, J. 2015. Slikovni priročnik: Kemija. 1. izd. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

Vrtačnik M. idr. 2019. Moja prva kemija: Učbenik za 8 in 9 razred osnovne šole. 2. izd. Ljubljana: Modrijan izobraževanje

*7 minutes of joy with Chemistry experiments.* [Video]. Youtube.  
<https://www.youtube.com/watch?v=uLp0NhNszQU>

## OBORINA JE IN JE NI

David Erhartič, Sebastjan Perovnik, Jakob Miklič

Mentor: Gregor Žitko

Osnovna šola Alojzija Šuštarja

### Povzetek

Soli bakrovih ionov so v vodi različno topne. Z dodajanjem vsakdanjih reagentov želimo pokazati, da lahko iz raztopine bakrovih ionov dobimo oborino in nato ponovno raztopino.

### Posnetek poskusa

<https://www.youtube.com/watch?v=v9-WvVpJ7b4>

### Teoretske osnove



Modra galica ( $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ) je znana in splošno uporabna spojina bakrovih (II) ionov. Spada med soli, ki so v vodi dobro topne. Razredčeno raztopino te spojine nekateri vrtničkarji uporabljajo za škropljenje.

Zanimalo nas je, kaj se zgodi, če modri galici dodamo jedilno sodo bikarbono, to je natrijev hidrogenkarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ). Ta reagent lahko kupimo v čisti obliki (jedilna soda), sicer pa se nahaja v pecilnem prašku kot glavna sestavina. V vodi je delno topen.

Če zmešamo raztopini obeh reagentov, se tvori oborina. Nastaja bakrov karbonat ( $\text{CuCO}_3$ ), ki je v vodi slabo topen.

Oborino lahko raztopimo z dodatkom kisa. Pri tej reakciji namreč pride do nastanka nove bakrove spojine, bakrovega acetata ( $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ), ki pa je v vodi dobro topna sol.

### Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"><li>– modra galica – bakrov sulfat pentahidrat (<math>\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}</math>)</li><li>– jedilna soda bikarbona – natrijev hidrogenkarbonat (<math>\text{NaHCO}_3</math>)</li><li>– apnica (nasičena raztopina <math>\text{Ca}(\text{OH})_2</math>)</li><li>– 9-odstotni alkoholni kis za vlaganje (<math>\text{CH}_3\text{COOH}</math>)</li></ul>  	<ul style="list-style-type: none"><li>– 2 čaši (200 mL)</li><li>– erlenmajerica s filtrirnim nastavkom</li><li>– široka epruveta</li><li>– žličke</li><li>– steklene palčke</li><li>– tehcnica</li></ul>

## Zaščitna oprema

Halja, rokavice.

## Opis dela

Najprej pripravimo 10-odstotno raztopino modre galice v vodi, tako da v čaši zmešamo 10 g modre galice in ji dodamo 90 mL vode, ter 8-odstotno vodno raztopino natrijevega hidrogenkarbonata (8 g jedilne sode ter 92 mL vode).

Raztopina modre galice je svetlo modre barve (slika 1). 40 mL te raztopine prelijemo v erlenmajerico s filtrirnim nastavkom, na katerega je nameščena cev, ki jo vodimo v epruveto z bistro raztopino apnice.

V erlenmajerico počasi dodamo 30 mL raztopine sode bikarbone. Erlenmajerico na vrhu zapremo in premešamo. Opazimo, da se tvori svetla oborina (slika 2) ter da nastaja plin, ki ga vodimo v raztopino apnice. Ta kmalu pomotni.

Odstranimo zamašek in raztopini oborine počasi dodajamo alkoholni kis (9-odstotno raztopino očetne kisline). Med dodajanjem kisa mešamo in opazujemo dogajanje v erlenmajerici. Po dodatku približno 20 mL kisa se oborina raztopi in kmalu dobimo bistro temno modro raztopino bakrovih ionov (slika 3).

\*Za primerjavo smo vzeli en del začetne raztopine modre galice ter en del končne raztopine bakrovega acetata in ju segreli v ločenih izparilnicah. Dobili smo dva različna trdna preostanka (slika 4).

## Slikovni prikaz poskusa



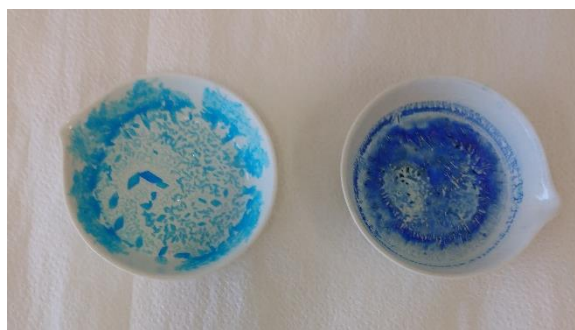
Slika 1: Raztopina modre galice (ni oborine)



Slika 2: Oborina – bakrov karbonat



Slika 3: Raztopina bakrovega acetata

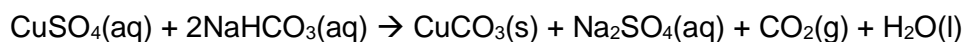


Slika 4: Bakrov sulfat (levo) in bakrov acetat (desno), kristalizirana iz raztopin.

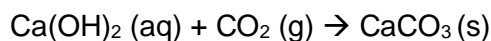
## Razlaga poskusa

Bakrov sulfat pentahidrat je v vodi dobro topen, natrijev hidrogenkarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) pa je delno topen v vodi.

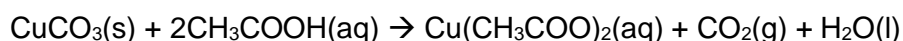
Ob mešanju omenjenih dveh raztopin nastane nova spojina bakrov karbonat ( $\text{CuCO}_3$ ), ki pa je slabo topen v vodi. To opazimo kot nastanek bele oborine. Poteče naslednja reakcija:



Ker pri reakciji kot stranski produkt nastaja tudi plin  $\text{CO}_2$ , lahko to dokažemo z uvajanjem plina v apnico, vodno raztopino kalcijevega hidroksida. Tvori se namreč slabo topen kalcijev karbonat, ki je slabo topen v vodi, zato apnica pomotni.



Po dodatku kisa se oborina v erlenmajerici raztopi. Ob prebitku kisa nastaja bakrov acetat, ki je v vodi topen v nasprotju z bakrovim karbonatom.



Raztopina teh ionov je temno modre barve.

## Viri

Smrdu, A. (2013). Od atoma do molekule. Učbenik za kemijo v 8. razredu. Ljubljana: Jutro.

Zbašnik Zabovnik, I., Ipavec, R., Režek Donev, N., Sajovic, I., Jamšek, S. (2003). Kemija 8. Učbenik za 8. razred devetletne osnovne šole. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije

Copper Sulfate Reacts With Baking Soda. <https://www.sciencesource.com/archive/Image/Copper-Sulfate-reacts-with-Baking-Soda-SS2712066.html>

Preparation of copper (II) ethanoate. [https://www.stem.org.uk/system/files/elibrary-resources/legacy\\_files\\_migrated/33799-PreparationofcopperIIethanoatstudent.pdf](https://www.stem.org.uk/system/files/elibrary-resources/legacy_files_migrated/33799-PreparationofcopperIIethanoatstudent.pdf)

# OD BARVNEGA KOMPLEKSA DO VNETLJIVE SUBSTANCE

Zala Jeseničnik, Julija Paska

Mentorica: Danica Grušovnik

Osnovna šola Neznanih talcev Dravograd

## Povzetek

V zelenih rastlinah nastaja pri procesu fotosinteze sladkor glukoza, iz katerega nato nastane škrob. To je naravni polisaharid, katerega prisotnost v listih lahko dokažemo z jodovico. Pri reakciji škroba z jodovico nastane značilno temno modro obarvanje zaradi nastanka škrob-trijodidnega kompleksa.

Ker je škrob organska snov, gori. S pomočjo njegovih drobnih delcev z veliko površino lahko izvedemo zelo atraktiven poskus gorenja.

## Posnetek poskusa

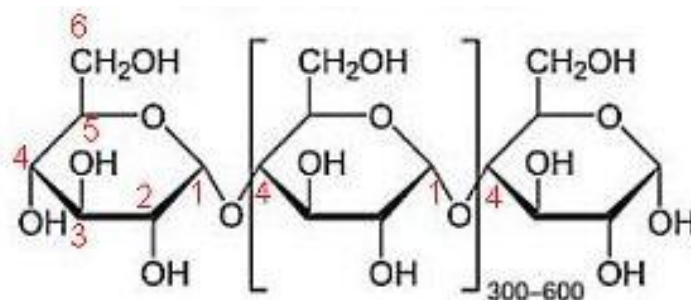
[https://youtu.be/Cw7\\_fWxxKU0](https://youtu.be/Cw7_fWxxKU0)

## Teoretske osnove

Škrob (lat. Amylum) spada v skupino kisikovih organskih spojin, imenovanih ogljikovi hidrati. Ti se delijo na monosaharide, oligosaharide in polisaharide oz. sestavljene sladkorje. Škrob je polisaharid, kar pomeni, da je sestavljen iz več sto enot glukoze. Te enote pa se lahko povezujejo na dva različna načina. Zato je škrob sestavljen iz amiloze in amilopektina (Goste, 2010).

Agregatno stanje škroba je trdno (s). V hladni vodi je netopen, pri segrevanju na 90 °C pa iz njega nastane škrobni klej. Škrob pridobivajo iz žita, pa tudi iz gomoljev in korenin različnih rastlin. Je skoraj brez okusa in ga zato uporabljajo kot vezivo v živilski industriji in kulinariki (<https://sl.wikipedia.org/wiki/%C5%A0krob>).

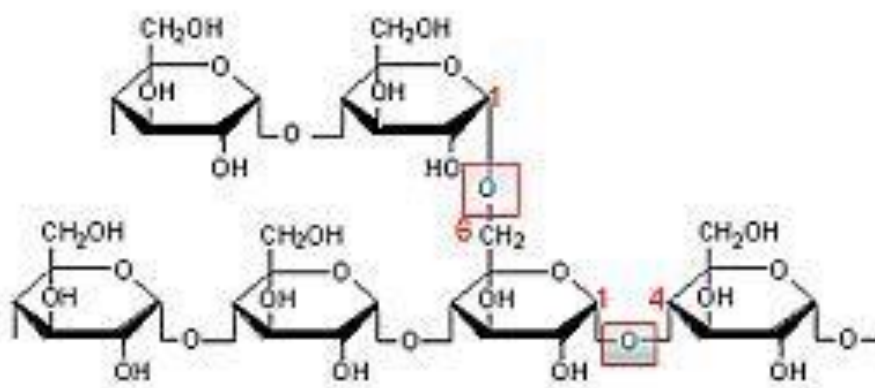
V amilozi je med seboj povezanih veliko enot glukoze, in sicer v nerazvejenih verigah (slika 1).



Slika 1: Amiloza

(Vir: <https://eucbeniki.sio.si/kemija9/1270/index5.html>)

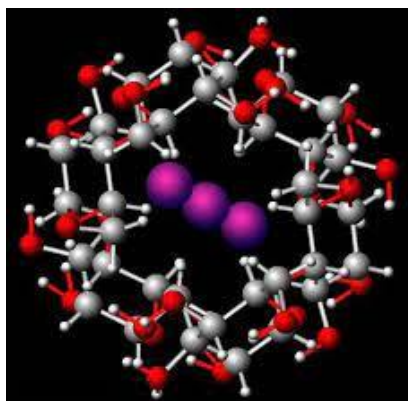
V amilopektinu (slika 2) je podobno kot pri amilozi med seboj povezanih veliko enot glukoze, a v razvejenih verigah. Molekule glukoze se med seboj povezujejo z etrsko R-O-R vezjo, (pri čemer -R predstavlja naslednjo glukozno enoto, slika 2) (<https://eucbeniki.sio.si/kemija9/1270/index5.html>).



Slika 2: Amilopektin

(Vir: <https://eucbeniki.sio.si/kemija9/1270/index5.html>)

Jodovica je vodna raztopina joda v kalijevem jodidu, pri čemer se tvorijo tako imenovani trijodidni ioni ( $I_3^-$ ). V prisotnosti škroba se trijodidni ion iz [jodovice](#) veže v [škrobovo](#) vijačnico, pri čemer nastane [kompleks](#) škrob-trijodidni ion ( $[I_3 \cdot \text{škrob}]^-$ ), ki je globoko modre barve, kot prikazuje slika 3 (<https://sl.wikipedia.org/wiki/Jod>).



Slika 3: Temnomoder barvni kompleks – škrob-trijodidni kompleks

(Vir: <https://core.ac.uk/download/pdf/198094554.pdf>)

V zelenih delih rastlin, v katerih je klorofil (zeleno barvilo), poteka zelo pomemben proces – izdelava hrane za rastlino. Za potek tega procesa so potrebni voda (H<sub>2</sub>O), ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>) in sončna svetloba. Rastline vodo z raztopljenimi mineralnimi snovmi črpajo iz tal, ogljikov dioksid dobijo v liste iz zraka, sončno svetlobo pa prejmejo v svetlem delu dneva. Pri fotosintezi nastane sladkor glukoza. Nastala glukoza se pozneje poveže v dolge verige amilopektina in amiloze, ki jih rastlina skladišči kot zaloge energije, potrebne za vse življenjske procese v njej. Kot stranski produkt pri procesu fotosinteze nastane tudi kisik, zaradi česar rastline oddajajo ta kisik tudi v ozračje (Goste, 2010).

<https://eucbeniki.sio.si/nit5/1338/index1.html>

## Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"> <li>– alkohol, 96 % (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zeleni listi rastline (zeleno beli pisani listi s področji brez klorofila)</li> <li>– 3 čaše (800 mL)</li> <li>– erlenmajerica (ali prahovka)</li> <li>– kapalke</li> <li>– 2 pinceti</li> <li>– 2 žlički</li> <li>– 2 električni plošči</li> <li>– špiritni gorilnik</li> <li>– plastična cev (dolžina 50 cm, premer 2,5 cm)</li> <li>– bele papirnate serviete</li> <li>– celulozni papir (za zamašek)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– jodovica (I<sup>3-</sup>)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– škrob</li> </ul>	

## Zaščitna oprema

Zaščitna očala, zaščitna halja in zaščitne rokavice (pri prvem delu poskusa).

## Opis dela

Prvi del poskusa: (dokaz, da je v zelenih delih lista škrob).

1. Izberemo ustrezen list rastline. Da je poskus zanimivejši, uporabimo zeleno bele liste s področji brez klorofila (slika 4).
2. List najprej 30 sekund kuhamo v vodi.
3. Nato ga pustimo vreti v alkoholu etanolu (na vodni kopeli), dokler se ne razbarva. Posodico z alkoholom zamašimo s celulozno vato, da se hlapi ne bi vneli. Postopek traja približno 10–15 minut (slika 5,6).
4. Tak razbarvan list nato za nekaj sekund pomočimo v vrelo vodo, da se zmehča. Na koncu ga pomočimo še v jodovico in na listu se pokaže značilno temno modro obarvanje (slika 7).

Drugi del poskusa: (dokaz, da je škrob vnetljiv).

5. Najprej si v plastično cev pripravimo nekaj žličk škroba.
6. Prižgemo špiritni gorilnik. Poskus izvedemo tako, da nad gorilnik usmerimo s škrobom napolnjeno cev in pihnemo. Nad gorilnikom se ustvari velik plamen ognja (slika 8).

## Slikovni prikaz poskusa



Slika 4: Belo zeleni listi (Foto: J. Paska)



Slika 5: Kuhanje lista v alkoholu  
(Foto: J. Paska)



Slika 6: Razbarvan list (Foto: J. Paska)



Slika 7: Značilno modro obarvanje lista  
(Foto: J. Paska)



Slika 8: Gorenje škroba (Foto: D. Grušovnik)

## Razlaga poskusa

Na belo zelenem listu so področja brez klorofila, kar pomeni, da na tem mestu ne poteka fotosinteza, posledično na tem mestu ni prisoten škrob. Na zeleno obarvanih delih lista pa fotosinteza (v prisotnosti svetlobe) poteka, zato je v teh delih lista škrob prisoten.

List smo najprej za kratek čas prekuhali v vodi, s tem smo poškodovali celične stene, zato je alkohol lažje vstopil v celice in raztopil klorofil. List se je razbarval. Ko smo razbarvan list potopili v jodovico, so trijodidni ioni reagirali z amilozo v škrobu in nastalo je značilno temno modro obarvanje, ki je posledica nastanka škrob-trijodidnega kompleksa. Področja na listu, ki so bila v osnovi bela (brez klorofila), se niso obarvala temno modro. S tem smo dokazali, da je v listih prisoten škrob, ampak le tam, kjer lahko nastaja, kjer je prisoten klorofil.

V drugem delu poskusa, kjer je osrednja snov še vedno škrob, pa smo na atraktiven način pokazali, da je škrob vnetljiva organska snov, če so le zagotovljeni ustrezni pogoji – dovolj majhni delci, ki imajo veliko površino, zadostna količina kisika in ustrezna aktivacijska energija. Zaradi tega je pri pihanju škroba čez plamen gorilnika škrob zagorel. Vsak drobn delček škroba se je vnel in zgorel do ogljikovega dioksida in vode.

## Viri

Škrob. Pridobljeno s <https://sl.wikipedia.org/wiki/%C5%A0krob>

Goste, D.(2010) *Škrob in rastline*. Raziskovalna naloga. <https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4201004584.pdf>

Zgradba škroba. <https://eucbeniki.sio.si/kemija9/1270/index5.html>.

Jod. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Jod>

Sliki 1,2: <https://eucbeniki.sio.si/kemija9/1270/index5.html>

Slika 3: Karnaš M.: *Spektrofotometrijska studija sustava škrob-trijodid*, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku: 2012.  
<https://repozitorij.kemija.unios.hr/islandora/object/kemos:7>

# OD GUMIJASTIH ČRVOV DO ODSTRANJEVALCEV TEŽKIH KOVIN IZ ODPADNIH VODA

Ana Dimitrijević, Doroteja Porenta, Ana Vesel

Mentorica: Violeta Stefanovik

OŠ Franceta Bevka, Ljubljana

## Povzetek

Idejo za poskus smo dobili ob zanimivem članku na spletu z naslovom Science and Gummy Worms, ki opisuje izdelavo užitnih gumijastih črvo iz dveh sestavin: kalcijevega klorida in natrijevega alginata. Oba se v živilski industriji uporabljata kot aditiva. Kalcijev klorid izboljša gostoto skute in poveča hrustljivost kislih kumaric. Natrijev alginat daje marmeladi pravo teksturo, kepica sladoleda pa ohrani svojo obliko.

Med prebiranjem člankov o natrijevem alginatu nas je presenetilo, da je dragocen tudi v ekološkem smislu. Je biorazgradljiv in nestrupen. Z njegovo pomočjo lahko odstranimo ione težkih kovin iz odpadnih voda.

Zato smo se odločili, da s poskusom preverimo, ali je mogoče s pomočjo natrijevega alginata odstraniti bakrove in kobaltove ione iz vodnih raztopin po eksperimentalnem delu pri pouku kemije.

Poskus smo razvrstili v dva sklopa:

- V prvem sklopu smo preizkusili »Zamreževanje polimernih enot natrijevega alginata s kalcijevimi ioni«,
- v drugem sklopu pa smo izvedli simulacijo» Odstranjevanja bakrovih in kobaltovih ionov iz njihovih vodnih raztopin.



Slika1: Vlakna kalcijev alginata ali Gumijasti črvi

## Posnetek poskusa

[https://youtu.be/P6LO\\_aE-Ulc](https://youtu.be/P6LO_aE-Ulc)

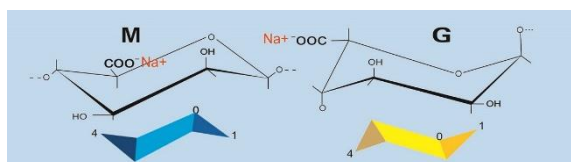
## Teoretske osnove

### Natrijev alginate

( $\text{NaC}_6\text{H}_7\text{O}_6$ ) je naravni polisaharid in derivat alginske kisline, ki ga pridobivamo iz rjavih morskih alg. Spada med linearne polimere, ki imajo izjemno sposobnost zadrževanja vode in povečujejo viskoznost vodnih raztopin. Je nestrupen, hidrofilen in biorazgradljiv. Ker gelira že pri nizkih temperaturah in je obstojen pri toplotni obdelavi, se uporablja kot zgoščevalec, stabilizator, emulgator in kot zaščitni premaz predpakiranega, rezanega sadja in zelenjave (Sciedirect, 2017).

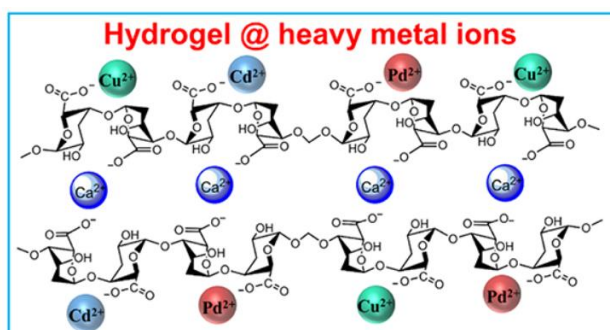
FAO / WHO potrjuje, da je alginat v živilih eden najvarnejših aditivov za živila, zato se zaradi edinstvenih lastnosti dodaja številnim vrstam živil, kot so sladoled, kisli mlečni napitki, preliv, instant rezanci, pivo (Foodadditives.net, 2020).

Če vodno raztopino natrijevega alginata brizgamo v raztopino z dvovalentnimi kovinskimi ioni, lahko izdelamo alginatna vlakna različne vpojnosti, kar s pridom izkorišča tekstilna industrija. Pri tem postopku prihaja do navzkrižnega povezovanja (zamreževanja) karboksilnih skupin s kovinskimi ioni v verigah polimera. Poleg vlaken na podoben način pridobivamo tudi hidrogelne s kovinskimi ioni, ki se zaradi porozne strukture in absorpcijske sposobnosti uporabljajo za obloge za rane v medicini (Sciedirect, 2017).



Slika 2: Natrijev alginat

Ker se je izkazalo, da imajo kovinski ioni različno stopnjo afinitete do alginata, so alginati uporabni tudi v postopku odstranjevanja in recikliranja težkih kovin iz odpadnih voda. Elementi s šibkejšo afiniteto do alginata lahko gelirajo le v višjih koncentracijah alginatov, tisti z višjo afiniteto pa v nižjih koncentracijah. Bakrovi  $\text{Cu}^{2+}$  ioni gelirajo v 0,25-odstotni raztopini alginata, kobaltovi  $\text{Co}^{2+}$  ioni pa v 0,5-odstotni raztopini (Nam, 2020).



Slika 3: Ioni težkih kovin v alginatnem polimeru

## Težke kovine

Anorganske snovi, kot so težke kovine, se v tleh pojavljajo tudi kot posledica rudarjenja in taljenja rude, industrije, prometa, kmetijstva, odlaganja odpadkov. Kmetijstvo prispeva z uporabo fitofarmaceutskih sredstev predvsem baker, z mineralnimi gnojili pa cink in kadmij. Industrija plastike prispeva kobalt, krom in kadmij. Izraz težke kovine se navadno uporablja za elemente, katerih specifična teža je večja od  $5 \text{ g/cm}^3$ , v tleh pa so zastopane v majhnih koncentracijah. Nekatere med njimi uvrščamo med mikro elemente, ki so v tleh nujno potrebni za rast rastlin (Co, Cu, Ni), v prevelikih koncentracijah pa so toksični tako za rastline kot za živali in človeka. V slovenski zakonodaji (Ur. l. RS 68/96) imamo za 10 kovin (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Zn) predpisane normativne vrednosti (Zupan 2007).




**Kalcijev klorid** ( $\text{CaCl}_2$ ) je kalcijeva sol klorovodikove kisline. Uporablja se za vzdrževanje ravni kalcija v vodi in kot sredstvo za sušenje, ki znižuje vlažnost zraka. Ker znižuje ledišče vode, se v zimskem času uporablja za posipanje cest in pločnikov. Ni strupen, pospešuje pa korozijo jekla in medenine (Sciencedirect, 2017).

**Bakrov sulfat** je trdna kristalična snov, ki je zdravju škodljiva pri zaužitju. Povzroča poškodbe oči in je strupena za vodne organizme. Kemična redukcija  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{aq})$  z uporabo vitamina C je nov in zelen pristop v procesu zmanjševanja vsebnost bakrovih soli v vodnem okolju (Kosanc, Razpet in Višnjei, 2019).

**Kobaltov klorid** ( $\text{CoCl}_2$ ) je spojina s kristalno strukturo, ki spremeni barvo kot odziv na vlago. Ko vlaga narašča, kobaltov klorid spremeni barvo iz nebesno modre v rožnato, zato je uporaben kot indikator vlažnosti v vremenskih instrumentih (Chlorine compaund, 2006).

**Natrijev hidrogenkarbonat** je okolju prijazen in neškodljiv. Zaradi svojo šibke bazičnosti (pH 8) se uporablja kot antacid, ki blaži želodčne težave (Vehovec, 2018). Z askorbinsko kislino tvori natrijev askorbat, ki se lahko uporablja pri proizvodnji prehranskih dopolnil (Kosanc, Razpet in Višnjei, 2019).

**L(+)-Askorbinska kislina (vitamin C)** je trdna kristalna snov. Hitro reagira z oksidativnimi snovmi in je biološko razgradljiva. Njena uporaba kot redukcijskega in zaščitnega sredstva je v procesu priprave bakrovih nanodelcev eden od najefektivnejših in okolju prijaznih postopkov (Kosanc, Razpet in Višnjei, 2019).

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"> <li>– vodna raztopina bakrovega (II) sulfata (VI) pentahidrata <math>\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}</math></li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 3 plastenke z ozkim izlivom</li> <li>– 4 širše steklene posode</li> <li>– 4 manjši stekleni krožniki</li> <li>– 4 pincete</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– vodna raztopina kobaltovega (II) klorida <math>\text{CoCl}_2</math></li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 4 centrifugirke (50 mL) z zamaški</li> <li>– stojalo</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– vodna raztopina kalcijevega klorida (<math>\text{CaCl}_2</math>)</li> </ul> 	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– natrijev alginat (jedilni) E-401, Samson Kamnik</li> <li>– vodna raztopina askorbinske kisline (vitamin C) <math>\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6</math></li> <li>– destilirana voda</li> </ul>	



Slika 4: Reagenti so pripravljene, čas je za poskus.

## Opis dela

### 1. Priprava vodnih raztopin reagentov:

- vodna raztopina natrijevega alginata ( $C_6H_9NaO_7$ ) 2 %: 8 g ( $C_6H_8O_6$ )<sub>n</sub> na 400 mL vodne raztopine,
- vodna raztopina kalcijevega klorida  $CaCl_2(aq)$ , 0,1 M: 2 g  $CaCl_2$  na 200 mL vodne raztopine,
- vodna raztopina bakrovega sulfata  $CuSO_4(aq)$ , 0,05 M: 2,5 g  $CuSO_4 \times 5H_2O$  na 200 mL vodne raztopine,
- vodna raztopina kobaltovega klorida  $CoCl_2(aq)$ , 0,05 M: 2 g  $CoCl_2 \times 2H_2O$  na 200 mL vodne raztopine,
- vodna raztopina  $NaHCO_3(aq)$ , nasičena : 10 g  $NaHCO_3$  pri 20 °C 200 mL na 200 mL vodne raztopine
- askorbinske kisline: 3 g  $C_6H_8O_6$  (oz. šest 500 mg tablet vitamina C).

### 2. Varnost pri delu

Upoštevamo navodila varnega eksperimentiranja: pred pripravo reagentov in izvedbo poskusa se zaščitimo s haljo, z varnostnimi očali in rokavicami.

Pravilno odstranjevanje in ločevanje odpadkov:

Viskozne raztopine natrijevega alginata ne zlivamo v odtoke (trde voda vsebuje  $Ca^{2+}$  ione, ki lahko povzročijo nastanek v vodi netopnega kalcijevega alginata, ki lahko zamaši odtočne cevi). Izdelke iz polimernih gelov lahko odstranimo med bioodpadke, ker so biorazgradljivi in nestrupeni.

Odpadne snovi, ki vsebujejo  $Cu^{2+}$  in  $Co^{2+}$  ione, hranimo v posebni posodi in jih pozneje uporabimo pri poskusih obarjalnih reakcij ( $Cu^{2+}$  ione) ali indikatorjih vlage ( $Co^{2+}$  ione). Bakrove ione lahko ločimo iz raztopine tudi z absorpcijo s pomočjo naribane in posušene limonine lupine.

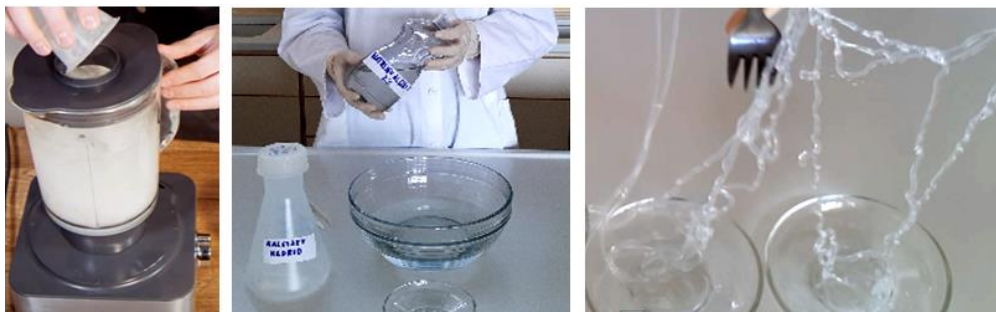
### 3. Potek poskusa

Pred izvedbo poskusa v dveh sklopih si pripravimo:

- 3 platenke z ozkim izlivom, v katerih hranimo viskozno raztopino natrijevega alginata,
- viskozno raztopino natrijevega alginata, pri kateri moramo biti pozorni na sam postopek mešanja; natrijev alginat, ki je v obliki prahu, moramo previdno in počasi dodajati vodi pri zelo visoki hitrosti z uporabo električnega mešalnika (blenderja) približno 20 minut, nasprotnem primeru se tvorijo grudice, alginat pa se težje raztopi; viskozno raztopino hranimo čez noč v hladilniku,
- zmes vodnih raztopin bakrovega sulfata in kalcijevega klorid v razmerju 1 : 1 (200 mL),
- tablete C-vitamina (3 epruvete, v vsaki dve uprašeni 500-miligramski tableti),
- pomožne pripomočke: 4 širše steklene posode (ali čaše ali kristalizirke), 4 manjše steklene krožnike (ali urna stekla), 4 pincete, 4 centrifugirke (50 mL) z zamaški, stojalo.

Prvi sklop: Zamreževanje polimernih enot s kalcijevimi  $\text{Ca}^{2+}$  ioni

V stekleno posodo z vodno raztopino kalcijevega klorida stiskamo viskozno raztopno natrijevega alginata. Ko plastenko stisnemo, moramo viskozno raztopino alginata enakomerno in s krožnimi gibi dodajati vodni raztopini kalcijevega klorida. Sprva ne opazimo sprememb. Ko pa s pinceto zaokrožimo po zmesi, se nanjo ujamejo dolga, prosojna vlakna, podobna gumijastim črvom. Vlakna so čvrsta, a prožna. S pinceto jih odstranimo na manjši steklen krožnik. Lahko jih speremo z vodo, saj v vodi niso topna.

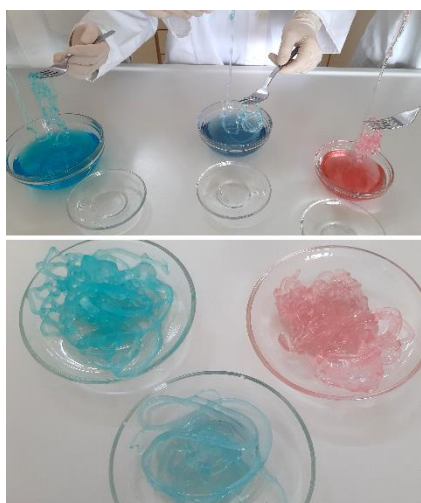


Slika 5: »Od priprave natrijevega alginata do gumijstih črvov kalcijevega alginata

Drugi sklop: Odstranjevanja bakrovih in kobaltovih ionov iz njunih vodnih raztopin

Simulacija odstranjevanja ionov težkih kovin iz treh raztopin: raztopine  $\text{Cu}^{2+}$  ionov, raztopine  $\text{Co}^{2+}$  ionov in iz zmesi vodne raztopine  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^{2+}$  (v razmerju 1 : 1)

Viskozno raztopno natrijevega alginata brizgamo v steklene posode z vodno raztopino kobaltovega klorida, bakrovega sulfata in v zmes kobaltovega klorida in bakrovega sulfata. Ko plastenko stisnemo, moramo viskozno raztopino alginata brizgati enakomerno, v curku in s krožnimi gibi. Sprva ne opazimo sprememb. Ko pa s pinceto zaokrožimo po raztopinah, se nanjo ujamejo dolga vlakna, podobna gumijastim črvom. Vlakna s pinceto odstranimo na manjše steklene krožnike. Lahko jih speremo z vodo, saj v vodi niso topna.



Slika 6: Odstranjevanje  $\text{Cu}^{2+}$  in  $\text{Co}^{2+}$  ionov iz vodnih raztopin z natrijevim alginatom

Dokaz bakrovih ionov s C- vitaminom v »alginatnih vlaknih z ioni kovin« po namakanju v nasičeni raztopini natrijevega hidrogenkarbonata

Vlakna s steklenih krožnikov prestavimo v centrifugirke z nasičeno raztopino natrijevega hidrogenkarbonata. Centrifugirke zapremo in enakomerno, hitro stresamo eno minuto. Vsebino iz centrifugirke ponovno zlijemo na manjše krožnike in posujemo z uprašenim vitaminom C (na vsakega po dve 500-miligramski tableti). Opazujemo potek reakcije. Pozorni smo na spremembo barve, uhajanje plina, nastajanje oborine.



Slika 7: Namakanje alginatov težkih kovin v nasičeni raztopini jedilne sode

## Razlaga poskusa

V predstavljenih poskusih so izpostavljeni naravoslovni pojmi:

Polimeri so snovi, ki imajo dolge oz. velike molekule, zato jih imenujemo tudi makromolekule. Dolge molekule, ki v polimerih tvorijo med seboj prepletene verige, se zaradi dolžine verig zlahka raztegujejo. Lastnosti polimerov so odvisne od zgradbe (Graunar, 2016).

Polisaharidi so naravni kondenzacijski polimeri (Graunar, 2016).

Zamreževanje polimerov (cross-link): navzkrižno povezovanje kratkih polimerov v daljše polimere s kovinskimi ioni, ki viskozno raztopino spremenijo v gost gel.

### 1. sklop: Zamreževanje polimernih enot s kalcijevimi $\text{Ca}^{2+}$ ioni

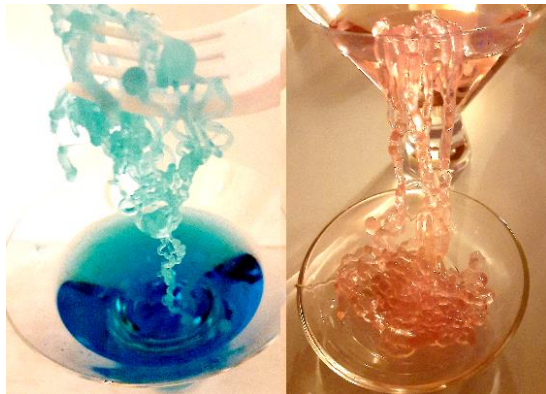
Ob dodajanju natrijevega alginata v raztopino kalcijevega klorida se polimer zamreži. Natrijeve ione  $\text{Na}^+$  v alginatu zamenjajo kalcijevimi ioni  $\text{Ca}^{2+}$  iz raztopine kalcijevega klorida  $\text{CaCl}_2$ . Kalcijevi  $\text{Ca}^{2+}$  ioni navzkrižno povežejo krajše polimere v daljše, ki viskozno raztopino natrijevega alginata spremenijo v gost ionski (ionotropni) gel kalcijevega alginata, ki je v vodi netopen. Zaradi enakomernega krožnega brizganja nastanejo dolga, prosojna in prožna, a čvrsta vlakna kalcijevega alginata.



Slika 8: Cross-link natrijevega alginata s  $\text{Ca}^{2+}$  ioni

Zamrežena vlakna bakrovega in kobaltovega alginata se med seboj razlikujejo po barvi (s kobaltovimi ioni so rožnata, z bakrovimi ioni so turkizno modra, vlakna iz zmesi kobaltovih in bakrovih ionov pa so modra). Vsa vlakna so čvrsta, razlikujejo pa se v prožnosti in debelini. Najbolj toga in tanka so vlakna iz raztopine z bakrovimi ioni, najmanj pa iz raztopine s kobaltovimi ioni.

Med geliranjem alginata v zmesi kovinskih ionov se bakrovi ioni verjetno hitreje vežejo na alginatni polimer, nastala vlakna somodrikasta in bolj toga. Ker sta bakrov in kobaltov ion približno enake velikosti, predvidevamo, da na hitrost zamreževanja vplivata večja afiniteta bakrovih ionov in koncentracija natrijevega alginata, ki je ugodnejša za bakrove ione.



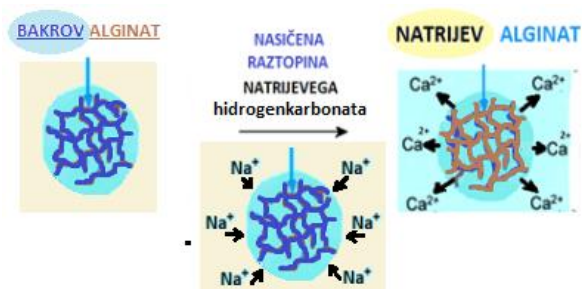
Slika 9: Bakrov in kobaltov alginat – vlakna

## 2. sklop: Odstranjevanja bakrovih in kobaltovih ionov iz njihovih vodnih raztopin

Simulacija odstranjevanja ionov težkih kovin iz treh raztopin: raztopine  $\text{Cu}^{2+}$  ionov, raztopine  $\text{Co}^{2+}$  ionov in iz zmesi vodne raztopine  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^{2+}$  (v razmerju 1 : 1)

Ko damo bakrov in kobaltov alginat v nasičeno raztopino natrijevega hidrogen karbonata, poteče izmenjava ionov. Natrijevi ioni zamenjajo kobaltove in bakrove ione (difuzija – prehod delcev z mesta višje koncentracije na mesto z nižjo koncentracijo).

Čez čas postane raztopina motna, vlakna začnejo razpadati, raztopne pa se obarvajo v barvi vlaken.



Slika 10: Zamenjava bakrovih ionov v alginatu z natrijevimi ioni v nasičeni raztopini

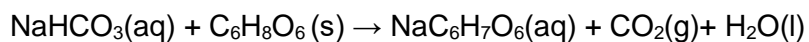
Raztopini, ki vsebujeta bakrove ione, postajata motni tudi zaradi ionske reakcije  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  ionov s  $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$  ioni, reakcijo spremlja tudi izhajanje plina  $\text{CO}_2$ . Nastaja mlečno modra suspenzija, saj so drobni kristalčki slabo topne soli razpršeni po celotni raztopini:



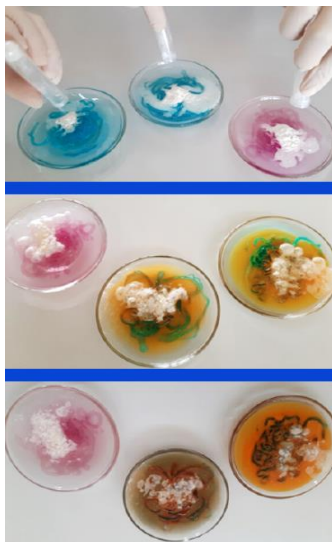
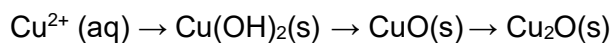
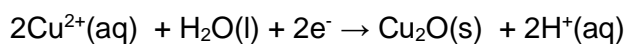
(Kosanc, Razpet in Višnjei, 2019)

Dokaz bakrovih ionov s C- vitaminom v »alginatnih vlaknih z ioni kovin« po namakanju v nasičeni raztopini natrijevega hidrogenkarbonata

Po dodatku C- vitamina najprej poteče reakcija nevtralizacije z natrijevim hidrogenkarbonatom, pri kateri se sprošča plin ogljikov dioksid.



Natrijev askorbat, ki pri reakciji nastaja, pa reducira bakrove  $\text{Cu}^{2+}$  ione do bakrovih 1+ ionov, kar je med reakcijo vidno v pestri paleti spreminjajočih barv od rumene, oranžno rjave do travnato zelene (Kosanc, Razpet in Višnjei, 2019):



Slika 11: Dokaz  $\text{Cu}^{2+}$  ionov s C- vitaminom

## Diskusija

Poskus **Od gumijastih črvov do odstranjevalcev težkih kovin iz odpadnih voda** je prikaz primera učenja z raziskovanjem, ki ga lahko v osnovni šoli vključimo tudi v učno vsebine, kot so Lastnost snovi in Topnost (vloga emulgatorja), Okljikvodiki in polimeri, Kisikove organske spojine in polisaharidi. Lahko jih vključimo v raziskovalne tabore, na katerih se proučuje onesnaženost voda. V srednji šoli pa so lahko motivacija za raziskovalno nalogo Parametri, ki vplivajo na ločevanje ionov težkih kovin iz odpadnih voda s pomočjo alginatov.



Slika 12: Rezultati in diskusija

## Viri

Alginate 【KIMICA】 English ver. (2015).

<https://www.youtube.com/watch?v=Shx57UFoFkc&feature=youtu.be>

[Calcium chloride Formula - Calcium chloride Uses, Properties, Structure and Formula.](#)  
Pridobljeno 7. 12 2020 s:

[https://www.softschools.com/formulas/chemistry/calcium\\_chloride\\_uses\\_properties\\_structure\\_formula/296/](https://www.softschools.com/formulas/chemistry/calcium_chloride_uses_properties_structure_formula/296/)

Cesa, I., Ed., Sodium Alginate Food Additives. Flinn ChemTopic™ Labs, Volume 21, Polymers; Flinn Scientific: Batavia, IL (2006). Pridobljeno 10. 10. 2020 s:

<https://www.flinnsci.com/sodium-alginate/dc91070/>

[Chlorine Compound of the Month: Cobalt Chloride: Colorful Moisture Detector \(2006\).](#)  
Pridobljeno 15. 11. 2001 s:

<https://chlorine.americanchemistry.com/Science-Center/Chlorine-Compound-of-the-Month-Library/Cobalt-Chloride-Colorful-Moisture-Detector/>

[Facts About Calcium Chloride \(Science direct, 2017\)](#)

<https://sciencing.com/calcium-chloride-5027277.html>

Graunar, M., Podlipnik, M., Mirnik, J., Gabrič, A., Slatinek Žigon, M. (2016). Kemija danes 2. Učbenik za kemijo v 9. razredu osnovne šole. Lastnosti polimerov so odvisne od zgradbe. 144-145 /164

Graunar, M., Modec, B., Dolenc, D., Gabrič, A., Slatinek-Žigon, M. (2016). Kemija danes 1. Učbenik za kemijo v 9. razredu osnovne šole. Ogljikovi hidrati. Polisaharidi. 87-89 /156..

[Kontraindikacije za kalcijev klorid. Škoda in koristi kalcijevega klorida. Clinicacasafranca. Pridobljeno 3. 11. 2020 s:](#)

<https://sl.clinica-casafranca.com/zachem-pit-hloristyj-kalcij.html>

Kosanc, M., Razpet, N., Višnjei Ž., in Stefanovik, V. (2019). Po korakih zelene kemije do ponovne uporabe odpadnih

Snovi v šolskem laboratoriju, V Orel, M., Jeran, M., (ur.), Z reakcijami v mavrični svet kemije Zbornik poskusov s tekmovanja iz kemijskih poskusov za osnovne šole, Kemijski poskus (81-89/135). Ljubljana: Gimnazija Moste.

[Lee, K. \(2015\) Science and Gummy Worms. Eat it now or eat it later. Pridobljeno 2. 10 2020 s:](#)

<https://eatitnoworeatitlater.com/2015/08/01/science-and-gummy-worms/>

[Nam, J., The Separation of Metal Ion from Heavy Metal Ion Mixture by "Alginate-Liquid Filter" \(2020\). Columbia Junior Science Journal page 5. Pridobljeno 2. 2. 2021 s:](#)

<https://static1.squarespace.com/static/56243822e4b0007a000ea37e/t/5ecc346dbb99ad6e8693bcc3/1590441086281/2020+CJSJ+Journal.pdf>

[Sodium alginate. Sciencedirect. \(2017\) Pridobljeno 12. 10. 2001 s:](#)

<https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/sodium-alginate>

[Varnostni list. Kobaltov\(II\) klorid heksahidrat. \(2021\) Carl Roth. Pridobljeno 23. 2. 2021 s:](#)

[https://www.carlroth.com/downloads/sdb/sl/T/SDB\\_T889\\_SI\\_SL.pdf](https://www.carlroth.com/downloads/sdb/sl/T/SDB_T889_SI_SL.pdf)

[Varnostni list. Bakrov sulfat pentahidrat. \(2019\). Carl Roth. Pridobljeno 23. 2. 2021 s:](#)

[https://www.carlroth.com/downloads/sdb/sl/P/SDB\\_P025\\_SI\\_SL.pdf](https://www.carlroth.com/downloads/sdb/sl/P/SDB_P025_SI_SL.pdf)

Vehovec, E., Malneršič, D. in Stefanovik, V. (2018). Tri muhe na en mah, V M. Orel (ur.), Z ionskimi reakcijami v mavrični svet kemije, Zbornik poskusov s tekmovanja iz kemijskih poskusov za osnovne šole, Kemijski poskus (86–92/104). Ljubljana: Gimnazija Moste.

[What is Sodium Alginate \(E401\) in food? Properties, Uses, Safety. \(2020\)](#)

<https://foodadditives.net/thickeners/sodium-alginate/>

[Zupan, M., Grčman, H., Lobnik, F., \(2007\). Raziskave onesnaženosti tal Slovenije. Agencija republike Slovenije za okolje. Center za pedologijo in varstvo okolja. Pridobljeni 15 2. 2021](#)

<https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/ARSO/Tla/Publikacija-Raziskave-onesnazenosti-tal-Slovenije-1989-2007.pdf>

## Slike

Slika 1: »Vlakna kalcijev alginata ali « Gumijasti črvi« (Prirejeno po »About alginate«: <https://kimica-algin.com/>)

Slika 2: »Natrijev alginat« (Prirejeno po: Sodium alginat: [http://www.bmsg.com/app/Public/editor/attached/image/20160518/20160518124721\\_48680.jpg](http://www.bmsg.com/app/Public/editor/attached/image/20160518/20160518124721_48680.jpg))

Slika 3: »Ioni težkih kovin v alginatnem polimeru« (Prirejeno po: [https://www.frontiersin.org/files/Articles/516539/fchem-07-00905-HTML/image\\_m/fchem-07-00905-g001.jpg](https://www.frontiersin.org/files/Articles/516539/fchem-07-00905-HTML/image_m/fchem-07-00905-g001.jpg))

Slika 4: »Reagenti so pripravljene, čas je za poskus«, Stefanovik, V.

Slika 5: »Od priprave natrijevega alginata do »gumijstih črvov« kalcijevega alginata«, Stefanovik V.

Slika 6: »Odstranjevanje  $\text{Cu}^{2+}$  in  $\text{Co}^{2+}$  ionov iz vodnih raztopin z natrijevim alginatom«, Stefanovik, V.

Slika 7: Namakanje alginatov težkih kovin v nasičeni raztopini jedilne sode«, Stefanovik, V.

Slika 8: »Cross-link« natrijevega alginata s  $\text{Ca}^{2+}$  ioni«, (Prirejeno po: [https://www.frontiersin.org/files/Articles/516539/fchem-07-00905-HTML/image\\_m/fchem-07-00905-g001.jpg](https://www.frontiersin.org/files/Articles/516539/fchem-07-00905-HTML/image_m/fchem-07-00905-g001.jpg))

Slika 9: »Bakrov in kobaltov alginat- vlakna«, Stefanovik, V.

Slika 10: »Zamenjava bakrovih ionov v alginatu z natrijevimi ioni v nasičeni raztopini«, (Prirejeno po »About alginate«: <https://pubs.rsc.org/en/Image/Get?imageInfo.ImageType=GA&imageInfo.ImageIdentifier.ManuscriptID=C003918G&imageInfo.ImageIdentifier.Year=2010>)

Slika 11: »Dokaz  $\text{Cu}^{2+}$  ionov s C vitaminom«, Stefanovik, V.

Kako se obnaša gel iz kalcijevega alginata v nasičeni vodni raztopini natrijevega klorida, Stefanovik, V.

Slika 12: »Rezultati in diskusija«, Stefanovik, V.

# OD NARAVNIH POLIMEROV IZ RJAVIH ALG DO PRODUKTOV, KI USTREZAJO NAPREDNIM ZAHTEVAM MEDICINE IN FARMACIJE

Mark Iztok Lunder, Jernej Kušej

Mentorica: Violeta Stefanovik

OŠ Franceta Bevka, Ljubljana

## Povzetek

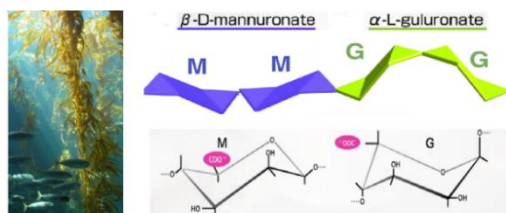
Ideja za naš poskus se je porodila po obisku zobne ordinacije, kjer pri izdelavi zobnih odtisov ustne votline uporabljajo naravni polimer natrijev alginat, ki ga pridobivajo iz različnih vrst rjavih alg. Med zobozdravniki je priljubljen zaradi sorazmerno nizke cene, je enostaven za obdelavo, pri jemanju odtisov pa je manj napak.

Med preučevanjem različnih člankov o natrijevem alginatu nas je presenetil širok spekter uporabe tega naravnega polimera:

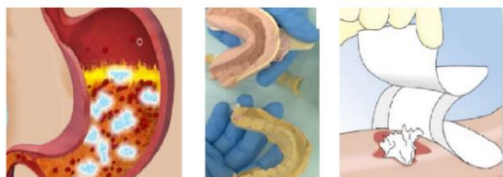
- v kozmetiki kot sredstvo za zgoščevanje in zadrževanje vlage,
- v medicini za obloge pri zdravljenju opeklin in ran z veliko izločka,
- v farmaciji za zdravila za lajšanje prebavnih težav in kapsule s hitrejšim sproščanjem zdravilnih učinkovin.

S serijo kratkih poskusov želimo predstaviti nekatere lastnosti natrijevega alginata, ki pomembno vplivajo na namen njegove uporabe.

Poskuse smo razvrstili v dva sklopa. V prvem sklopu z naslovom Značilne lastnosti natrijevega alginata smo preverili topnost, nabrekanje, viskoznost, termično obstojnost in sposobnost zamreževanja njegovih polimernih enot s kalcijevimi ioni. V drugem sklopu z naslovom Z natrijevim alginatom do alginatnih antacidov pa smo izvedli simulacijo pridobivanja suspenzije za lajšanje prebavnih težav, kot so refluks, dvigovanje želodčne kisline in zgaga.



OD ALGINATOV IZ RJAVIH ALG DO ALGINATNIH IZDELKOV,  
KI USTREZAJO NAPREDNIM ZAHTEVAM MEDICINE IN FARMACIJE.



## Posnetek poskusa

<https://youtu.be/YTwDITWCZpE>

## Teoretske osnove

**Natrijev alginat** je natrijeva sol alginata, naravnega polimera, ki ga pridobivajo iz rjavih alg. Je anionski polisaharid, sestavljen iz dveh oblik manuronske kisline (M in G), ki tvorijo tri vrste polimernih odsekov. Zaradi karboksilnih skupin v enotah M in G, ki omogočajo enostavno izmenjavo ionov, lahko reagirajo z več vrstami kationov, kar povzroči spremembe lastnosti in funkcionalnosti alginatov. Posledično imajo alginati širok spekter uporabe kot sredstvo za zgoščevanje, emulgacijo, želirno sredstvo in disperzijski stabilizator. Zato je nepogrešljiv v živilski industriji in proizvodnji kozmetike. Pomembno vlogo ima tudi v medicini in farmaciji za zdravljenje akutnih ali kroničnih ran z veliko izločka in prebavnih težav. Sposobnost zamreževanja njegovih polimernih verig s kovinskimi ioni mu omogoča dragoceno izdelavo hidrogelov za enkapsulacijo celic. Prodaja se kot blede rumenkasto rjav prah brez vonja in okusa. Z vodo tvori viskozno koloidno raztopino; netopen je v alkoholu, etru in kloroformu (Chemical book, 2019). Splošen zapis formule:  $C_6H_9NaO_7$  (Sodium alginate, 2021).

**Kalcijev klorid** je higroskopna sol, ki se lahko uporablja kot sušilno sredstvo, saj lahko zniža vlažnost zraka v okolici snovi, ki je v stiku z zrakom. Uporablja se kot konzervans v nekaterih živilih (sir, kisle kumarice), kot dodatek energijskim pijačam, ki jih uporabljajo športniki. Znižuje zmrzišče vode, zato se uporablja kot sol za soljenje cest v zimskem času. Pospešuje pa tudi sušenje betona (WARBLETONCOUNCIL, 2018).

**Natrijev hidrogenkarbonat** je okolju prijazen in neškodljiv. Zaradi svojo šibke bazičnosti (pH 8) se uporablja kot antacid, ki blaži želodčne težave (Vehovec, 2018). Z askorbinsko kislino tvori natrijev askorbat, ki se lahko uporablja pri proizvodnji prehranskih dopolnil (Uredba Komisije (ES) št. 1170/2009).



**Kalcijev karbonat** ali tudi apnenec se v farmaciji uporablja kot dodatek antacidom, ker nevtralizira odvečno želodčno kislino. Uporablja se tudi za nevtralizacijo kislih dimnih plinov ali kislih odplak, ker je razmeroma poceni reagent. Kalcijev karbonat mora biti za nevtralizacije drobno zmlet, da je reakcijska površina čim večja. Apnenec ali apno stresajo tudi v reke in jezera, kjer je zaradi kislega dežja preveč kisline in prenizek pH (npr. manj kot 3,5). V kmetijstvu stresajo po njivah drobno zmlet apnenec ali apno, da se zmanjša kislost prsti (Kemija v šoli in družbi Slovarček 2021).

**Agar agar** je želatinast polisaharid, pridobljen iz rdečih alg. Agar se uporablja za geliranje številnih prehranskih izdelkov, kot so pudingi, sladice, žele bomboni, juhe, omake in drugo. Je priljubljena vegetarijanska alternativa želatini (Goodxnews.com, 2021).

**Želatina** je narejena iz živalskih kosti, kože in vezivnega tkiva.

**Antacidni alginat** vsebuje natrijev alginat in karbonate (kalcijev karbonat, natrijev karbonat). Ko pride v stik s kislim pH v želodcu, natrijev alginat (naravni polimer, pridobljen iz rjavih alg) tvori gel. Medtem karbonati sprostijo ogljikov dioksid, ki omogoči gelu, da se dvigne in tvori čep, ki predstavlja fizično pregrado, ki prepreči refluks (dviganje) želodčnega soka v požiralnik. Poleg tega natrijev hidrogenkarbonat pomaga zniževati kislost v želodcu (Reflustat, 2016).

## Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"> <li>– vodna raztopina citronske kisline</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 2 plastenki z ozkim izlivom</li> <li>– ponev</li> <li>– električni kuhalnik</li> <li>– električni grelnik vode</li> <li>– širša steklena posoda (odporna na segrevanje)</li> <li>– silikonski model</li> <li>– širša čaša ali kristalizirka</li> <li>– injekcijska brizga</li> <li>– manjši steklen krožnik</li> <li>– šampiljka</li> <li>– laboratorijsko stojalo</li> <li>– nož</li> <li>– manjša zajemalka</li> <li>– manjše cedilo</li> </ul>
 <ul style="list-style-type: none"> <li>– vodna raztopina kalcijevega klorida <math>\text{CaCl}_2</math></li> </ul>	
 <ul style="list-style-type: none"> <li>– vodna raztopina natrijevega klorida <math>\text{NaCl}</math> – nasičena</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– natrijev alginat (jedilni) E-401, Samson Kamnik</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– natrijev alginat (dentalni)</li> <li>– kalcijev karbonat</li> </ul>	



Slika 2: Agar agar, želatina, destilirana voda, suspenzija alginatni antacid (zmes natrijevega alginata, kalcijevega karbonata, natrijevega hidrogenkarbonata in vode), vodna raztopina barvila rdečega zelja

## Opis dela

Priprava vodnih raztopin reagentov:

- vodna raztopina natrijevega alginata (formula alginata  $C_6H_8O_6$ )<sub>n</sub>(aq), formula enote natrijevega alginata  $C_6H_9NaO_7$ ) 2 %: 8 g  $(C_6H_8O_6)_n$  na 400 mL vodne raztopine,
- vodna raztopina citronske kisline  $C_6H_8O_7$  (aq): 20 g  $C_6H_8O_7$  na 400 mL vodne raztopine (pH 2),
- vodna raztopina kalcijevega klorida  $CaCl_2$ (aq), 0,1 M: 14,7 g  $CaCl_2$  na 100 mL vodne raztopine,
- nasičena vodna raztopina NaCl (aq), nasičena: 36 g  $NaHCO_3$  na 100 g vodne raztopine,
- alginatnatni antacid, suspenzija: 2 g  $(C_6H_8O_6)_n$ (s) + 8 g  $NaHCO_3$ (s) + 12 g  $CaCO_3$ (s) na 300 mL vodne raztopine,
- Agar agar  $C_{14}H_{24}O_9$ (aq): 20 g na 100 ml vodne raztopine (potek priprave po navodilu proizvajalca),
- Želatina  $C_{102}H_{51}N_{31}O_{39}$  (aq): 20 g na 100 ml vodne raztopine (potek priprave po navodilu proizvajalca).

## Varnost pri delu

Upoštevam navodila varnega eksperimentiranja: pred pripravo reagentov in izvedbo poskusa se zaščitimo s haljo, z varnostnimi očali in rokavicami.

Pravilno odstranjevanje in ločevanje odpadkov:

Viskozne raztopine natrijevega alginata ne zlivamo v odtok (trde voda vsebuje  $Ca^{2+}$  ione, ki lahko povzročijo nastanek v vodi netopnega kalcijevega alginata, ki lahko zamaši odtočne cevi). Izdelke iz polimernih gelov v tem poskusu lahko odstranimo med bioodpadke, ker so biorazgradljivi in nestrupeni.

## Potek poskusa

Pred izvedbo serije poskusov si pripravimo:

2 plastenki z ozkim izlivom, v eni hranimo viskozno raztopino natrijevega alginata, v drugi pa suspenzijo antacidnega alginata.

Po dva primera gel-izdelkov iz želatine, iz Agar agarja in iz natrijevega alginata, ki smo jih oblikovali z vlivanjem v silikonske modele in jih čez noč hranili v hladilniku.



Slika 3

Pri pripravi viskozne raztopine natrijevega alginata moramo biti pozorni na sam postopek mešanja. Natrijev alginat, ki je v obliki prahu, moramo previdno in počasi dodajati vodi pri zelo visoki hitrosti z uporabo električnega mešalnika (blenderja) približno 20 minut. V nasprotnem primeru se tvorijo grudice, alginat pa se težje raztopi. Viskozno raztopino hranimo čez noč v hladilniku.

Alginatni antacid (suspenzija): upoštevati moramo pravilno razmerje komponent, ki jih moramo po mešanju v plastenki močno stresati 5 minut, da se komponente enakomerno zmešajo.

Zmes vodnih raztopin citronske kisline in kalcijevega klorida v razmerju 1 : 1 (200 mL), ki jo hranimo v širši čaši ali kristalizirki.



Slika 4

#### 1. sklop: Značilne lastnosti natrijevega alginata

Topnost in viskoznost:

V širšo čašo nalijemo vodo. Vanjo sočasno in enakomerno prelivamo viskozni raztopini natrijevega alginata (jedilni in dentalni) in opazujemo hitrost pretoka tekočin. Opazimo, da je raztopina dentalnega alginata bolj viskozna od jedilnega alginata.

Gel izdelki in toplotna odpornost:

Gel izdelki, ki smo jih predhodno pripravili iz agar agarja, želatine in alginata, se med seboj razlikujejo po trdoti. Če jih enakomerno tresemo, opazimo, da je alginatni najčvrstejši in najkompaktnější, iz želatine pa najmanj. Če jih damo v stekleno posodo in prelijemo z vročo vodo iz električnega grelnika, opazimo, da se želatina takoj raztali. Agar agar in alginat pa je treba segrevati v ponvi na višji temperaturi na električnem štedilniku.

Agar agar začne hitro spreminjati obliko, natrijev alginat pa ostane povsem nespremenjen.

Iz natrijevega alginata in vode v razmerju 1 : 1 z enakomernim in hitrim mešanjem pripravimo pastozno zmes in vanjo s štipaljško naredimo odtis (simulacija zobnega odtisa). Že po 5 minutah se pastozna zmes spremeni v čvrsto in gelu podobno strukturo, ki jo zlahka odstranimo iz modela. V njej opazimo natančen odtis štipaljške.



Slika 5



Slika 6

Zamreževanje polimernih enot s kalcijevimi  $\text{Ca}^{2+}$  ioni v kisli raztopini:

V kristalizirko z zmesjo citronske kisline in kalcijevega klorida počasi vlivamo kaplje viskozne raztopne dentalnega natrijevega alginata. Opazimo nastanek kroglic (sfer), ki se hitro dvignejo na površje. Kroglice zajamemo s cedilom in jih speremo z vodo. Kroglice so čvrste, a prožne in se v vodi ne topijo.



Slika 7

2. sklop: Z natrijevim alginatom do alginatnega antacida

Simulacija pridobivanja suspenzije za lajšanje prebavnih težav, kot so: refluks, dvigovanje želodčne kisline in zgaga.

Na stojalo postavimo stekleno bučko z ravnim dnom in ožjim, a daljšim vratom, v katero smo predhodno nalili 400 mL vodne raztopine citronske kisline. Dodamo 5 mL vodne raztopine barvila rdečega zelja. Barvilo v kisli raztopini spremeni barvo iz vijolične v rdečo.



Slika 8

Injekcijsko brizgo z vrha napolnimo s suspenzijo alginatnega gela in gel z enim neprekinjenim potiskom na bat stisnemo v bučko z vodno raztopino citronske kisline. Opazimo, da se na dnu bučke pojavijo oblike, ki spominjajo na zvite črve. Slišimo šumenje, opazimo pa tudi nastajanje mehurčkov plina in penjenje. Čez nekaj trenutkov opazimo v bučki živahno gibanje geliranega alginata, ki se v obliki »potujočih splavov« dvigujejo proti ustju bučke, kjer naredijo fizično zaporo nad gladini raztopine citronske kisline.

Ustju bučke približamo gorečo trsko, trska ugasne.



Slika 9

Ko se reakcija v bučki umiri, bučko nagnemo nad pripravljeno cedilo na stekleni posodi. Opazimo, da vsebina iz bučke le s težavo izteka. Bučko nekajkrat močno stresemo, da se iz nje izloči »alginatni splav«, ki ga prestrežemo na cedilu. »Alginatni splav«, ki je na otip čvrst, a prožen in spominja na porozno gobo, speremo z vodo.

### S kalcijevim alginatom do oblog za opekline in rane z veliko izločka

Simulacija delovanja oblog s kalcijevim alginatom

V širšo čašo ali kristalizirko z nasičeno vodno raztopino natrijevega klorida (slanica) dodamo 5 mL vodne raztopine barvila rdečega zelja. Barvilo v nevtralni raztopini ne spremeni barve, ostaja vijolično. V pripravljeno raztopino dodamo polovico »alginatnega splava«. Čez približno eno uro opazimo, da je »alginatni splav« razpadel na več delcev, slanica pa je postala bolj motna.



Slika 10

## Razlaga poskusa

V predstavljenih poskusih so izpostavljeni različni naravoslovni pojmi.

**Polimeri:** snovi, ki imajo dolge oz velike molekule, zato jih imenujemo tudi makromolekule. Dolge molekule, ki v polimerih tvorijo med seboj prepletene verige, se zaradi dolžine verig zlahka raztegujejo. Lastnosti polimerov so odvisne od zgradbe (Graunar, 2016).

**Polisaharidi:** so naravni kondenzacijski polimeri (Graunar, 2016).

### Zamreževanje polimerov:

**Antacidi:** so zdravila, ki zmanjšujejo kislost želodčnega soka. Nekateri vsebujejo učinkovine, kot so kalcijev in magnezijev karbonat, drugi pa magnezijev in aluminijev hidroksid. S klorovodikovo kislino v želodcu tvorijo soli in tako nevtralizirajo kislino (Graunar, 2016).

## Prvi sklop »Značilne lastnosti natrijevega alginata«

Topnost in viskoznost:

Natrijev alginat, ki je v obliki praška, se ob hitrem mešanju v električnem mešalniku vodi dobro topi. Ko se v vodi raztopi, se vodi poveča viskoznost, nastane gladka viskozna raztopina. Viskoznost je lahko zelo različna, lahko je nizka kot pri vodi ali pa dosega visoko viskozno obliko gela. Odvisna je od molske mase in zgradbe alginata.

Gel izdelki in termična obstojnost:

Natrijev alginat je toplotno zelo obstojen. Njegovo tališče je višje od tališča agar agarja in še višje od tališča želatine. Zgornja meja tališča želatinskega gela je običajno manj kot 35 °C, tališče agar agar gela je 85 °C, tališče gela natrijevega alginata pa je nad 99 °C (Sodium alginate properties, 2019).

Zamreževanje polimernih enot s kalcijevimi  $\text{Ca}^{2+}$  ioni v kisli raztopini:

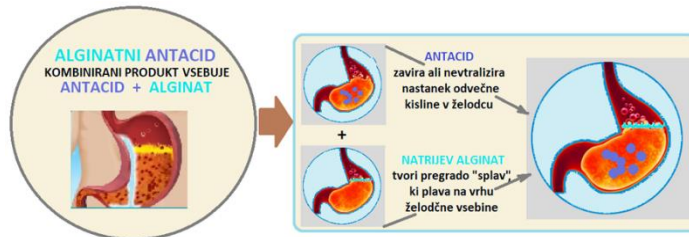
Ko viskozno vodno raztopino natrijevega alginata dodamo raztopini kalcijevega klorida, kalcijevi  $\text{Ca}^{2+}$  ioni takoj reagirajo z natrijevim alginatom. Poteče zamenjava natrijevih ionov  $\text{Na}^+$  v alginatu s kalcijevimi ioni  $\text{Ca}^{2+}$  iz vodne raztopine kalcijevega klorida  $\text{CaCl}_2$ , kar vodi do zamreževanja med polimernimi verigami. Čas, potreben za tvorbo gela, lahko nadziramo z nadzorom kalcijevih ionov. Pri reakciji nastaja kalcijev alginat, ki je v vodi netopen. Zaradi te lastnosti se alginat uporablja kot stabilizator, zgoščevalec in želirno sredstvo.

## Drugi sklop Z natrijevim alginatom do alginatnega antacida

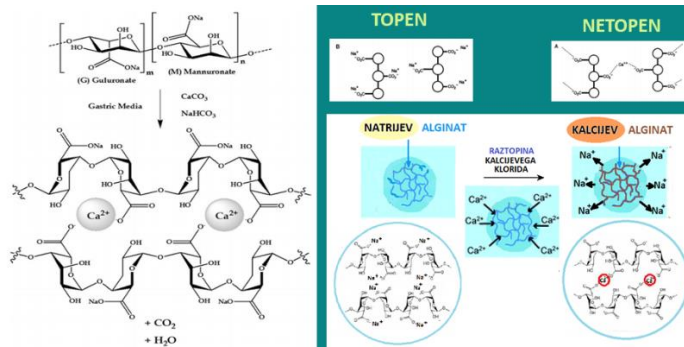
S pripravo suspenzije smo želeli simulirati učinek farmacevtskega izdelka za lajšanje prebavnih težav, kot so: refluks, dvigovanje želodčne kisline in zgaga. Ko pride suspenzija alginatnega antacida v stik s kislino, potone. Najprej poteče reakcija nevtralizacije med viškom želodčne kisline in kalcijevim karbonatom, ki ima antacidni učinek.



Ob tem se sproščajo kalcijevi ioni, ki z natrijevim alginatom oblikujejo netopni viskozni gel z nizko gostoto.

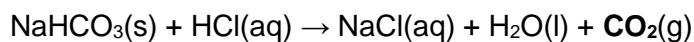


Slika 11



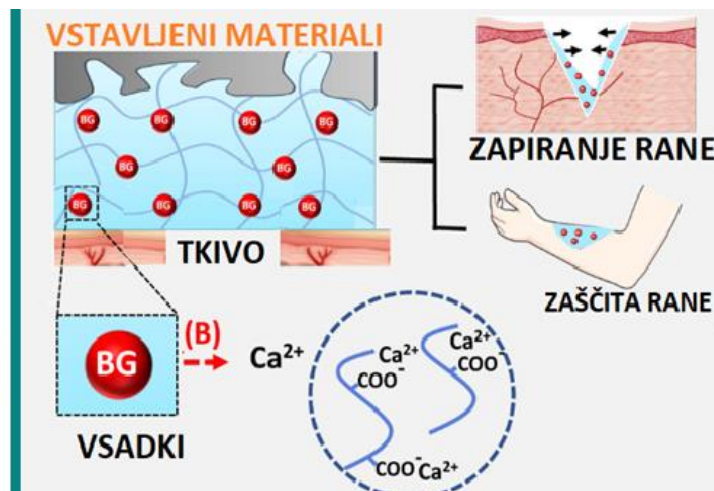
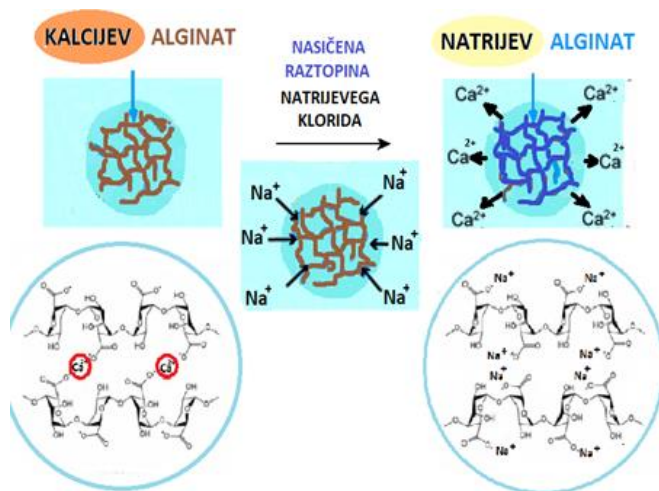
Slika 12

Antacidni učinek poveča tudi natrijev hidrogen karbonat, ki s kislino tvori dodatne količine plina ogljikovega dioksida. Mehurčki plina se ujamejo v viskozni gel in tvorijo živahen splav, ki potuje proti vrhu želodca in tvori fizično pregrado, ki preprečuje reflux želodčne vsebine v požiralnik.



### S kalcijevim alginatom do oblog za opekline in rane z veliko izločka

Z namakanjem »alginatnega splava« v nasičeni raztopini natrijevega klorida smo želeli simulirati delovanje oblog s kalcijevim alginatom, ki se uporabljajo pri zdravljenju opeklin in ran z veliko izločka. Ko tako oblogo pritrdimo na rano, pride do ionske izmenjave med kalcijevimi 2+ ioni v kalcijevem alginatu in natrijevimi Na 1+ ioni v izločku rane, pri čemer nastane topni gel, ki vzdržuje vlažno okolje rane in zadržuje bakterijsko okužbo.



Slika 13

## Diskusija

Serija kratkih poskusov – **Od naravnih polimerov iz rjavih alg do produktov, ki ustrezajo naprednim zahtevam medicine in farmacije** – je prikaz primera učenja z raziskovanjem, ki ga lahko v osnovni šoli vključimo tudi v učno vsebine, kot so Kisline, baze in soli (delovanje antacidov), Okljkvodiki in polimeri, Kisikove organske spojine in polisaharidi. Zaradi uporabe nestrupenega in biorazgradljivega natrijevega alginata in enostavnosti izvedbe so poskusi primerni tudi za skupinsko eksperimentalno delo. V srednji šoli je lahko izziv nadgradnja in priprava raziskovalne naloge Sproščanje zdravilnih učinkovin z alginatnimi sferami. Po mnenju nekaterih zobozdravnikov pa imajo pomembno vlogo pri raziskovanju aktivnih nosilcev zdravilnih učinkovin pri zdravljenju parodontoze.



Slika 14

## Viri

Graunar, M., Podlipnik, M., Mirnik, J., Gabrič, A., Slatinek Žigon, M. (2016). Kemija danes 2. Učbenik za kemijo v 9. razredu osnovne šole. Ogljikovi hidrati. Polisaharidi. 87–89 /156. Pridobljeno 10. 10. 2020 s:

<https://www.evedez.si/ListalnikCel?id=58#p=89>

Graunar, M., Modec, B., Dolenc, D., Gabrič, A., Slatinek-Žigon, M. (2016). Kemija danes 1. Učbenik za kemijo v 8. razredu osnovne šole. Lastnosti polimerov so odvisne od zgradbe. 144-145 /164. Pridobljeno 10. 10. 2020 s:

<https://www.evedez.si/ListalnikCel?id=46#p=16>

Svetič Š. (2014) Prikaz prirejenega sproščanja učinkovin z alginatnimi mikrosferami v šolskem laboratoriju. (Diplomsko delo, Pedagoška fakulteta). Pridobljeno 20. 1. 2021 s:

<http://pefprints.pef.uni-lj.si/2531/>

Gao L., Yanling Zhou Y., Peng, J., Xu, C., Xu Q., Min Xing, M., & Chang J. (2019) A novel dual-adhesive and bioactive hydrogel activated by bioglass for wound healing. NPG Asia Materials volume 11, Article number: 66 (2019)

<https://www.nature.com/articles/s41427-019-0168-0?proof=t>

About Alginate. KIMICA Corporation. Pridobljeno 5.3. 2021

<https://kimica-algin.com/alginate/about/>

Characteristics of Alginate "Gelation". KIMICA Corporation. [Pridobljeno 15.11. 2020](#)

<https://www.youtube.com/watch?v=luVw9m6q40o>

Alginate 【KIMICA】 English ver.

<https://www.youtube.com/watch?v=Shx57UFoFkc&feature=youtu.be>

Sodium Alginate: FLINN.

<https://www.youtube.com/watch?v=Zxa9guEVmus&feature=youtu.be>

Reflustat suspenzija. Navodilo za uporabo. [https://www.prvalekarna.com/i\\_230\\_reflustat-suspenzija](https://www.prvalekarna.com/i_230_reflustat-suspenzija)

Kalcijev klorid (CaCl<sub>2</sub>): zgradba uporaba in lastnosti. WARBLETONCOUNCIL 2018.

<https://sl.warbletoncouncil.org/cloruro-calcio-2265>

Kalcijev karbonat. Kemija v šoli in družbi. Slovarček. Biteks d.o.o. 2021

<https://kemija.net/slovarcek/286>

Kaj je Agar Agar . Goodxnews.com.

<https://sl.goodxnews.com/what-is-agar-agar-469930>

Chemical Book. Sodium Alginate. Pridobljeno 22. 12. 2020

[https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty\\_EN\\_cb0485676.htm](https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_cb0485676.htm)

Sodium alginate. Modify Date: 2021-01-29 18:34:36. Pridobljeno 25 1. 2021

<https://www.chemsrc.com/en/searchResult/sodium%2520alginate/>

## Slike:

Slika 1: Od alginata iz rjavih alg do izdelkov, ki ustrezajo izdelkom napredne medicine in farmacije (Prirejeno po »About alginate« <https://kimica-algin.com/>)

Slika 2: Pripomočki in kemikalije za pripravo viskoznih alginatnih raztopin, Stefanovik, V.

Slika 3: Agar agar, želatina in natrijev alginat, Stefanovik, V.

Slika 4: Priprava viskozne raztopine natrijevega alginata, Stefanovik, V.

Slika 5: Simulacija priprave alginatne mase za zobne odtise, Stefanovik V.

Slika 6: Gel izdelki in toplotna odpornost naravnih polimerov, Stefanovik, V.

Slika 7: Zamreževanje polimernih enot s kalcijevimi  $\text{Ca}^{2+}$  ioni v kisli raztopini, Stefanovik, V.

Slika 8: Citronska kislina in barvilo rdečega zelja kot simulacija želodčne kisline V. Stefanovik

Slika 9: Z natrijevim alginatom do alginatnega antacida, Stefanovik, V.

Slika 10: Kako se obnaša gel iz kalcijevega alginata v nasičeni vodni raztopini natrijevega klorida, Stefanovik, V.

Slika 11: Prikaz delovanja zmesi antacida in alginata v želodcu (Prirejeno po: »Alginates-peptest-940x675.png (940x675)

<https://www.peptest.co.uk/wp-content/uploads/2017/11/alginates-peptest-940x675.png>

Slika 12: Shematski prikaz delovanja antacidnega alginata. Prirejeno po <https://pubs.rsc.org/en/Image/Get?imageInfo.ImageType=GA&imageInfo.ImageIdentifier.ManuscriptID=C003918G&imageInfo.ImageIdentifier.Year=2010> in [https://www.researchgate.net/figure/Gelation-process-of-alginate-Alginate-dropped-from-an-air-droplet-generator-into-a-CaCl2\\_fig4\\_264826259](https://www.researchgate.net/figure/Gelation-process-of-alginate-Alginate-dropped-from-an-air-droplet-generator-into-a-CaCl2_fig4_264826259)

Slika 13: S kalcijevim alginatom do oblog za opekline in rane z veliko izločka, (Prirejeno po <https://www.nature.com/articles/s41427-019-0168-0?proof=t> in <https://pubs.rsc.org/en/Image/Get?imageInfo.ImageType=GA&imageInfo.ImageIdentifier.ManuscriptID=C003918G&imageInfo.ImageIdentifier.Year=2010>)

Slika 14: Mark, Jernej iščeta recept za alginatni antacid, Stefanovik, V.

# PENEČI KOKTAJL

Simon Fišer, Matija Pleško

Mentor: Gregor Žitko

Osnovna šola Alojzija Šuštarja

## Povzetek

Sproščanje ogljikovega dioksida v vodi (npr. iz šumeče tablete) povzroča nastanek mehurčkov, ki izhajajo iz vodne raztopine. Lahko pa jih v zmesi zadržimo, tako da dodamo snov, ki ima nižjo gostoto do vode in se z njo ne meša (npr. olje). Tako smo pripravili mešanico, ki smo jo poimenovali peneči koktajl.

## Posnetek poskusa

<https://youtu.be/EwN9tJDge-g>

## Teoretske osnove

Olje in voda sta snovi, ki se ne mešata med seboj in imata različno gostoto. Olje plava na vodi.

Šumeča tableta, ki vsebuje magnezijev karbonat ( $MgCO_3$ ), se v vodi raztaplja. Običajno v šumečih tabletah najdemo tudi citronsko kislino. V vodi karbonat in kislina reagirata, pri tem pa se sprošča  $CO_2$ , kar opazimo kot mehurčke.

Olje in voda ter z njim  $CO_2$  se ne mešata, zato lahko  $CO_2$  ostaja v posodi in penjenje lahko opazujemo dolgo časa.

Če želimo izhajanje mehurčkov bolje opazovati, lahko mešanici dodamo barvilo.  $CO_2$  bo namreč ostal v stiku za barvilom, ki se topi v vodi, ne bo pa izhajal iz čaše, ker je na vrhu olje, v katerem pa se  $CO_2$  ne topi in se z njim ne meša. Tako poskrbimo, da mehurčki trajajo dlje časa.

## Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
– čaj z okusom hibiskusa	– 2 visoki čaši (250 mL)
– olje	– 1 manjša čaša (50 mL)
– limonin sok	– terilnica s pestilom
– magnezijeva šumeča tableta	– kapalka

## Zaščitna oprema

Halja, zaščitne rokavice.

## Opis dela

V eni čaši namočimo čajno vrečko v 50 mL vode. Počakamo nekaj sekund, da čaj da od sebe barvo. Čajno raztopino nakisamo z dodatkom limoninega soka, saj bo v bolj kisli raztopini reakcija potekala burno. Nakisanje opazimo kot spremembo barve iz vijolične v rdečo.

V drugo čašo damo zdrobljeno šumečo tableto. Zdrobili smo jo zato, da bi nastajanje mehurčkov potekalo čim dlje in čim lepše. V čašo dodamo 100 mL olja. Šumeča tableta se z oljem ne meša, ko pa tej mešanici dodamo še vodno fazo, pride do reakcije, pri čemer se sprošča ogljikov dioksid. Mehurčki ostanejo znotraj čaše, saj jih olje zadržuje.

## Fotografije poskusa:



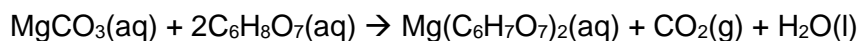
Slika 3: Reagenti in potrebščine za poskus



Slika 3 in 4: Penjenje se začne in traja ...

### Razlaga poskusa

Magnezijeva šumeča tableta vsebuje magnezijev karbonat in citronsko kislino. Ob stiku z vodo pride med njima do reakcije, sprošča se CO<sub>2</sub>.



Da bi mogli nastajanje mehurčkov bolje opazovati, smo namesto barvila uporabili kar hibiskusov čaj. Ta se rahlo razbarva, ko dodamo kislino. S tem tudi pospešimo nastajanje ogljikovega dioksida.

CO<sub>2</sub> je ostal v stiku za barvilom, ki se topi v vodi, ne pa tudi z oljem, zato ni izhajal iz čaše. Tako smo poskrbeli, da je proces tvorbe mehurčkov trajal dolgo časa.

### Viri

Smrdu, A. (2013) Od atoma do molekule. Učbenik za kemijo v 8. razredu. Ljubljana: Jutro.

Jeran, M., Opačak, T., Orel, M. (2016) Mehurčki, kemijski poskusi. Ljubljana

Lava lučka. <http://navihancki.si/lava-lucka/>

# POSKUS PLES MODRIH PLAMENOV

*Gašper Tori*

*Mentorica: Vida Krajnc*

*Osnovna šola Šmartno pri Litiji*

## **Povzetek:**

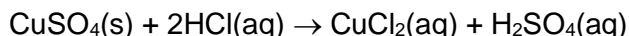
Pri poskusu ples modrih plamenov gre za ionske spojine. Klorovodikova kislina z modro galico izmenja ione – zaradi tega nastaneta bakrov klorid in žveplova kislina. Reakcija se imenuje dvojna disipilacija, torej gre za dvojno izpodrivanje ali izmenjavo ionov. Bistvo je, da dokažemo, da se pri poskusu sprošča vodik. S tem ko zmešamo klorovodikovo kislino in modro galico, pride do nove spojine, bakrovega kromata. Potem ko dodamo še zvitek aluminijaste folije in ko klorovodikova kislina razžre kovinski oksid okoli aluminija, se začne sproščati pokalni plin vodik. Ko zraven prižgemo ogenj, se plin vodik vžge in gori s svetlo modrim plamenom zato, ker pride v stik z ioni bakrovega klorida. Medtem ko se pri reakciji začne sproščati vodik, se sliši pokanje, ker vodik ob stiku s kisikom začne pokati. Zato vodik imenujemo pokalni plin. Na koncu se na gladini pojavi elementarni baker, ki se ga da dokazati tako, da se ga razmaže po papirju in opazi se kovinski sijaj.

## **Posnetek poskusa:**

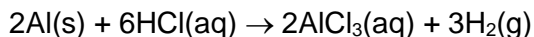
[https://youtu.be/ZfZD\\_cNOOV0](https://youtu.be/ZfZD_cNOOV0)

## **Teoretske osnove:**

Na začetku v merilni čašici odmerim 40 mL klorovodikove kisline in jo zlijem v stekleno posodo. Dodam bakrov sulfat (modro galico) in vse skupaj premešamo. Modra galica je modre barve, klorovodikova kislina pa je brezbarvna.





Nastane bakrov klorid in zaradi njega se spojina obarva zeleno. Ko spojini dodamo zvitek aluminija, pride do reakcije med kislino in kovinskim oksidom, ki ga kislina razžre in odstrani oksidirano plast iz aluminija. Nato pa pride do reakcije še med kislino in kovino (Al in HCl). Med reakcijo kisline in kovine se sprošča zelo vnetljiv plin vodik. Klorovodikova kislina aluminij preprosto razžre.



Nato tej stekleni posodi približamo ogenj. Vnetljivost vodika lahko uporabim v poskusu plamenske reakcije, saj ga bakrovi ioni iz bakrovega klorida obarvajo svetlo modro – tako dobimo plamensko reakcijo bakra. Bakrovi ioni pridejo v plin zaradi energije, ki se sprošča pri oddajanju vodika in pri njegovem gorenju. Vodik je pokalni plin, zato se med poskusom sliši pokanje.

Po koncu poskusa je treba poskrbeti za nevtralizacijo kisline in varno zavreči, kar ostane po poskusu.

## Potrebščine:

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"><li>– Klorovodikova kislina (HCl) </li><li>– Bakrov sulfat – modra galica (CuSO<sub>4</sub>) </li><li>– Zvitek aluminijaste folije (Al)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– bučka z ravnim dnom ali erlenmajerica</li><li>– merilni valj (100 mL)</li><li>– vžigalnik</li><li>– žlička</li></ul>

## Zaščitna oprema:

Zaščitna obleka, zaščitna očala, gumijaste rokavice, primerna delovna površina.

## Opis dela

Na začetku smo se oblekli v zaščitno obleko in si nadeli drugo zaščitno opremo. Poiskali smo primerno stekleno posodo za poskus. Ker nismo imeli bučke z ozkim vratom ali erlenmajerice, smo najprej vzeli ozko steklenico z ozkim vratom. Ko smo v njej izvedli poskus, se je reakcija zgodila pozneje in precej manj očitno. Ko smo ogenj približali vodik, je zelo počilo in za hip smo ugledali moder plamen, ki je švignil navzdol. Ta poskus ni bil v redu. Začeli smo razmišljati, kako bi plamen gorel dlje časa. Nato smo našli široko stekleno vazo z ravnim dnom, ki je imela obliko krogle. V tej vazi pa nam je poskus uspel. Že prej smo se odločili, da bomo zaradi varnosti poskus izvedel zunaj.

V merilno čašico smo odmerili 40 mililitrov 15–20-odstotne klorovodikove kisline (slika 1) in jo zlijali v čisto stekleno vazo z ravnim dnom. Nato smo dodali eno žličko in pol bakrovega sulfata (modra galica). Zmes smo premešali in nastal je bakrov kromat. Spojina se je obarvala zeleno. Aluminij smo zvalili v rolco in ga dali v spojino. Malce smo še premešali in klorovodikova kislina je razžrla kovinski oksid okoli aluminija. Nato se je zgodila kemijska reakcija in začel se je sproščati plin vodik. Videlo se je, kako gladina pri aluminijasti foliji začne vreti in v stekleni posodi se vse zadimi s svetlo sivim dimom. To je znak, da se je začel sproščati pokalni plin vodik. Pri prvem, poskusu z ozko steklenico, ki je bil neuspešen, smo slišali srednje glasno pokljanje, kajti ko vodik pride v stik s kisikom, začne pokljati. Potem smo nad stekleno posodo prižgali ogenj in vodik se je kmalu vžgal. Zaradi bakrovih ionov, ki so se sproščali zaradi energije, ki se je sproščala pri oddajanju vodika in njegovega gorenja, se je plamen obarval svetlo modro (slika 2). Ko pa je vodik pogorel, seveda pa ga je nekaj vmes ušlo v zrak, in je aluminij dokončno razpadel, se je na gladini pojavil elementarni baker. Da je to res baker, smo ugotovili zato, ker če ga razmažeš po papirju, pusti kovinski sijaj. Po končanem poskusu smo spojino varno zavrgli in očistili posodo. Vse druge kemikalije smo pospravili nazaj na varno mesto in jih zapečatili v originalno embalažo. Vse pripomočke, ki so bili v stiku s kemikalijami, sem prav tako očistili. Na koncu smo v smeti odvrgli gumijaste rokavice in zaščitno haljo dali v pranje.



Slika 1: klorovodikova kislina



Slika 2: modri plameni

## Razlaga poskusa

Uporaba kemikalij za ta poskus in kje jih najdemo v naravi:

Bakrov sulfat (modra galica): uporabljamo ga za zatiranje rdečega ožiga vinske trte in peronosporne vinske trte, zatiranja jablanovega raka in hruškovega ožiga v sadovnjakih, krompirjeve, paradižnikove in čebulne plesni ... V naravi ga najdemo kot redek mineral halkocianit.

Klorovodikova kislina: uporabljamo jo za čisto, saj razžira umazanijo, rjo, vodni kamen ..., pa tudi za proizvodnjo želatine, prehranskih dodatkov in pri proizvodnji usnja ... V naravi jo najdemo kot želodčno kislino.

Aluminij: uporabljamo ga za obrobe na hišah, pri proizvodnji avtomobilov, letal, ladij in lahkih tovornjakov, največja aluminija porabijo za embalažo za hrano. Ker je aluminij tudi dober električni prevodnik in je odporen na korozijo, se uporablja tudi v elektrotehniki. V naravi je najpogostejša kovina in tretji najpogostejši element na Zemlji.

Tekočina se obarva zeleno, ker pride do reakcije med modro galico in klorovodikovo kislino. Nastane nova spojina – bakrov kromat. Pri poskusu pride do izmenjave ionov. Bakrovi ioni pridejo v plin šele potem, ko se začne sproščati plin vodik. V plin pridejo zaradi energije, ki se je začela sproščati pri reakciji bakrovega kromata in aluminija, in tudi zaradi energije, ki se sprošča pri gorenju vodika. Zato plamen gori s svetlo modrim sijajem. Na koncu se na gladini pojavi še elementarni baker.

## Viri:

[http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/Dokumenti%5CDoc\\_1\\_MODRAGALICASCARMAGNAN.pdf](http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/Dokumenti%5CDoc_1_MODRAGALICASCARMAGNAN.pdf)

chatzida (2018). 7 minutes of joy with chemistry experiments [Video]. YouTube.  
<https://www.youtube.com/watch?v=uLp0NhNszQU>

<https://sl.uaft2404.org/5063-simple-experiment-blue-flame.html>

Slike:

Slika 1 <https://www.merkur.si/cistilo-tki-solna-kislina-tehnicna-1-l/>

Slika 2 <https://docplayer.si/157550331-Z-ionskimi-reakcijami-v-mavri%C4%8Dni-svet-kemije-zbornik-poskusov-s-tekmovanja-iz-kemijskih-poskusov-za-osnovne-%C5%A1ole-ljubljana.html>

## PLEŠOČI SEVERNI SIJ

*Brina Novak, Ela Retelj in Tija Žura*

*Mentorica: Mira Košiček*

*Osnovna šola Center*

### **Povzetek**

Svetlobo polarnega sija si lahko pričaramo kar doma. Vse kemikalije, ki jih potrebujemo, najdemo v običajnem gospodinjstvu. Bakrov sulfat pentahidrat ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) oz. modro galico uporabljamo kot fungicid za vinsko trto, sadno drevje in vrtnine. Aluminijska folija je nepogrešljiva za shranjevanje ostankov hrane. Klorovodikova kislina je sestavina čistil za vodni kamen in sredstev za zniževanje vrednosti pH v bazenih.

Ko reagirata Al in HCl, nastane vodik, sprošča se energija. Ob prisotnosti plamena vodik povzroči manjšo eksplozijo in zaradi prisotnosti bakrovih ionov zagori z modro zelenkastim plamenom.

### **Posnetek poskusa**

[https://youtu.be/UkLd\\_I6tp0s](https://youtu.be/UkLd_I6tp0s)



### **Teoretske osnove**

Vodik je pri sobnih pogojih brezbarven eksploziven plin, brez vonja in okusa. Zmesi čistega vodika in čistega kisika pri gorenju sevajo ultravijolično svetlobo, ki je s prostim očesom skoraj nevidna. Vodik v zmesi s kisikom v razmerju 2 : 1 tvori pokalni plin, zato ob stiku s plamenom slišimo pok.

Če se pri gorenju plamen različno obarva, lahko določimo, katere elemente vsebuje določena snov. Te reakcije imenujemo plamenske reakcije in jih največkrat uporabljamo za določanje prisotnosti ionov alkalijskih in zemeljskoalkalijskih kovin. Pri našem poskusu se obarva zeleno modro, kar nakazuje na prisotnost bakrovih ionov.

Ko atomi v plamenu oddajo energijo in preidejo na nižje energetske stanje, se energija lahko sprosti v obliki svetlobe. Različni atomi imajo različno visoke energetske stopnice med posameznimi stanji, zato je pri prehodu med dvema energetskima stanjema sproščena različna količina energije v obliki svetlobe, kar se kaže v različni barvi svetlobe. To pomeni, da različni elementi pri gorenju sproščajo svetlobo različnih barv. Ta pojav uporabimo v t. i. plamenski analizi, v kateri opazujemo, kako določena spojina obarva plamen in iz barve sklepamo na vrsto atomov v preučevani spojini.

## Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"><li>– aluminij (Al)</li><li>– bakrov sulfat pentahidrat (<math>\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}</math>) – modra galica</li></ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"></div> <ul style="list-style-type: none"><li>– 15-odstotna raztopina klorovodikove kisline (HCl)</li></ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"></div>	<ul style="list-style-type: none"><li>– erlenmajerica ali bučka</li><li>– vžigalnik</li><li>– žlička</li><li>– merilni valj</li></ul>

## Zaščitna oprema

Halja, zaščitna očala, rokavice.

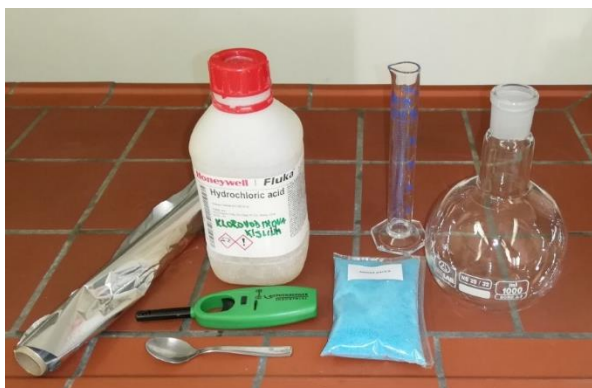
## Opis dela

Nadenemo si zaščitno opremo (halja, zaščitna očala in rokavice). Pripravimo bučko, 40 mL 15-odstotne raztopine klorovodikove kisline, žličko bakrovega sulfata pentahidrata in približno 10 cm širok kos aluminijaste folije, ki jo zvijemo v obliki valja.

V bučko zlijemo raztopino klorovodikove kisline, dodamo modro galico in premešamo. V erlenmajerico damo aluminijasto folijo.

Ko zaslišimo šumenje, vžigalnik postavimo nad vrat erlenmajerice in ga prižgemo. Zaslišimo pok, opazimo dim in modro zelen plamen, stene bučke se orosijo.

## Fotografiji poskusa



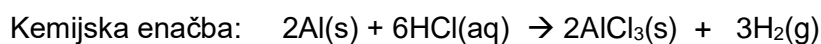
Slika 1: Pripomočki in kemikalije za izvedbo poskusa laboratoriju



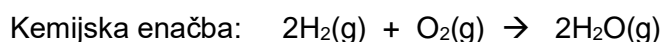
Slika 2: Severni sij v

## Razlaga poskusa

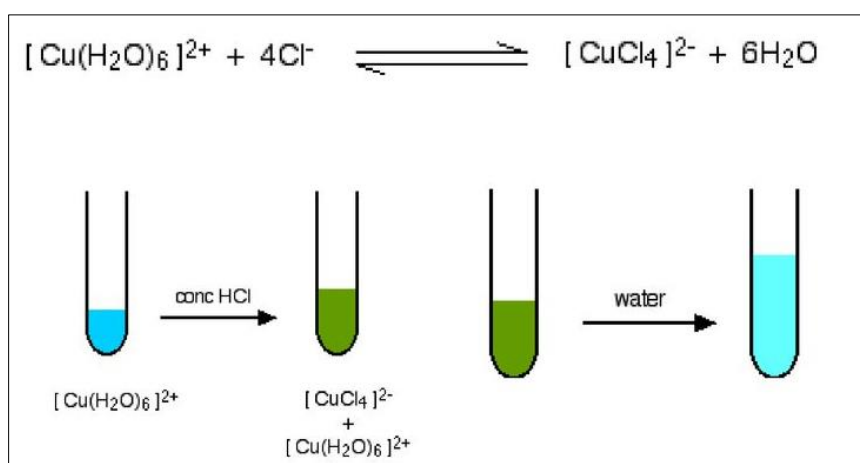
V poskusu aluminij (Al) in klorovodikova kislina (HCl) reagirata tako, da nastaneta vodik in toplota. Aluminij je zelo reaktiven element, ki izrine vodik iz molekule vodikovega klorida. V raztopini kisline nastaja molekularni vodik. Ta ni dobro topen, zato se združuje v mehurčke, ki se dvignejo na gladino raztopine. Slišimo šumenje.



Vodik je gorljiv in eksploziven plin. Ko približamo vžigalnik, povzročimo manjšo eksplozijo, nato pa plin zgori z modrim plamenom (slika 2).



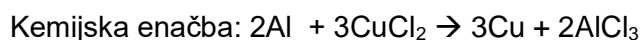
V poskusu s tretjim reaktantom obarvamo plamen vodika v zeleno barvo. V kislino pred dodatkom aluminija vmešamo bakrov sulfat pentahidrat ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Bakrov sulfat so kristali sinje modre barve. V vodni raztopini so prisotni  $\text{Cu}^{2+}$  in  $\text{SO}_4^{2-}$ , raztopina je obarvana modro. Če pa kristale zmešamo z raztopino klorovodikove kisline, nastanejo kompleksne spojine bakra 2+ in klora  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ , ki obarvajo raztopino modro zeleno.



Slika 3: Nastanek tetrakloridokupratnih(II) ionov in sprememba barve raztopine (Vir:

Pri pokanju vodikovih mehurčkov na gladini raztopine nad raztopino odnese tudi  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$  ione, ki plamen obarvajo modro zeleno. Elementi v plamenu sevajo svetlobo določene barve zaradi spremembe energetskega stanja atomov.

Reakciji aluminija s kislino in bakrovimi ioni potekata, dokler aluminijasta folija popolnoma ne reagira.



Na koncu v erlenmajerici ostane baker kot črna usedlina, aluminijev klorid pa je raztopljen v vodi.

## Viri

Chatzida (2018): *7 minutes of joy with Chemistry experiments* [Video].

Pridobljeno s: <https://youtu.be/uLp0NhNszQU>

Delo in varnost - LVII/2012/št. 6: Piktogrami o nevarnih kemičnih snoveh

[https://www.zvd.si/media/medialibrary/2016/11/Zavod\\_za\\_varstvo\\_pri\\_delu\\_RDV\\_06\\_2012\\_Piktogrami\\_o\\_NKS.pdf](https://www.zvd.si/media/medialibrary/2016/11/Zavod_za_varstvo_pri_delu_RDV_06_2012_Piktogrami_o_NKS.pdf)

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: *Uporaba modre galice na vrtu*.

[http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/Dokumenti%5CDoc\\_1\\_MODRAGALICASCARMAGNAN.pdf](http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/Dokumenti%5CDoc_1_MODRAGALICASCARMAGNAN.pdf)

Ferk Savec V., Glažar S., Smrdu A., Vrtačnik M., Zmazek B. (2014). *Kemija 2 i-učbenik za kemijo v 2. letniku gimnazije*. Pridobljeno s <https://eucbeniki.sio.si/kemija2/602/index1.html>

Helmenstine A. M. (2020). *Perform the flame test*. <https://www.thoughtco.com/perform-and-interpret-flame-tests-603740>

Kitabayashi S., Koga N., Nakano M., Nishikawa K. (2016). *Model Experiment of Thermal Runaway Reactions Using the Aluminum–Hydrochloric Acid Reaction*. *J. Chem Educ.* 2016, 93,7 1261-1266 <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.6b00150#>

MEL Science (2015-2021). *Aluminum foil Vs. Copper(II) sulfate*. <https://melscience.com/US-en/articles/battle-metals-experiment/>

Καλλιγένεια Βονόρτας K. (2018). *Colour of transition metal complexes*.

<https://slideplayer.com/slide/14310896/>

# RAZKRITI NATRIJEV KARBONAT

*Klara Piko*

*Mentorica: Mojca Dajčman*

*Osnovna šola Črna na Koroškem*

## Povzetek

Prikazali bomo reakcijo med raztopino kurkume ter raztopino natrijevega karbonata. Pri tem se spremeni barva iz oranžne v rdečo.

## Posnetek poskusa

<https://youtu.be/23RLarbch-A>

## Teoretske osnove

Naravni indikatorji so snovi, ki se ob stiku z bazo ali kislino obarvajo. To so snovi, s katerimi lahko ugotavljamo, ali je neka vodna raztopina snovi bazična, nevtralna ali pa kislina.

Kurkuma je rastlina, ki v svoji koreniki vsebuje rumeno barvilo – kurkumin.

Natrijev karbonat ali bolj znano kot soda se uporablja v gospodinjstvih, za pranje in mehčanje vode.

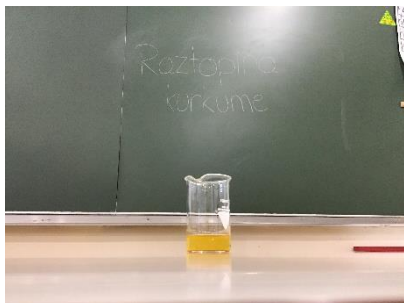
## Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
– raztopina kurkume	– čaša (500 mL)
– raztopina natrijevega karbonata	– čopič
	– kapalka
	– bel list

## Opis dela

V čaši smo zmešali raztopino natrijevega karbonata. S čopičem smo jo nanesli na bel papir ter pustili, da se posuši. Vmes smo pripravili raztopino kurkume in jo pozneje nanesla na papir. Nastala je rdeča sled.

## Slikovni prikaz poskusa



Slika 1: Raztopina kurkume

## Razlaga poskusa

V kurkumi se nahaja posebna snov, ki ji pravimo kurkumin. Ta se ob prisotnosti baze obarva rdeče. Natrijev karbonat pa je bazična snov. Snovem, ki se ob dotiku z bazo ali pa kislino obarvajo, pravimo naravni indikatorji. Zato se na listu vidi rdeča sled.

## Viri

*Mavrična kemija.* <http://ma-fi-ra.splet.ames.si/files/2018/03/Mavricna-kemija.pdf>

*Kemija. I-učbenik za kemijo v 8. razredu osnovne šole.*  
<https://eucbeniki.sio.si/kemija8/1228/index4.html>

*Natrijev karbonat.* [https://sl.wikipedia.org/wiki/Natrijev\\_karbonat](https://sl.wikipedia.org/wiki/Natrijev_karbonat)

## SEMAFOR

*Nik Medja, Lana Pajk in Lučka Tomažin*

*Mentorica: Darja Gašperšič*

*Osnovna šola Šmarjeta*

### **Povzetek**

Poskus prikazuje spreminjanje barve indikatorja indigo karmin v alkalni raztopini glukoze. Brezbarvni raztopini glukoze in natrijevega hidroksida dodamo modro raztopino indigo karmina in opazujemo spremembe barve iz modre v zeleno, rdečo in rumeno. Če raztopino pretresemo, se barve spremenijo v obratnem zaporedju od rumene do zelene.

### **Posnetek poskusa**

<https://youtu.be/eByJ4fthIYQ>

### **Teoretske osnove**

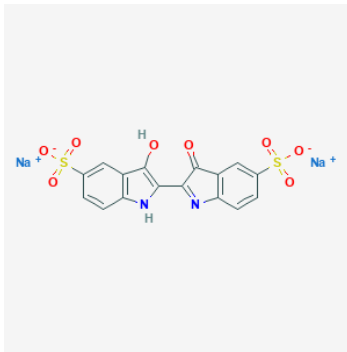
Indigofera tinctoria ali pravi indigo je manjši grm iz družine metuljnic (slika 1). Verjetno je doma na Kitajskem, v tropskih predelih Azije in Afrike, vendar natančna lokacija ni povsem jasna, ker ga gojijo že vsaj 6000 let. Ima pernatodeljene liste, vsakega sestavlja 4–7 parov lističev. Cvetovi so rožnati (Indigofera tinctoria, b. d.). Listi vsebujejo glikozid indikan, ki pod vplivom encimov in razredčenih kislin hidrolizira v glukozo in indoksil. Indoksil dimerizira in se hitro oksidira v indigotin (indigovo modrilo), ki je glavna sestavina barvila indiga (slika 3). Indikan v indigotin pretvarjajo s fermentacijo listov. Indigotin je temno moder, rdeče svetlikajoč prašek brez vonja in okusa, topen v nitrobenzenu, kloroformu in anilinu. Običajno je v topilih moder, v parafinu pa je rdeč. Obstojen je proti alkalijam in kislinam, zato dobro prenaša tudi pranje in svetlobo. Danes ga je pri barvanju tekstila izpodrinil sintetični indigo (Dorer 1971), ki ga pripravijo z uporabo anilina, formaldehida in cianida. Postopek okolju ni prijazen, zato uvajajo nove tehnologije sinteze, kjer v bioreaktorjih sodelujejo bakterije na substratu iz triptofana.

Poleg modrila so v listih prisotna še druga barvila – indigo rdeče in indigo rjavo. Po tem se naravni indigo razlikuje od sintetičnega.

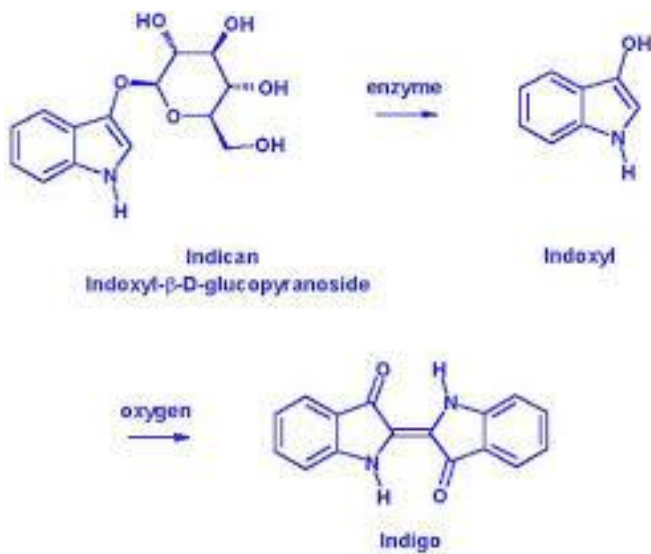
Indigo je, tako kot škrlat in klorofil, derivat pirola. S koncentrirano žveplovo kislino se pretvori v indigosulfonsko kislino. Njena raztopina je modra. Ta pa z natrijevim hidroksidom tvori oborino – indigo karmin (slika 2), ki se uporablja za obarvanje raznih prehranskih izdelkov (Prezelj, 1965). Ta aditiv ima oznako E 132. Pri nas je sprejemljivi dnevni vnos 5 mg/kg telesne teže/dan, na Norveškem pa je prepovedan, ker je verjetno karcinogen, povzroči slabost, bruhanje, visok krvni tlak, vnetja kože, motnje dihanja in alergijske reakcije (Pregled aditiva, b. d.). Možen alergijski odziv kože je zapisan tudi v varnostnem listu. Indigo karmin se kot barvilna raztopina uporablja v medicini pri preiskavah ledvic in črevesja (Sestava barvila E132 Indigotin).



Slika 1: *Indigofera tinctoria* ali pravi indigo





Slika 2: Formula indikatorja indigokarmin



Slika 3: Pretvorba glikozida indikana v reducirano, brezbarvno, vodotopno obliko (indoksil) in oksidacija indoksila v indigo modro

## Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"><li>– natrijev hidroksid (NaOH)</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>– 2 čaši (250 mL)</li><li>– bučka z okroglim dnom</li><li>– zamašek</li><li>– steklena palčka</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>– glukoza (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)</li><li>– indigo karmin (C<sub>16</sub>H<sub>8</sub>N<sub>2</sub>Na<sub>2</sub>O<sub>8</sub>S<sub>2</sub>)</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>– kapalka</li><li>– podstavek za bučko</li><li>– magnetno mešalo</li><li>– tetnica</li><li>– 3 tehtalne posodice</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>– destilirana voda H<sub>2</sub>O</li></ul>	

## Zaščitna oprema

Uporabili smo haljo, rokavice in zaščitna očala.

## Opis dela

1. V 250 mL destilirane vode raztopimo 3 g glukoze in 5 g natrijevega hidroksida.
2. Čašo postavimo na magnetno mešalo, da se glukoza in natrijev hidroksid dobro raztopita.
3. Medtem pripravimo 0,99-odstotno raztopino indigo karmina (v 100 mL vode raztopimo 1 g indigo karmina).
4. Raztopino glukoze in hidroksida prelijemo v bučko z okroglim dnom in dodamo med 5 in 10 mL indigo karmin indikatorja.
5. Bučko zamašimo in jo pustimo stati, da se raztopina obarva rumeno (slika 5).
6. Nato bučko enkrat ali dvakrat pretresemo, da raztopina postane rdeča (slika 4). Ker je natrijev hidroksid jedek, moramo biti pri stresanju previdni; na zamašek položimo palec, z drugo roko bučko držimo za dno.
7. Še enkrat ali dvakrat pretresemo, da postane zelena (slika 6).

8. Bučko odložimo na podstavek in po nekaj minutah postane raztopina ponovno rumena ([Traffic light](#), b. d.)

#### Slikovni prikaz poskusa



Slika 4: Rdeča raztopina



Slika 5: Rumena, reducirana oblika raztopine

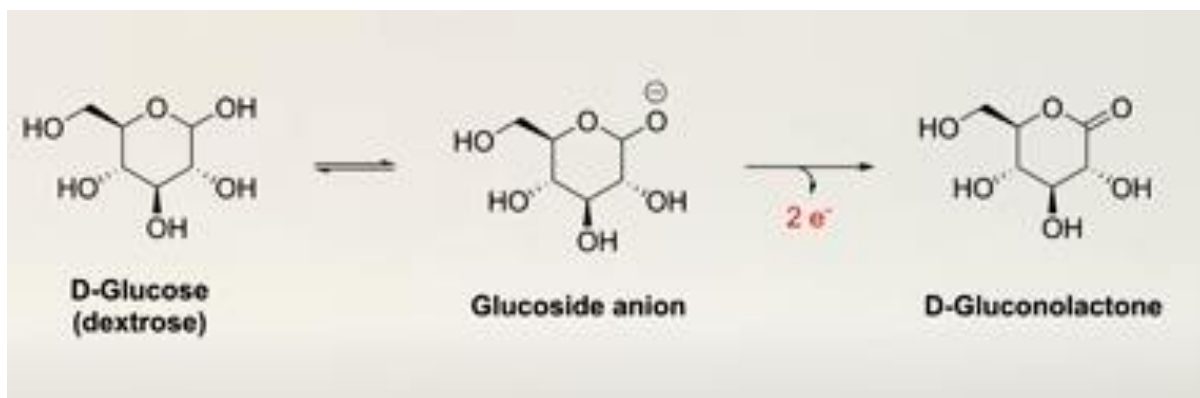


Slika 6: Zelena, oksidirana oblika raztopine

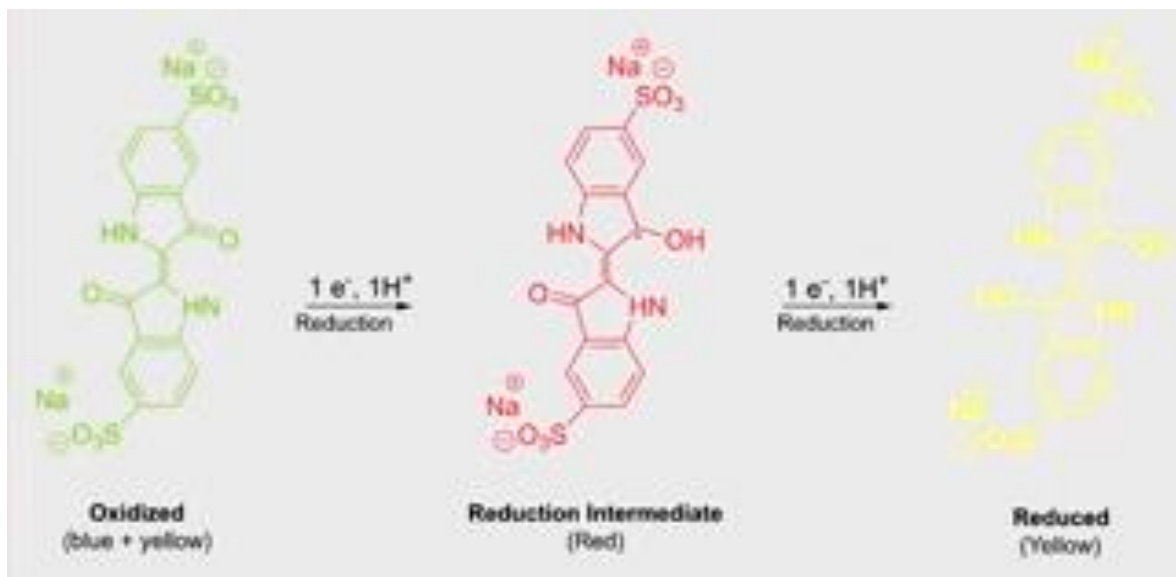
## Razlaga poskusa

Indigo karmin se lahko uporablja kot indikator za merjenje pH – pri pH 11–12 je modre barve, pri pH 13 pa se spremeni v rumeno. Je tudi oksidacijsko-redukcijski indikator, saj reverzibilno spreminja barvo med svojo reducirano in oksidirano obliko.

Pripravili smo raztopino glukoze in natrijevega hidroksida. Glukoza je reducent. V prisotnosti močne baze, kot je NaOH, tvori glukozidni anion (slika 7). Ta odda 2 elektrona, ki ju sprejme indigo karmin. Indigo karmin se v prvi stopnji reducira do rdečega intermedata, ob sprejemu drugega elektrona pa se naprej reducira do rumene oblike (slika 8).

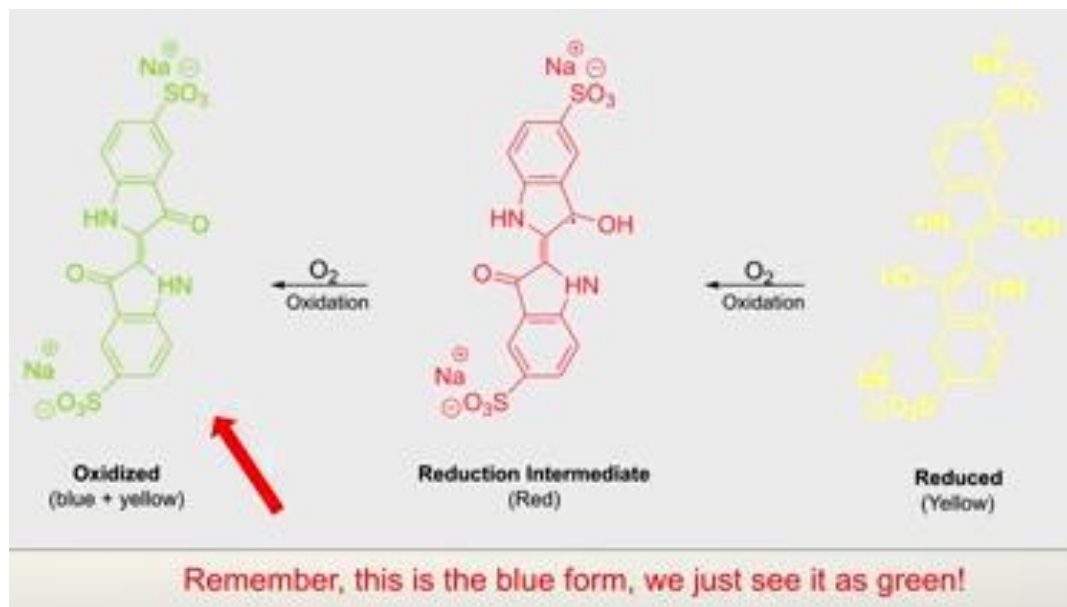


Slika 7: Tvorba glukozidnega aniona



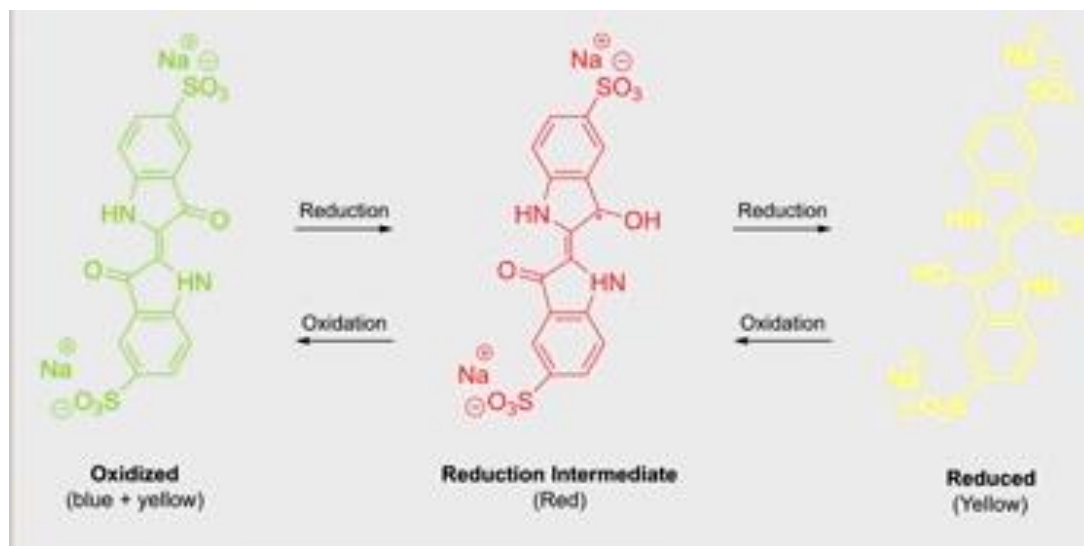
Slika 8: Indigo karmin je akceptor elektronov.

Ko rumeno raztopino v bučki pretresemo, poteče obratna reakcija. V raztopini se raztopi nekaj kisika iz bučke, zato raztopina oksidira in tvori rdeč intermediat. Če še naprej tresemo, se raztopi še več kisika, pri nadaljnji oksidaciji dobimo zeleno raztopino (slika 9). Ta je v resnici modra (oksidacija poteče do prvotne oblike indigo karmina), raztopino pa vidimo zeleno.



Slika 9: Oksidacija reducirane rumene oblike do prvotne modre oblike indigo karmina

Reakcija redukcije s sladkorjem še vedno poteka in tekmuje z oksidacijo (slika 10).



Slika 10: Ravnotežje med oksidacijo in redukcijo

Ko bučko nehamo tresti, spet poteče redukcija do rumene oblike (slika 8).

Po nekaj ciklih se reakcija ustavi, ker se z vsakim redukcijskim ciklom del glukoze porabi. Porablja se tudi kisik v zaprti bučki. Z vsakim redoks ciklom pa se degradira tudi del indikatorja.

Če namesto natrijevega hidroksida uporabimo šibkejšo bazo, npr. natrijev karbonat, bo pH nekoliko nižji (med 11 in 12). To je premalo, da bi indigo karmin postal rumen, zato ostaja moder. Glukoza bo še vedno reducirala indigo karmin, a reakcija je veliko počasnejša kot z natrijevim hidroksidom. Zaradi tega oksidirano obliko vidimo modro in ne zeleno, kot v primeru z NaOH (NileRed, 2019).

## Viri

Dorer, M. (1971). Barvila. V *Kemija II -organska kemija - skripta za slušatelje biotehniške fakultete* (str. 347). Ljubljana: Univerza v Ljubljani.

Indigofera tinctoria. (b. d.).

<http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=280305&isprofile=0%3E>

NileRed, (2019). The chemical traffic light [Video]. Pridobljeno s

<https://www.youtube.com/watch?v=1ueSa6-UqYo>

Pregled aditiva. (b. d.). <http://www.ninamvseeno.org/pregled-aditiva.aspx?group=100&id=E132>

Prezelj, M. (1965). Heterociklične spojine. V C. Trček (ur.), *Mladi kemik – organski del* (str. 180-183). Ljubljana: Mladinska knjiga.

Sestava barvila E132 Indigotin. (b. d.). <https://slv.healthycatchups.com/e132-pishhevaja-dobavka.html>

Traffic light (b. d.). <http://chemistry.elmhurst.edu/demos/traffilight2.htm>

## Viri fotografij:

<http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=280305&isprofile=0%3E>

<https://www.pharmacompass.com/chemistry-chemical-name/indigo-carmin>

[https://studentski.net/gradivo/ulj\\_fkt\\_bi2\\_mol\\_sno\\_trzno\\_zanimive\\_molekule\\_01](https://studentski.net/gradivo/ulj_fkt_bi2_mol_sno_trzno_zanimive_molekule_01)

<https://www.youtube.com/watch?v=1ueSa6-UqYo>

# RAZNOBARVNA TEKOČINA

*Ela Vidovič in David Pečnik*  
*Mentorica: Mojca Dajčman*  
*Osnovna šola Črna na Koroškem*

## Povzetek

Poskus prikazuje, kako preprosto lahko izzovemo kemijsko reakcijo (npr. spremembo barve) že s samo popolnoma nenevarnimi kemikalijami, ki jih v svojem življenju srečujemo vsak dan, izvedba samega poskusa pa nam ne vzame veliko časa. Idejo za poskus smo dobili med raziskovanjem strani s kemijski poskusi, kjer se uporablja naravni indikator.

## Posnetek poskusa

<https://youtu.be/YE3YimUCMcc>

## Teoretske osnove

Sadni sokovi so priljubljena nealkoholna pijača, ki jo skoraj vsak posameznik pije vsaj enkrat na dan. Z zanimivimi idejami pa lahko tem sokovom spremenimo barvo. Potrebujemo samo snovi, ki jih lahko najdemo že doma v kuhinji, ter naravni indikator, ki pomaga spremeniti barvo in se značilno obarva. V tem primeru so to bili gozdni sadeži. V poskusu poteče reakcija med kislino (kisom) in bazo (soda bikarbono). Če kislino in bazično raztopino zmešamo, poteče kemijska reakcija, ki jo imenujemo nevtralizacija. Za ugotavljanje kislosti in bazičnosti vodnih raztopin pa lahko uporabljamo naravne indikatorje, ki se specifično obarvajo.

## Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"><li>- jabolčni sok</li><li>- gozdni sadeži</li><li>- soda bikarbona</li><li>- alkoholni kis</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 3 čaše (250 mL)</li><li>- erlenmajerica</li><li>- pestič</li><li>- žlička</li></ul>

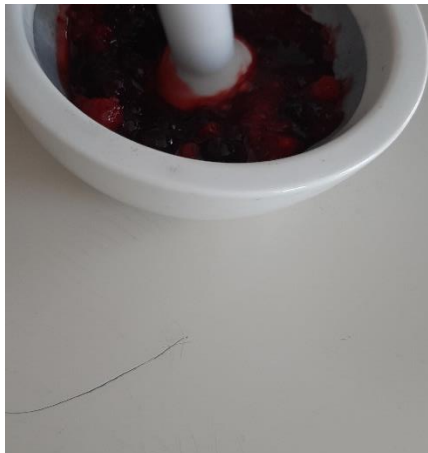
## Opis dela

V tri čaše nalijemo enako količino jabolčnega soka. Prvi dodamo žličko alkoholnega kisa, drugi žličko sode bikarbone, tretji ne dodamo ničesar. V pestiču zmečkamo gozdne sadeže. Nato vsaki prilijemo malo indikatorja gozdnih sadežev in nekaj minut opazujemo spremembo barve. Pozneje raztopino prve in druge čaše vlijemo v erlenmajerico ter opazujemo.

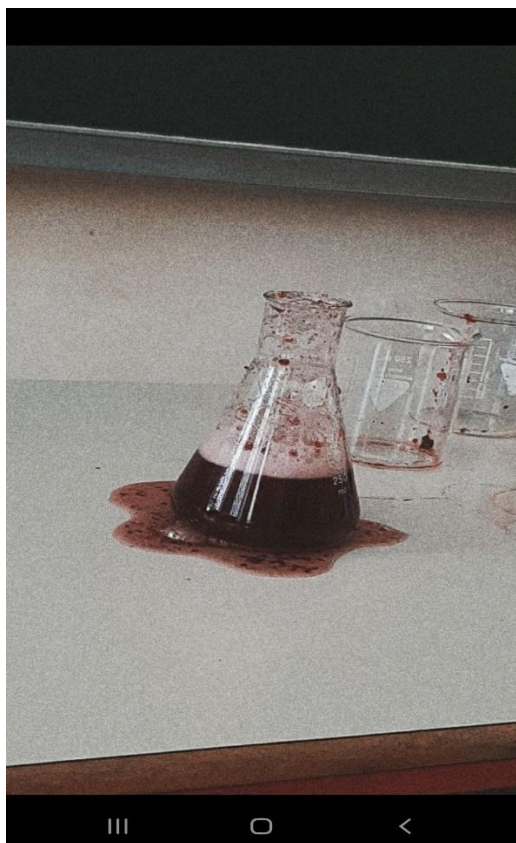
## Slikovni prikaz poskusa



Slika 1: Pripomočki



Slika 2: Priprava naravnega indikatorja



Slika 3: Kemijska reakcija

### Razlaga poskusa

Po dodanem naravnem indikatorju (soku gozdnih sadežev) se je alkoholni kis v prvi čaši obarval svetlo rdeče, raztopina sode bikarbone v drugi čaši pa temno rdeče. Po zlitju snovi iz prve v drugo čašo so iz erlenmajerice izbruhnili mehurčki ogljikovega dioksida.

### Viri

Gimnazija Moste (2013). *Mavrična kemija*. <http://ma-fi-ra.splet.arnes.si/files/2018/03/Mavricna-kemija.pdf> (str. 21)

### Viri slik:

Slika 1, 2, 3: Ela Vidovič

# SLONOVA ZOBNA PASTA

*Teja Grum, Alja Pušnik*

*Mentorica: Mojca Dajčman*

*Osnovna šola Ribnica na Pohorju*

## Povzetek

Pri poskusu nastane barvna pena, ki je posledica razpada vodikovega peroksida. Pri tem je kvas katalizator, ki sprosti kisik iz vodikovega peroksida. Kisik smo dokazali s tlečo trsko, ki zagori.

## Teoretske osnove

Pri tem poskusu smo želeli ugotoviti, ali je prisoten kisik in kaj se zgodi, če raztopljenemu kvasu in detergentu dodamo vodikov peroksid. Vodikov peroksid je anorganska kemijska spojina s formulo  $H_2O_2$ . Čista spojina je modrikasta tekočina z malo večjo viskoznostjo od vode. Je oksidativna, jedka in zdravju škodljiva kemikalija. Uporabljamo jo v industriji za beljenje celuloze in papirja, v medicini za razkuževanje različnih površin, nekateri pa ga uporabljajo kot varno antimikrobno sredstvo. Kvas pri poskusu sodeluje kot katalizator.

## Povezava do posnetka poskusa

[https://youtu.be/XZaG5FSav\\_g](https://youtu.be/XZaG5FSav_g)

## Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"><li>- 30-odstotni vodikov peroksid <math>H_2O_2</math></li><li>- raztopina kvasa v topli vodi</li><li>- pomivalno sredstvo</li><li>- živilska barva</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- steklena palčka</li><li>- erlenmajerica</li><li>- čaša</li><li>- gorilnik</li><li>- plastična posoda</li><li>- trska</li></ul>

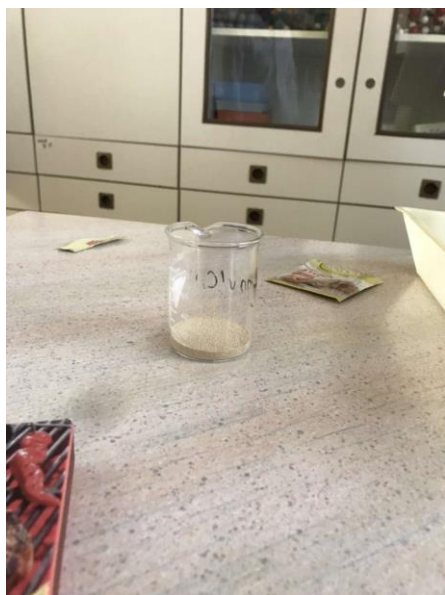
## Opis dela

Najprej smo si pripravili toplo vodo in v njem raztopili kvas. Nastalo raztopino smo pustili stati dve minuti. Pripravili smo si erlenmajerico, tlečo trsko, barvilo in čašo z vodikovim peroksidom. V erlenmajerico smo najprej nalili vodikov peroksid, nato modro barvilo in sredstvo za pomivanje posode. Na koncu smo dodali še raztopino kvasa. S tlečo trsko smo dokazali prisotnost kisika.

## Slikovni prikaz poskusa



Slika 1: Končna reakcija



Slika 2: Suhi kvas



Slika 3: Priprava raztopine kvasa

## Razlaga poskusa

Kvas v tem poskusu deluje kot katalizator, ki pospeši razgradnjo vodikovega peroksida na vodo in kisik. Ko kisik uhaja, s seboj prinaša mehurčke pomivalnega sredstva in barvila. Erlenmajerica se pri tem močno segreje, saj gre za eksotermno kemijsko reakcijo. Kisik dokažemo s tlečo trsko, ki zažari.

## Varno delo

Pri poskusu moramo uporabljati haljo, očala in rokavice. Ko delamo z vžigalicami ali gorilnikom, moramo sneti rokavice. Haljo in rokavice moramo imeti zato, ker je vodikov peroksid jedka snov, ki lahko poškoduje kožo in oči.

## Viri

Dingle, A., 2011. Kako iz 92 sestavin ustvariti vesolje. Ljubljana: založba Alica, 2011

Več avtorjev, 2014. 364 znanstvenih poskusov. Znanost še nikoli ni bila tako zabavna. Jezero: Morfemplus, 2016

# ŠUMEČA KROGLICA

*Lea Malik, Jaka Đorđević, Stela Jelenc*

*Mentorica: Rahela Selan*

*Osnovna šola Hinka Smrekarja*

## **Povzetek**

V času epidemije smo v trgovine odšli le po nujne stvari in doma pripravili marsikaj uporabnega in koristnega. Še bolj smo se zavedali dejstva, da je kemija povezana z vsakdanjim življenjem. Veliko smo se pogovarjali o naravni kozmetiki, ki jo lahko z nekaj kemijskega znanja pripravimo doma. Zasnovali smo poskus Šumeča kroglica. Pri poskusu smo ponovili znanje o nevtralizaciji, merjenju pH raztopin, indikatorjih in tudi, kako dokažemo plin ogljikov dioksid.

## **Posnetek poskusa**

<https://www.youtube.com/watch?v=bkTTmFZSZis>


## **Teoretske osnove**

Naravna kozmetika je ena od osnov zdravega načina življenja. Koža je naš največji organ. Dejstvo je, da karkoli naneseemo na kožo, lahko preide tudi v naše telo, zato je treba kozmetiko skrbno izbirati. Kozmetika iz sestavin ekološke pridelave in narejena doma je vsekakor ena boljših izbir.

Soda bikarbona in citronska kislina v trdnem agregatnem stanju ne reagirata. Kemijska reakcija poteče ob dodatku vode. Reakcijo imenujemo nevtralizacija. Produkti kemijske reakcije so: ogljikov dioksid, voda in sol natrijev citrat.

Soda bikarbona in citronska kislina poskrbita za potek kemijske reakcije v kadi z vodo, produkt ogljikov dioksid pa pripomore k dodatni popestritvi, saj ustvarja v kadi mehurčke. Olje in dišava poskrbita, da naša koža po kopanju ne bo presuha in bo odišavljena.

## Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"><li>- soda bikarbona - <math>\text{NaHCO}_3</math></li><li>- citronska kislina - <math>\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7</math></li><li>- koruzni škrob</li><li>- mandljevo olje</li><li>- eterično olje (sivka)</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>- indikator rdečega zelja</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- tehtnica</li><li>- žlica</li><li>- steklene čaše</li><li>- kalup</li><li>- kapalka</li><li>- vžigalice</li></ul>

## Zaščitna oprema

Pri delu uporabimo haljo.

## Opis dela

V stekleno posodo damo 100 g sode bikarbone in 50 g citronske kisline. Zmesi dodamo 25 g škroba, 20 g mandljevega olja in 20 kapljic eteričnega olja sivke. Zmes z žlico dobro premešamo. Vzamemo kalupe (lahko tudi silikonske modele za mafine) in vanje damo zmes. Dobro potlačimo, in ko je kroglica oblikovana, jo vzamemo iz kalupa (slika 1).

Šumečo kroglico damo v kad z vodo in uživamo.

Preverili smo še pH sode bikarbone, citronske kisline in šumeče kroglice z indikatorjem rdečega zelja (slika 3). Ko smo šumečo kroglico dali v vodo, smo z gorečo trsko dokazali plin ogljikov dioksid, saj je plamen nad čašo ugasnil (slika 4).



Slika 1: Šumeča kroglica in kalup



Slika 2: Šumeče kroglice



Slika 3: Merjenje pH



Slika 4: Dokaz ogljikovega dioksida

Šumeče kroglice lahko uporabimo takoj ali pa jih zavijemo ter jih shranimo za kasneje oz. jih komu podarimo (slika 2).

Če nimamo mandljevega olja, lahko uporabimo tudi drugo olje, npr. olivno, sončnično ali kokosovo olje. Tudi eterično olje lahko uporabi vsak po svojem priljubljenem vonju.

### Razlaga poskusa

Citronska kislina in natrijev hidrogenkarbonat v trdni fazi med seboj ne reagirata. Ko damo šumečo kroglo v vodo, poteče kemijska reakcija med citrsko kislino (kisle lastnosti) in natrijevim hidrogenkarbonatom (bazične lastnosti) po naslednji kemijski enačbi:



Potekla je kemijska reakcija med kislino in bazo, ki jo imenujemo nevtralizacija. Produkti te reakcije so ogljikov dioksid, sol in voda.

Z indikatorjem rdečega zelja smo merili pH reaktantov in pH produktov. Z gorečo trsko smo dokazali novo nastali plin ogljikov dioksid, saj je goreča trska nad čašo ugasnila.

### Viri

Granuar, M., Podlipnik, M. in Mirnik, J (2016). Kemija danes 2. Ljubljana: DZS.

i-učbenik za kemijo v 8. razredu osnovne šole. <https://eucbeniki.sio.si/kemija8/index.html>

# VELIKA NOČ NOVEMBRA

Lara Ošap, Tajda Adrovič Flisar

Mentor: Tilen Miklavčič

Osnovna šola Frana Albrehta Kamnik

## Povzetek

Jajce bomo dali v obarvani kis. Lupina se bo raztopila in jajce se bo obarvalo.

## Posnetek poskusa

<https://youtu.be/pH1xMgDTu4k>

## Teoretske osnove

Jajca so bogat vir hranil. Vsebujejo vse esencialne aminokislino v ugodnem razmerju, vitamine, minerale in so bogat vir holina. Jajčna lupina je sestavljena iz 95-odstotnega kalcijevega karbonata, pa tudi vode in organskih snovi. V beljaku je veliko beljakovin, v rumenjaku pa maščob.

Kis vsebuje med 5 in 15,5 % etanojske kisline. Štejemo jo med šibke kisline, a je koncentrirana še vseeno jedka. Alkoholni kis, ki smo ga uporabili, vsebuje 9 % očetne kisline.

Rdeče zelje vsebuje veliko antioksidantov in preprečuje nastanek raka, pospešuje tudi metabolizem.

Uporabili smo kislinsko-bazični barvni indikator iz rdečega zelja. Poskusu smo dodali še indikatorja iz špinače in borovnice. Kislinsko-bazični indikatorji so barvila, ki se značilno obarvajo glede na kisloto ali bazičnost snovi.

Ko smo jajce položili v kis, je potekala reakcija nevtralizacije med kalcijevim karbonatom v lupini jajca in očetno kislino v kislu.

## Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"><li>Indikatorji iz rdečega zelja, borovnice in špinače</li><li>Alkoholni kis (očetna kislina (CH<sub>3</sub>COOH))</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>3 kozarci (2dL)</li><li>žlica</li><li>nož</li><li>deska za rezanje</li><li>kozica</li><li>cedilo</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>jajca</li></ul>	

## Zaščitna oprema

Predpasnik.

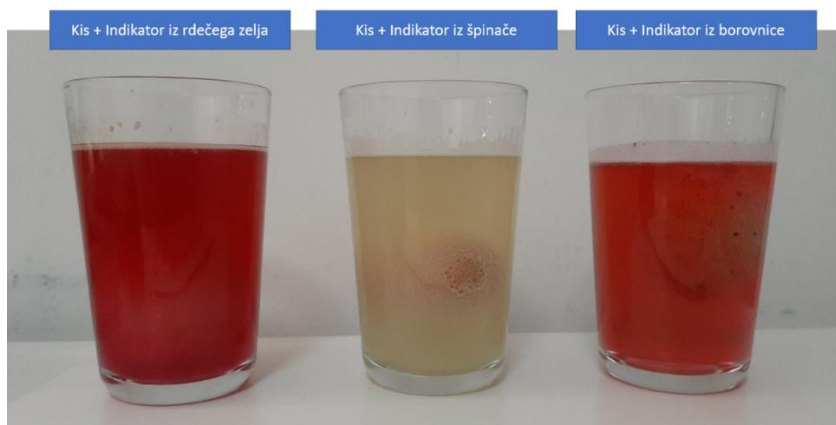
## Opis dela

1. Narežemo špinačo, rdeče zelje in borovnice.
2. Vsako sestavino posebej zavremo v 150 mL mlačne vode in počakamo, da se ohladi.
3. Precedimo tako, da dobimo samo tekočino določene barve.
4. V vsak kozarec posebej damo 1dL kisa za vlaganje in 3 žlice določene barvne tekočine.
5. V vsako zmes dodamo še jajce in počakamo vsaj 4 dni.
6. Opazujemo barvo raztopine in stanje jajca.
7. Jajca razbijemo, da preverimo barvo beljaka.

## Slikovni prikaz poskusa



*Slika 1: Potrebščine in kemikalije*



Slika 2: Začetek opazovanja



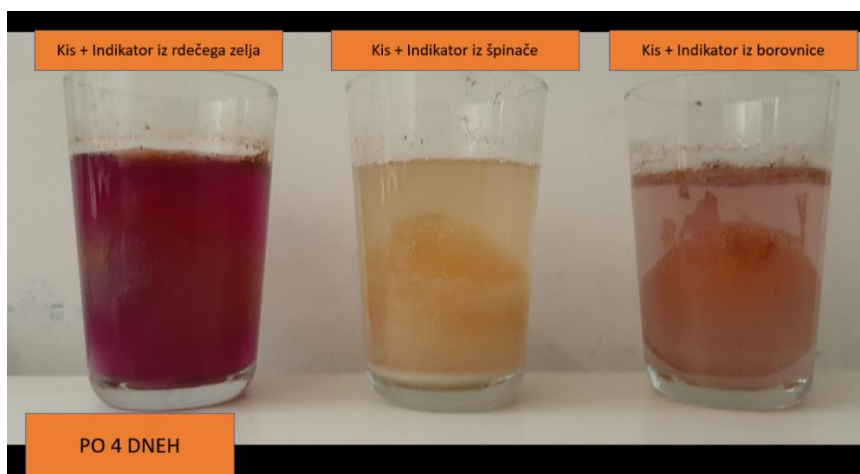
Slika 3: Opažanja 1. dan



Slika 4: Opažanja 2. dan



*Slika 5: Opažanja 3. dan*



*Slika 6: Opažanje 4. dan*



*Slika 7: Jajca na koncu brez raztopine*

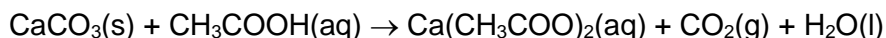


Slika 8: Razlita jajca

### Razlaga poskusa

Jajčna lupina vsebuje kalcijev karbonat, ki reagira z očetno kislino. Nastanejo kalcijev acetat, voda in ogljikov dioksid. Kalcijev acetat je dobro topen v vodi in se raztopi, nastali ogljikov dioksid je plin, zato pri kemijski reakciji vidimo mehurčke. Na sliki 5 in sliki 6 že opazamo ostanke raztopljene lupine na vrhu raztopine.

Pri tem je potekla reakcija nevtralizacije. Enačba kemijske reakcije:



Kalcijev karbonat + očetna kislina -> kalcijev acetat + ogljikov dioksid + voda

Barva raztopine se spreminja (slika 2,3,4,5,6), ker se porablja kislost za raztopitev lupine in zato se kislost zmanjša. Poteka reakcija nevtralizacije med kalcijevim karbonatom in očetno kislino. Ker se je kislost raztopine zmanjšala, se je spremenila tudi barva indikatorja rdečega zelja (slika 2, slika 6).

Spremenila se je tudi barva raztopine kisa pri borovnici in špinači (slike 2,3,4,5,6). Predvidevamo, da se je kislost raztopine tudi v teh dveh kozarcih zmanjšala in se je zato raztopina razbarvala.

Jajca se obarvajo (slika 7). To je zato, ker sta membrani jajca zelo tanki in delno prepustni in tako lahko v notranjost prehaja tekočina, verjetno voda. Jajca postanejo večja in v tem primeru obarvana. To je bilo mogoče tudi zato, ker se je lupina raztopila v kisu.

Ko smo mehka jajca iz raztopin prepičili (slika 8), smo ugotovili, da se ni obarvala samo membrana, ki obdaja jajca, ampak se je obarval tudi beljak. To je zato, ker je membrana delno prepustna in je prepustila tudi barvila indikatorjev, ki so obarvala tudi beljak. Opažamo, da se je najizraziteje obarval beljak jajca, ki je bilo v raztopini z indikatorjem rdečega zelja, nato beljak v raztopini, ki je vsebovala indikator borovnice in najmanj v raztopini z indikatorjem špinače.

## VIRI

*Etanojska kislina*. Wikipedia, (13. 4. 2021). [https://sl.wikipedia.org/wiki/Etanojska\\_kislina](https://sl.wikipedia.org/wiki/Etanojska_kislina)

Garić, Z., Rožanc, A., Stojaković, M. (13. 4. 2021). Naravna barvila kot pH indikatorji, raziskovalna naloga. Pridobljeno s: <https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/7020050187.pdf>

*Jajca*. Prehrana.si, (13. 4. 2021). Pridobljeno iz: <https://www.prehrana.si/clanek/263-jajca>

*Struktura jajc - shema, sestava, osnovne značilnosti*. Healthychatchups.com. <https://slv.healthychatchups.com/iz-chego-sostoit-jajco.html>

*Zakaj se jajčna lupina raztopi, ko jo vnesemo v kis?*. MOSG – portal. <https://sl.mosg-portal.com/eggs-shell-dissolve-put-vinegar-10000674-5004>

*Značilnosti rdečega zelja*. Moji recepti. <https://www.mojirecepti.com/zelenjava/listna/zelje-rdece.html>

## SLIKE

Vse fotografije so najina last.

# VIJOLIČEN DIM

Bernard Dobravec in Luka Štular

Mentorica: Alenka Dražič

Osnovna šola Ledina

## Povzetek

Prvo leto kemije nas je poneslo v svet kemijskih vezi in reakcij. Izvedli smo reakcijo spajanja med cinkom in jodom, ki je tudi edini halogeni element, ki ga lahko uporabimo v šolskem laboratoriju. Reaktantoma jodu in cinku smo dodali nekaj kapljic vode, ki je povzročila nastajanje vijoličnega dima.

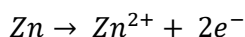
## Posnetek poskusa

<https://www.youtube.com/watch?v=fLN2JdaCvYo>

## Teoretične osnove

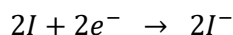
Cink spada med kovine, v periodnem sistemu ga najdemo med prehodnimi elementi, medtem ko jod spada med nekovine in ga najdemo med halogenimi elementi (Smrdu, 2011).

Cink je četrta najbolj uporabljana kovina na svetu takoj za železom, bakrom in aluminijem (Zinc, b. d.). Ima osrednjo vlogo v imunskem sistemu (Shankar in Prasad, 1998). V nekaterih pogledih je kemično podoben magneziju, ima podobne ione in oksidacijsko stanje +2 (Zinc diiodide, b. d.).

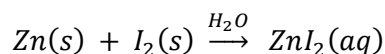


Jod je modro črna, bleščeča trdnina, molekulski kristal, ki lahko sublimira zaradi šibkih medmolekulskih vezi v modro vijoličen plin z dražljivim vonjem (Iodine, b. d.). Prav tako ima izjemen pomen za naše zdravje in telo. V naše telo ga pridobimo s pitno vodo in hrano (Jod v prehrani in tveganja čezmernega vnosa, 6. 5. 2010).

Jodovo oksidacijsko stanje je -1.



Ko kovina in nekovina reagirata med seboj, nastane ionska spojina – v našem primeru cinkov diiodid  $\text{ZnI}_2$ . Reakcija ne poteče sama od sebe, ampak šele ob dodatku vode, zato je voda v našem primeru katalizator reakcije. Ko dodamo vodo, se jod začne topiti. To povzroči večjo gibljivost molekul, ki se povežejo s cinkom, in tako nastane spojina cinkov jodid (Zinc reacts with iodine, b. d.).



Glede na energijo, ki se je sprostila v obliki toplote pri kemijski reakciji, lahko reakcijo opredelimo kot eksotermno reakcijo. Pri reakciji je nastal oblak vijoličnega dima, ki je jod v plinastem stanju. Lastnost joda je sublimacija, kar pomeni, da prehaja direktno iz trdnega v plinasto stanje, če je energija, ki jo potrebuje jod za fazni prehod, dovolj velika (Graunar, Podlipnik, Mirnik, Gabrič in Slatinek Žigon, 2015).

### Potrebščine

Kemikalije:	Inventar:
<ul style="list-style-type: none"> <li>– cink (Zn)</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>– jod (I<sub>2</sub>)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>– terilnica</li> <li>– pestilo</li> <li>– 2 žlički</li> <li>– kapalka</li> <li>– čaša z vodo</li> </ul>

(Varnosti list jod, 4. 6. 2019)

(Varnosti list cink, 1. 6. 2015)

### Opis dela

Najprej smo se za delo primerno zaščitili, uporabili smo zaščitne rokavice, zaščitna očala, zaščitno masko in zaščitne halje. Poskus smo izvajali v kemijski učilnici, ki je opremljena z digestorijem. Nato smo v terilnico dali malo cinka v prahu in malo joda (približno eno čajno žličko vsake snovi). Zmes smo skupaj dobro strli in premešali s pestilom, da je postala čim bolj homogena (slika 1). Nato smo s kapalko dodali nekaj kapljic vode (slika 2) in opazovali reakcijo. Po nekaj sekundah se je iz zmesi začela dvigovati vijolična para (slika 3). Ko se je vijoličen dim prenehal dvigati in se je reakcija končala, so nam v terilnici ostale samo sledi zmesi v obliki temnih kristalčkov.

## Slikovni prikaz poskusa:



Slika 1: Mešanje zmesi joda in cinka



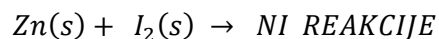
Slika 2: Dodajanje vode zmesi joda in cinka



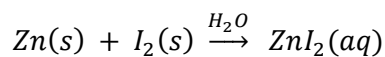
Slika 3: Izhajanje vijoličnega dima po dodatku vode

## Razlaga poskusa

Najprej smo skupaj zmešali v homogeno zmes cink v prahu in jod. Reaktanta med seboj nista reagirala sama po sebi, reakcija ni potekla.



Nato smo homogeni zmesi dodali vodo, ki je katalizator reakcije, in reakcija je potekla zelo hitro. To smo dobro videli z nastajanjem oblaka vijoličnega dima. Ko smo mešanici cinka in joda dodali vodo, se je jod raztopil in postal bolj mobilan. Napadel je cink in pri tem je nastala spojina cinkov jodid.



Ko je reakcija s pomočjo vode stekla, se je sprostil dovolj toplote, ki je reakcijo še dodatno pospešila. Toplota, ki se je sprostila, je sprožila sublimacijo joda, sublimacija pa je ustvarila

oblak vijolične pare nad terilnico. Ob koncu reakcije ostane trdna snov kovinske barve (Reaction of zinc with iodine, b. d.).

## Viri

Graunar, M., Podlipnik, M., Mirnik, J., Gabrič, A. in Slatinek Žigon, M. (2014). *Kemija danes 1*. Ljubljana: DZS.

Shankar, A. in Prasad, A. (1998). Zinc and immune function: the biological basis of altered resistance to infection. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 68(2), 447–463. Pridobljeno s <https://doi.org/10.1093/ajcn/68.2.447S>

Smrdu, A. (2011). *Od atoma do molekule*. Ljubljana: Jutro.

## Druge spletne objave

*Iodine*. (b. d.). <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iodine-HealthProfessional/>

*Jod v prehrani in tveganja čezmernega vnosa*.

<https://www.nijz.si/sl/jod-v-prehrani-in-tveganja-cezmernega-vnosa>

*Reaction of zinc with iodine*. (b. d.). <https://edu.rsc.org/experiments/exothermic-redox-reaction-of-zinc-with-iodine/716.article>

*Varnosti list cink*. (1. 6. 2015). <https://www.carlroth.com/medias/SDB-2383-SI-SL.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wzMDc1NDZ8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oZGMvaGM0LzkwMDQ0NjA1NzI3MDIucGRmfDgxMThkNDM0NTk4NmU2MWJmOTMyNzFkZWViOGM4M2UxZjgxZjY2ZGNkMjg1ZmZjZTBmODRhMjMwNDM3NWFjMDA>

*Varnosti list jod*. (4.6.2019). <https://www.carlroth.com/medias/SDB-7335-SI-SL.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wzODAwMzB8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oMGEvaDA3LzkwMTY4NTA5NzI3MDIucGRmfDczNDQxMzY2I1MzE3N2IwNTM2YjgyM2UzN2M3YzE3ZjUzNmU4YjZINTZhMDg2MjNiYjRmZTYwYzIxY2RkZjA>

*Zinc diiodide*. (b. d.). [https://www.webelements.com/compounds/zinc/zinc\\_diiodide.html](https://www.webelements.com/compounds/zinc/zinc_diiodide.html).

*Zinc reacts with iodine*. (b. d.). <https://www.sciencesource.com/archive/Zinc-reacts-with-iodine-SS2864552.html>

*Zinc*. (b. d.). <https://www.webmd.com/vitamins/ai/ingredientmono-982/zinc>