

**Osnovna šola Frana Albrehta**

**Raziskovalna naloga**

# **GALVANSKI ČLENI**

Fizika

**ANŽE RIFEL in GREGOR PARAZAJDA, 8. razred**

**Mentorica: DANICA MATI DJURAKI**

**Kamnik 2020**

# KAZALO

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Uvod.....   | 4  |
| 1.1   | Namen dela .....  | 4  |
| 1.2   | Hipoteze .....  | 4  |
| 2     | Teoretični del .....  | 5  |
| 2.1   | Galvanski člen.....   | 5  |
| 2.1.1 | Elektroda .....   | 5  |
| 2.1.2 | Elektrolit .....  | 6  |
| 2.1.3 | Polčlen .....   | 6  |
| 3     | Eksperimentalni del: Metode dela in opis izvedbe raziskave .....  | 8  |
| 4     | Rezultati .....   | 9  |
| 4.1   | Vpliv temperature .....   | 9  |
| 4.1.1 | Segrevanje elektrolita .....                                      | 9  |
| 4.1.2 | Ohlajanje elektrolita .....                                       | 10 |
| 4.1.3 | Galvanski člen iz enakih elektrod z različnima temperaturama..... | 11 |
| 4.2   | Vpliv koncentracije elektrolita .....                             | 12 |
| 4.2.1 | Poskus 2.1: Nasičenost soli v vodi iz pipe.....                   | 12 |
| 4.2.2 | Poskus 2.2: Nasičenost soli v destilirani vodi .....              | 12 |
| 4.3   | Vpliv mešanja elektrolita .....                                   | 13 |
| 4.4   | Vpliv razdalje med elektrodama .....                              | 14 |
| 4.5   | Reakcija .....  | 15 |
| 5     | Razprava.....   | 17 |
| 6     | Zaključek .....   | 18 |
| 7     | Viri.....   | 19 |
| 7.1   | Seznam slik.....  | 19 |
| 7.2   | Seznam grafov .....   | 20 |
| 7.3   | Seznam preglednic .....   | 20 |
| 8     | Zahvala.....  | 21 |

## 0 Povzetek

Galvanski členi so viri enosmerne napetosti. V nalogi sva raziskovala, od česa je odvisna napetost galvanskega člena, če ima ta elektrode iz cinka in grafita ter elektrolit iz vode in kuhinjske soli.

Ugotovila sva, da je napetost odvisna od koncentracije elektrolita, ni pa odvisna od razdalje med elektrodama ali gibanja elektrolita (mešanje). V galvanskem členu, ki ima enaki elektrodi, pa na napetost vpliva razlika med temperaturama elektrod. Pokazala sva, da pri reakciji v elektrolitu nastaja natrijev hidroksid.

# 1 Uvod

## 1.1 Namen dela

Ker se nama fizika in kemija zdita zanimiva, sva jeseni s sošolko opravila kemijski eksperiment o delovanju baterij. Ob tem so se nama porodila mnoga zanimiva vprašanja, na katere sva želela najti odgovore. Zato sva se lotila raziskovanja in pripravila to raziskovalno nalogo.

## 1.2 Hipoteze

**1.1** Temperatura elektrolita vpliva na napetost, ki jo daje galvanski člen.

**1.2** Če hipoteza **1.1** drži: Višja je temperatura elektrolita, višja je napetost, ki jo daje galvanski člen.

**1.3** Če imata enaki elektrodi različni temperaturi, napetost je.

**2.1** Koncentracija elektrolita vpliva na napetost, ki jo daje galvanski člen.

**2.2** Če hipoteza **2.1** drži: Bolj koncentriran je elektrolit, večja je napetost galvanskega člena.

**3.1** Galvanski člen daje napetost, če je elektrolit vodovodna voda.

**3.2** Če hipoteza **3.1** drži: Galvanski člen daje napetost, če je elektrolit destilirana voda.

**4.1** Mešanje elektrolita vpliva na napetost galvanskega člena.

**4.2** Če hipoteza **4.1** drži: Če mešamo elektrolit galvanskega člena, je napetost višja.

**5.1** Medsebojna oddaljenost elektrod vpliva na napetost.

**5.2** Če hipoteza **5.1** drži: Večja je oddaljenost med elektrodami, manjša je napetost.

**6** Pri reakciji v galvanskem členu nastaja natrijev hidroksid (NaOH).

## 2 Teoretični del

### 2.1 Galvanski člen

Galvanski členi so naprave, ki pretvarjajo kemijsko energijo v električno energijo. V njih spontano potekajo redoks reakcije.

Galvanski členi so sestavljeni iz dveh različnih elektrod in elektrolita.<sup>1</sup>

#### 2.1.1 Elektroda

Elektroda je električni prevodnik, iz katerega ali v katerega teče električni tok.<sup>2</sup> V galvanskem členu je elektroda potopljena v elektrolit.

Negativno elektrodo imenujemo anoda. Na njej poteka oksidacija. Elektroni iz anode odtekajo.

Positivna elektroda se imenuje katoda. Na njej poteka redukcija, elektroni nanjo pritekajo.<sup>3</sup>

##### 2.1.1.1 Redoks reakcije

Redoks reakcije so kemijske reakcije, pri katerih elektroni prehajajo iz ene snovi na drugo.<sup>4</sup> Atom spremeni svoje oksidacijsko stanje (oksidacijsko število).<sup>5</sup>

Snovi, ki se jim oksidacijsko stanje poveča, so reducenti. Na njih poteka oksidacija, to je oddajanje elektronov.

Snovi, ki se jim oksidacijsko stanje zmanjša, so oksidanti. Na njih poteka redukcija. Redukcija je sprejemanje elektronov.<sup>6</sup>

---

<sup>1</sup> Galvanski člen, *Wikipedija*, <[https://sl.wikipedia.org/wiki/Galvanski\\_%C4%8Dlen](https://sl.wikipedia.org/wiki/Galvanski_%C4%8Dlen)>, dostop 26. 2. 2020.

<sup>2</sup> *Leksikon fizike*, Ljubljana: Mladinska knjiga, 2000, str. 34

<sup>3</sup> Electrode, *Wikipedija*, <<https://en.wikipedia.org/wiki/Electrode>>, dostop 1. 3. 2020.

<sup>4</sup> Zmazek B (urednik), *Kemija 2*, i-učbenik za kemijo v 2. letniku gimnazije, Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, 2014, str. 123, <<https://eucbeniki.sio.si/kemija2/index.html>>, dostop 2. 3. 2020

<sup>5</sup> Redoks reakcije, *Wikipedija*, <[https://sl.wikipedia.org/wiki/Redoks\\_reakcija](https://sl.wikipedia.org/wiki/Redoks_reakcija)>, dostop 26. 2. 2020.

<sup>6</sup> Redoks reakcije, *Wikipedija*, <[https://sl.wikipedia.org/wiki/Redoks\\_reakcija](https://sl.wikipedia.org/wiki/Redoks_reakcija)>, 26. 2. 2020

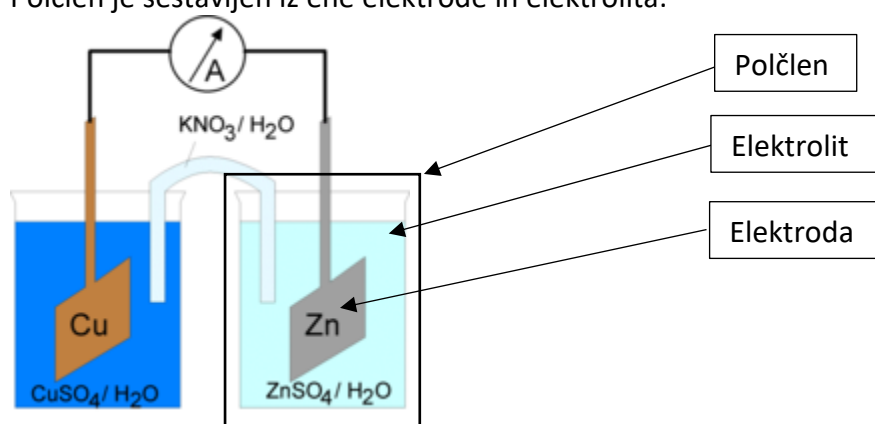
## 2.1.2 Elektrolit

Elektroliti so snovi, katerih raztopine (v polarnih topilih) in taline prevajajo električni tok. Raztopljen elektrolit razpade na anione (negativne ione) in katione (pozitivne ione), ki se razporedijo pa celotni raztopini. Če sta v elektrolit potopljeni elektrodi, potujejo kationi v raztopini k negativni elektrodi (anodi) in anion k pozitivni elektrodi (katodi).

Elektroliti so večina v vodi topne soli, raztopine baz in kislin ter nekateri plini (na primer vodikov klorid pri visokih temperaturah ali nizkem pritisku).<sup>7</sup>

## 2.1.3 Polčlen

Polčlen je sestavljen iz ene elektrode in elektrolita:



Slika 1: Galvanski člen, sestavljen iz dveh polčlenov

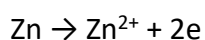
Pridobljeno:

[https://sl.wikipedia.org/wiki/Galvanski\\_%C4%8Dlen#/media/Slika:Electrochemical\\_element\\_with\\_salt\\_bridge.png](https://sl.wikipedia.org/wiki/Galvanski_%C4%8Dlen#/media/Slika:Electrochemical_element_with_salt_bridge.png)

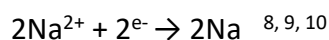
V vsakem polčlenu se dogaja redoks reakcija: na anodi oksidacija in na katodi redukcija.

Primer:

Anoda – oksidacija



Katoda – redukcija



<sup>7</sup> Electrolyte, *Wikipedija*, <<https://en.wikipedia.org/wiki/Electrolyte>>, dostop 1. 3. 2020.

<sup>8</sup> Galvanski člen, *Wikipedija*, <[https://sl.wikipedia.org/wiki/Galvanski\\_%C4%8Dlen](https://sl.wikipedia.org/wiki/Galvanski_%C4%8Dlen)>, dostop 28. 2. 2020.

<sup>9</sup> Galvanic cell, *Wikipedija*, <[https://en.wikipedia.org/wiki/Galvanic\\_cell](https://en.wikipedia.org/wiki/Galvanic_cell)>, dostop 28. 2. 2020.

<sup>10</sup> Half-cell, *Wikipedija*, <<https://en.wikipedia.org/wiki/Half-cell>>, dostop 28. 2. 2020.

Galvanski člen sta dva polčlena, povezana z žico in elektrolitskim ključem. Po žici tečejo elektroni, v elektrolitskem ključu pa anioni iz elektrolita. Gibanje delcev z električnim nabojem v sklenjenem krogu je električni tok.

Kovine v polčlenih se razlikujejo po elektronegativnosti. Zaradi razlik v elektronegativnosti elektrod v polčlenu je med elektrodama električna napetost.<sup>11</sup>

### 2.1.3.1 Elektronegativnost

Elektronegativnost ali žlahtnost je kemijska lastnost, ki opiše nagnjenost atoma, da privlači elektrone. Nanjo vpliva atomsko število atoma in razdalja valenčnih elektronov od jedra.<sup>12</sup> Elektropozitivnost je nasprotje elektronegativnosti in opiše nagnjenost atoma, da odda elektron oziroma elektrone.<sup>13</sup>

### 2.1.3.2 Električna napetost galvanskega člena

Električna napetost je sposobnost električnega vira, da poganja električni tok. Merimo jo z volti (V). Naprava za merjenje električne napetosti je voltmeter.<sup>14</sup>

---

<sup>11</sup> Zmazek B (urednik), *Kemija 2, i-učbenik za kemijo v 2. letniku gimnazije*, Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, 2014, str. 141, <<https://eucbeniki.sio.si/kemija2/index.html>>, dostop 3. 3. 2020.

<sup>12</sup> Electronegativity, *Wikipedija*, <<https://en.wikipedia.org/wiki/Electronegativity>>, dostop 26. 2. 2020.

<sup>13</sup> Electronegativity, Electropositivity, *Wikipedija*, <<https://en.wikipedia.org/wiki/Electronegativity>>, dostop 26. 2. 2020.

<sup>14</sup> Marošević T. (in drugi), *Fizika + 9, Učbenik za fiziko v 9. razredu osnovne šole*, Ljubljana: Rokus Klett, 2015, str. 108.

### 3 Eksperimentalni del: Metode dela in opis izvedbe raziskave

V galvanskem členu sva za elektrodi uporabila cink in grafit. Cinkova ploščica je merila 0,5 mm v širino, njena ploščina pa je bila 9,85 cm x 4,05 cm. Okrogla grafitna paličica s premerom 0,9 cm je bila dolga 8,5 cm. V galvanskem členu iz enakih elektrod sva uporabila bakreni ploščici z dimenzijami 0,5 mm x 9,85 cm x 4,05 cm.

Za elektrolit sva uporabila 200 ml vodne raztopine kuhinjske soli (NaCl). Pri večini poskusov je bilo masno razmerje med vodo in soljo 5 proti 1 (200 ml vode in 40 g soli).

Elektrolit sva nalila v kvadratno plastično posodico. Na pokrovčku posodice sva izrezala luknji in skozi njih potisnila elektrodi.

Napetost in temperaturo sva merila z merilnikoma Vernier, priključenima na računalnik. Spreminjanje napetosti in temperature sva spremljala od 18 do 11.000 s. Za zajem podatkov sva uporabila program Logger Lite.

Elektrode in elektrolite sva segrevala v vodni kopeli, ohlajala pa sva jih v hladilniku.

Pri vseh merjenjih sva bila pozorna to, da se elektrodi nista dotikali. Če se elektrodi dotikata, to vpliva na napetost.

Za ugotavljanje, kaj pri reakciji nastaja, sva tri enake galvanske člene pustila delovati pet dni.

Prvi galvanski člen (označen s številko 2) je imel za elektrolit raztopino vodovodne vode in soli. Bil je brez pokrova. Drugi galvanski člen (označen s številko 4) je imel za elektrolit raztopino vodovodne vode in soli. Da bi preprečila dotok zunanjega zraka do elektrolita, sva posodico zapečatila z lepilnim trakom. Tretji galvanski člen (označen s številko 6) je imel za elektrolit raztopino destilirane vode in soli, enako kot drugi pa je bil zapečaten z lepilnim trakom.

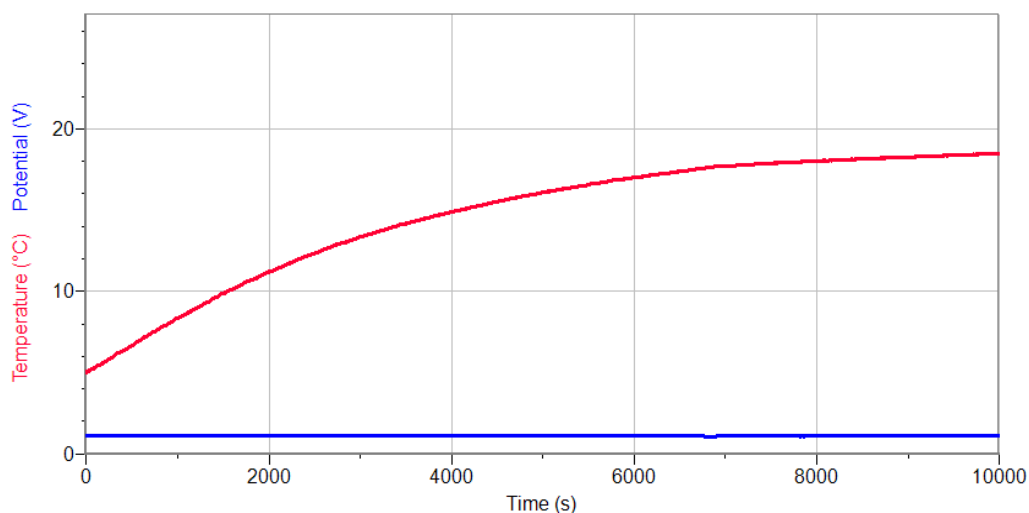


## 4 Rezultati

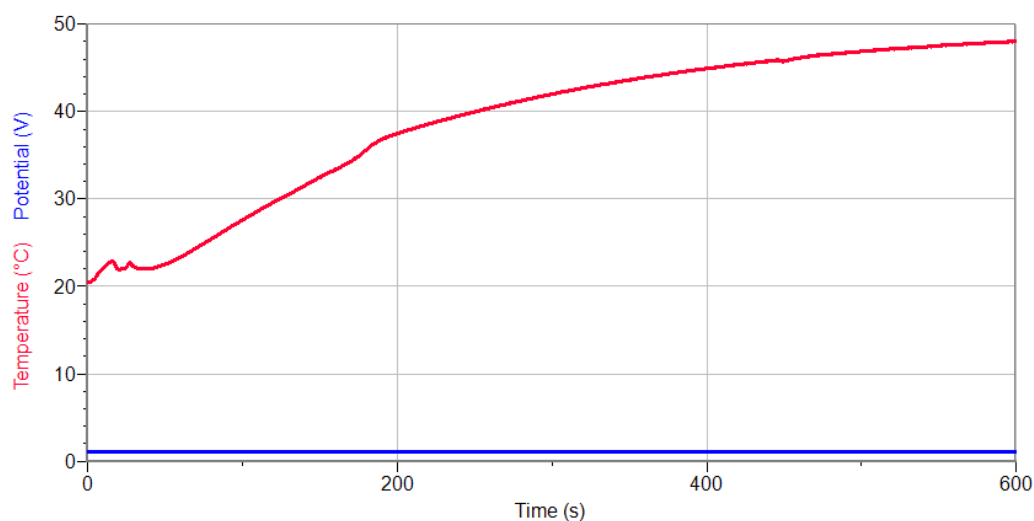
### 4.1 Vpliv temperature

#### 4.1.1 Segrevanje elektrolita

Pri prvem poskusu sva cel galvanski člen v hladilniku najprej ohladila na 5 °C in spremljala, kako se je na sobni temperaturi postopno segreval (Graf 1). Potem sva isti lonček položila v vročo vodno kopel in spet spremljala napetost (Graf 2). Graf 1 in graf 2 kažeta, da se napetost kljub spreminjanju temperature ni spreminjala.



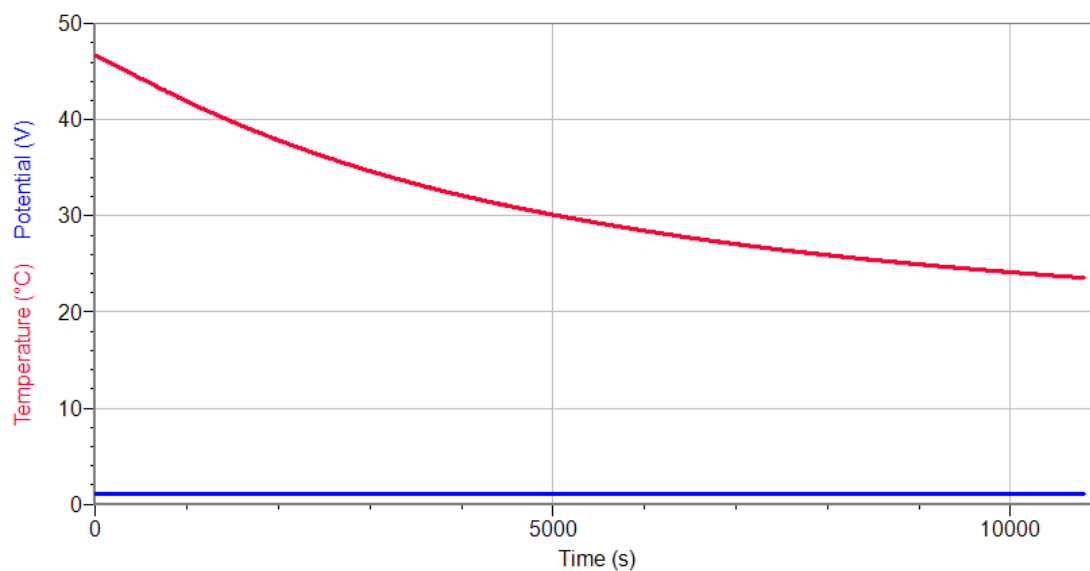
Graf 1: Rast temperature galvanskega člana s 5 °C na 20 °C



Graf 2: Rast temperature galvanskega člana s 20 °C na približno 50 °C

### 4.1.2 Ohlajanje elektrolita

Elektrolit v galvanskem členu sva segrela na približno 47 °C in ga pustila na sobni temperaturi, da se je postopno ohladil. Graf 3 kaže, da nižanje temperatura ne vpliva na napetost.

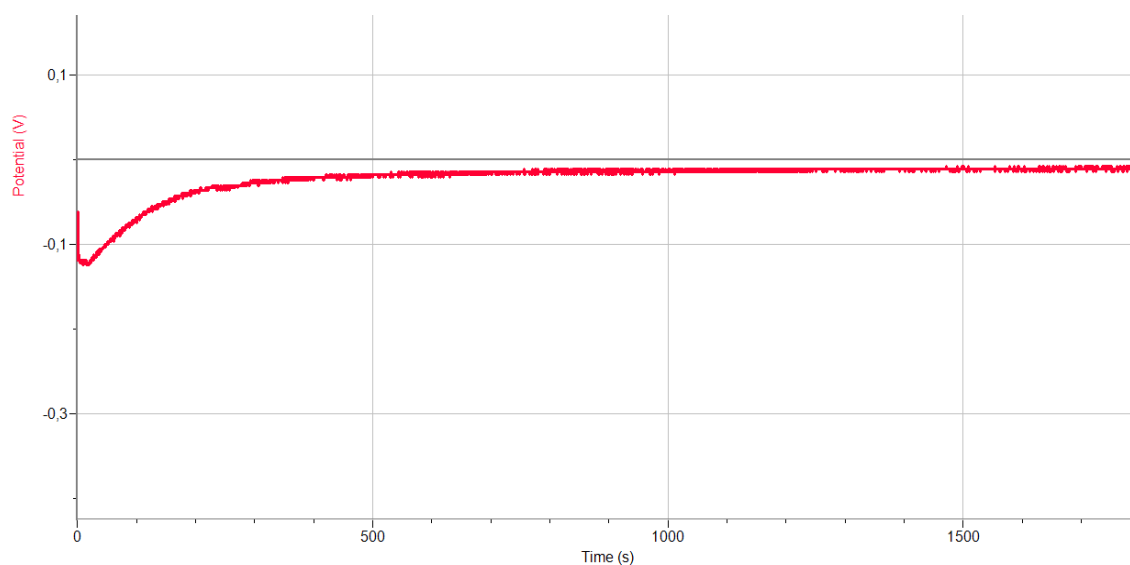


Graf 3: Padanje temperature galvanskega člena s približno 50 °C na 20 °C

### 4.1.3 Galvanski člen iz enakih elektrod z različnima temperaturama

Eno bakreno ploščico sva v hladilniku ohladila na približno 5 °C, drugo pa segrela na približno 50 °C in ju zvezala v galvanski člen. V elektrolitu pri sobni temperaturi se je prva elektroda segrevala, druga pa ohlajala.

Kot je razvidno s spodnjega grafa, je napetost galvanskega člena večja, če je razlika med temperaturama elektrod večja.



*Graf 4: Ločeno spreminjanje temperature elektrodam*

Napetost na grafu je negativna, ker pred merjenjem nisva vedela, katera elektroda je pozitivna in katera negativna.

## 4.2 Vpliv koncentracije elektrolita

Kot elektrolit sva uporabila kuhinjsko sol (NaCl) in vodo (iz pipe ali destilirano) in spreminjala masno razmerje med njima.

### 4.2.1 Poskus 2.1: Nasičenost soli v vodi iz pipe

Pri tem poskusu sva galvanskemu členu z vodo iz pipe kot elektrolitom postopno dodajala sol in pri tem merila napetost.

| Razmerje ( sol : voda )     | Napetost (V) |
|-----------------------------|--------------|
| 0 : 1 ( brez soli )         | 0,845        |
| 1 : 20                      | 1,04         |
| 1 : 10                      | 1,05         |
| 1 : 5                       | 1,13         |
| 1 : 4                       | 1,15         |
| 3 : 10 (nasičena raztopina) | 1,17         |

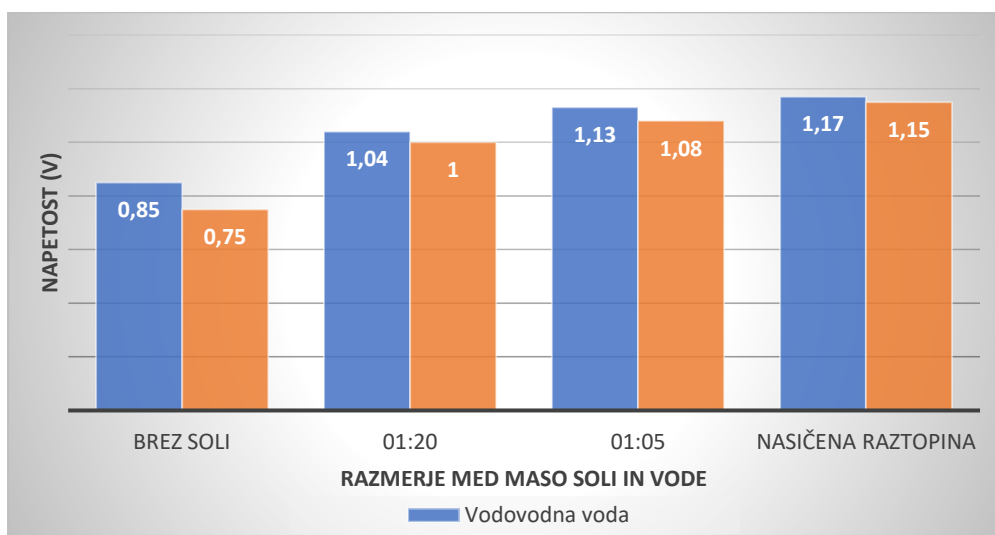
*Preglednica 1: Spreminjanje napetosti v odvisnosti od koncentracije elektrolita v vodovodni vodi*

### 4.2.2 Poskus 2.2: Nasičenost soli v destilirani vodi

Pri tem poskusu sva galvanskemu členu, z destilirano vodo kot elektrolitom, postopno dodajala sol in pri tem merila napetost, kot je razvidno iz spodnje preglednice:

| Razmerje ( sol : voda )     | Napetost (V) |
|-----------------------------|--------------|
| 0 : 1 ( brez soli )         | 0,75         |
| 1 : 20                      | 1            |
| 1 : 10                      | 1,04         |
| 1 : 5                       | 1,08         |
| 1 : 4                       | 1,1          |
| 3 : 10 (nasičena raztopina) | 1,15         |

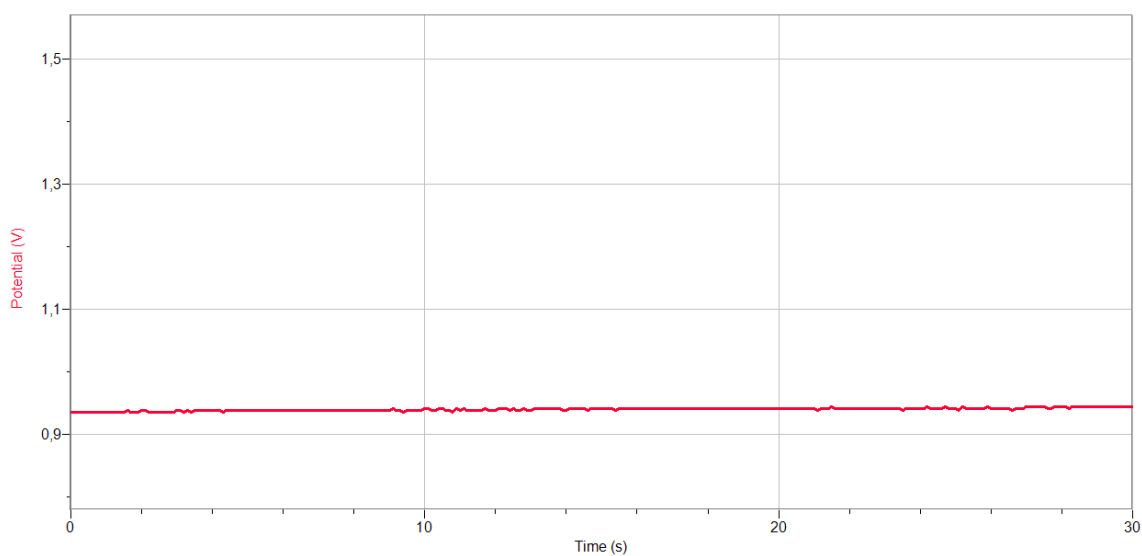
*Preglednica 2: Spreminjanje napetosti v odvisnosti od koncentracije elektrolita v destilirani vodi*



Graf 5: Primerjava napetosti galvanskega člena, če je elektrolit vodovodna ali destilirana voda

### 4.3 Vpliv mešanja elektrolita

Sestavila sva galvanski člen in ga pripela na voltmeter. Nato sva z žlico vedno hitreje mešala elektrolit galvanskega člena. Na spodnji sliki je graf, ki prikazuje napetost člena med mešanjem:

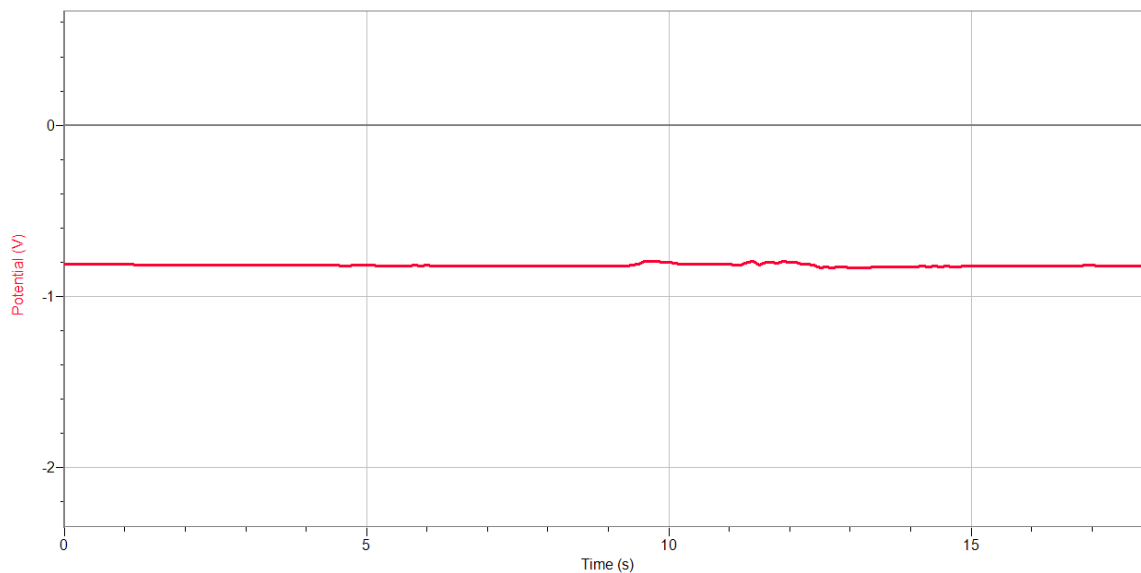


Graf 6: Napetost med mešanjem elektrolita

Kot lahko vidimo, se napetost ne spreminja.

#### 4.4 Vpliv razdalje med elektrodama

V tem poskusu sva preizkušala, ali medsebojna oddaljenost elektrod vpliva na napetost, ki jo dajejo galvanski členi. Graf 6 kaže, kako se je spreminjala napetost člena, medtem ko sva počasi manjšala medsebojno razdaljo med elektrodama.

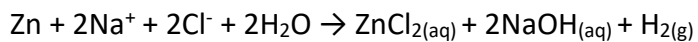


*Graf 7: Napetost med manjšanjem medsebojne oddaljenosti elektrod*

Večjih nihanj v napetosti ni.

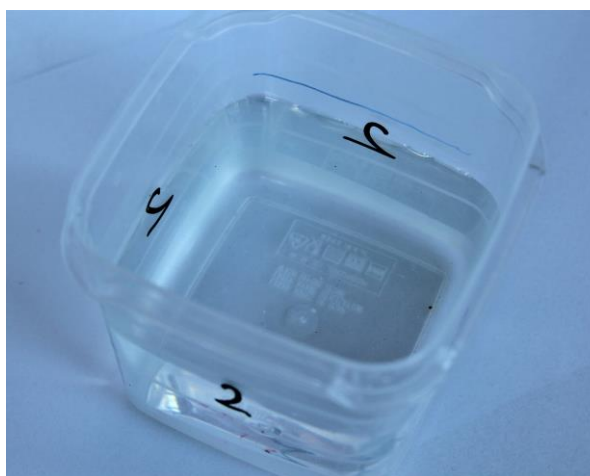
## 4.5 Reakcija

Pri tem poskusu, sva dokazala, da se v galvanskem členu res dogaja naslednja reakcija:

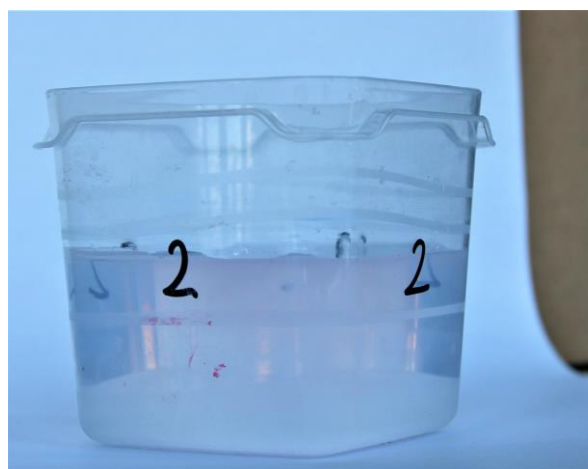


Da bi dokazala, da je eden od produktov reakcije natrijev hidroksid (NaOH), sva sestavila tri enake galvanske člene in jih del zapečatila z lepilom. S tem sva preprečila dovod ogljikovega dioksida (CO<sub>2</sub>) iz ozračja. Če bi se ogljikov dioksid raztapljal v vodi, bi nastajala ogljikova kislina (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), ki bi nevtralizirala nastalo bazo (natrijev hidroksid (NaOH)).

Na fotografijah so elektroliti galvanskih členov po 5-dnevnem delovanju pred dodatkom indikatorja in po njem:



Slika 2: Odprt lonček 2 z vodovodno vodo pred dodatkom indikatorja



Slika 3: Odprt lonček 2 z vodovodno vodo po dodatku indikatorja



Slika 4: Zapečaten lonček 4 z destilirano vodo pred dodatkom indikatorja



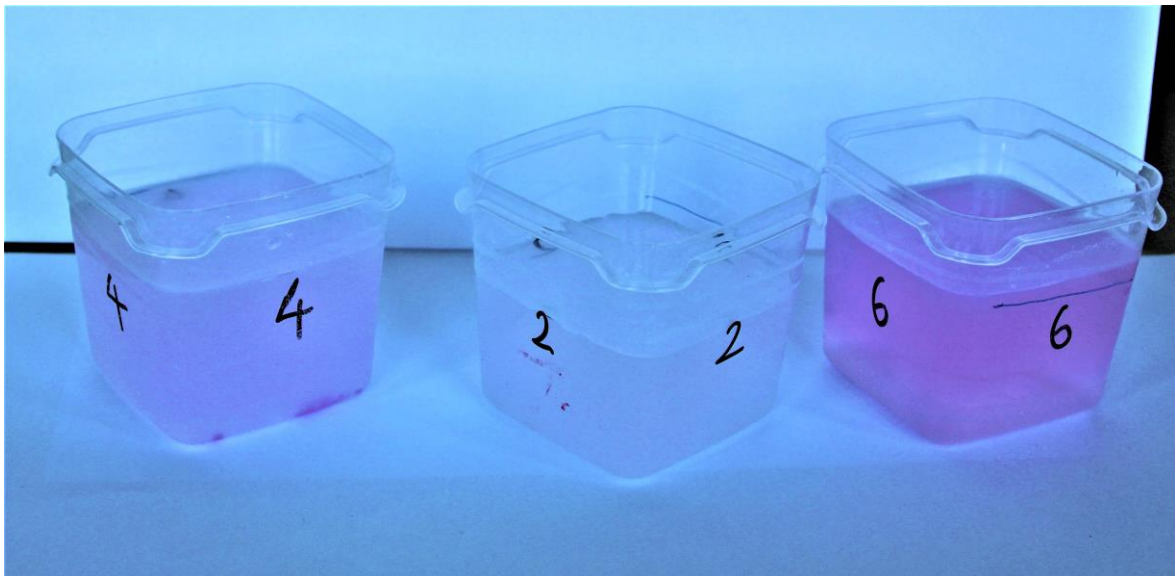
Slika 5: Zapečaten lonček 4 z destilirano vodo po dodatku indikatorja



Slika 6: Zapečaten lonček 6 z vodovodno vodo pred dodatkom indikatorja

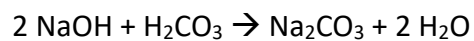


Slika 7: Zapečaten lonček 6 z vodovodno vodo po dodatku indikatorja



Slika 8: Lončki 2, 4 in 6 po dodatku indikatorja

V posodici 2 se je elektrolit obarval minimalno. Iz tega sklepamo, da je nastali natrijev hidroksid nevtraliziral ogljikova kislina ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), ki je istočasno nastajala pri raztapljanju ogljikovega dioksida iz okoliškega zraka v vodi:





## 5 Razprava

### Hipoteza 1 (1.1, 1.2 in 1.3)

**1.1** Temperatura elektrolita vpliva na napetost, ki jo daje galvanski člen. **NE DRŽI**

**1.2** Če hipoteza **1.1** drži: Višja je temperatura elektrolita, višja je napetost, ki jo daje galvanski člen. **NE DRŽI**

#### Pojasnilo:

- Iz grafov 1, 2 in 3 vidimo, da se s spreminjanjem temperature napetost ne spreminja.

**1.3** Če imata enaki elektrodi različni temperaturi, napetost je. **DRŽI**

#### Pojasnilo:

- Graf 4 kaže, da je med enakima elektrodama z različno temperaturo, napetost.
- Pri razliki temperatur 41 °C je napetost 0,12 volta.

### Hipoteza 2 (2.1. in 2.2)

**2.1** Koncentracija elektrolita vpliva na napetost, ki jo daje galvanski člen. **DRŽI**

**2.2** Če hipoteza **2.1** drži: Bolj koncentriran je elektrolit, večja je napetost galvanskega člena. **DRŽI**

#### Pojasnilo:

- Graf 5 kaže, da z večanjem koncentracije elektrolita napetost raste.
- Ko je bila elektrolit galvanskega člena samo voda, je dajal napetost 0,85 volta.
- Ko je bil elektrolit nasičena raztopina, je bila napetost 1,17 volta.
- Ko je bila elektrolit galvanskega člena samo destilirana voda, je dajal napetost 0,75 volta.
- Ko je bil elektrolit nasičena raztopina, je bila napetost 1,15 volta.

### Hipoteza 3 (3.1. in 3.2.)

**3.1** Galvanski člen daje napetost, če je elektrolit vodovodna voda. **DRŽI**

**3.2** Če hipoteza **3.1** drži: Galvanski člen daje napetost, če je elektrolit destilirana voda. **DRŽI**

#### Pojasnilo:

- Galvanski člen, ki ima kot elektrolit le vodo iz pipe, daje napetost 0,85 volta (Preglednica 1).
- Galvanski člen, ki ima kot elektrolit le destilirano vodo, daje napetost 0,75 volta (Preglednica 2).

## Hipoteza 4 (4.1. in 4.2.)

4.1 Mešanje elektrolita vpliva na napetost galvanskega člena. **NE DRŽI**

4.2 Če hipoteza 4.1 drži: Če mešamo elektrolit galvanskega člena, je napetost višja. **NE DRŽI**

### Pojasnilo:

- Medtem ko sva elektrolit galvanskega člena mešala, je bila napetost stalna na približno 0,93 volta (Graf 6).

## Hipoteza 5 (5.1. in 5.2.)

5.1 Medsebojna oddaljenost elektrod vpliva na napetost. **NE DRŽI**

5.2 Če hipoteza 5.1. drži: Večja je oddaljenost med elektrodama, manjša je napetost. **NE DRŽI**

### Pojasnilo:

- Medtem ko sva spreminjala razdaljo med elektrodama, je bila napetost, ki jo je dajal galvanski člen, stalna, približno 0,8 volta (Graf 7).

## Hipoteza 6

6 Pri reakciji v galvanskem členu nastaja natrijev hidroksid (NaOH). **DRŽI**

### Pojasnilo:

- S slik 5 in 7 je razvidno, da je elektrolit bazičen. Tudi v odprtem lončku je nastajal natrijev hidroksid, a ga je ogljikova kislina (ki je nastajala iz ogljikovega dioksida iz zraka) nevtralizirala.

## 6 Zaključek

Raziskavo bi lahko razširili z preučevanjem galvanskih členov z drugimi kombinacijami elektrod in elektrolita. Raziskali bi lahko tudi, kako na napetost vplivajo velike razdalje in večje temperaturne razlike

Zanimivo, a tehnično zahtevno bi bilo raziskati vpliv pritiska na napetost galvanskega člena.

## 7 Viri

*Electrode*. Wikipedija (2019). <https://en.wikipedia.org/wiki/Electrode>

Wikipedija: *Electrolyte*. (2020). <https://en.wikipedia.org/wiki/Electrolyte>

Wikipedija: *Electronegativity*. (2020).

<https://en.wikipedia.org/wiki/Electronegativity>

Wikipedija: *Električna napetost*.(2017).

[https://sl.wikipedia.org/wiki/Električna\\_napetost](https://sl.wikipedia.org/wiki/Električna_napetost)

Wikipedija: *Galvanic cell*.(2020). [https://en.wikipedia.org/wiki/Galvanic\\_cell](https://en.wikipedia.org/wiki/Galvanic_cell)

Wikipedija: *Galvanski člen*. (2019). [https://sl.wikipedia.org/wiki/Galvanski\\_%C4%8Dlen](https://sl.wikipedia.org/wiki/Galvanski_%C4%8Dlen)

Wikipedija: *Haf-cell*. (2019). <https://en.wikipedia.org/wiki/Half-cell>

Marošević T. (in drugi), *Fizika + 9*, Učbenik za fiziko v 9. razredu osnovne šole, Ljubljana: Rokus Klett, 2015, str. 108

Wikipedija: *Redoks reakcije*. (2019). [https://sl.wikipedia.org/wiki/Redoks\\_reakcija](https://sl.wikipedia.org/wiki/Redoks_reakcija)

Wikipedija: *Volt*. (2019). <https://en.wikipedia.org/wiki/Volt>

Wikipedija: *Voltage*. (2020). <https://en.wikipedia.org/wiki/Voltage>

*E-učbenik – Kemija 2 – Zgradba galvanskega člena*. (b.d.).

<https://eucbeniki.sio.si/kemija2/index.html>

Zmazek B (urednik), *Kemija 2*, i-učbenik za kemijo v 2. letniku gimnazije, Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, 2014, str. 141, <https://eucbeniki.sio.si/kemija2/index.html>, 3. 3. 2020

### 7.1 Seznam slik

**Slika 1:** Galvanski člen z elektrolitskim ključem. Vir:

[https://sl.wikipedia.org/wiki/Galvanski\\_%C4%8Dlen#/media/Slika:Electrochemical\\_element\\_with\\_salt\\_bridge.png](https://sl.wikipedia.org/wiki/Galvanski_%C4%8Dlen#/media/Slika:Electrochemical_element_with_salt_bridge.png)

**Slika 2:** Odprt lonček 2 z vodovodno vodo pred dodatkom indikatorja

**Slika 3:** Odprt lonček 2 z vodovodno vodo po dodatku indikatorja

**Slika 4:** Zapečaten lonček 4 z destilirano vodo pred dodatkom indikatorja

**Slika 5:** Zapečaten lonček 4 z destilirano vodo po dodatku indikatorja

**Slika 6:** Zapečaten lonček 6 z vodovodno vodo pred dodatkom indikatorja

**Slika 7:** Zapečaten lonček 6 z vodovodno vodo po dodatku indikatorja

## 7.2 Seznam grafov

**Graf 1:** Rast temperature galvanskega člana s 5 °C na 20 °C

**Graf 2:** Rast temperature galvanskega člana s 20 °C na približno 50 °C

**Graf 3:** Padanje temperature galvanskega člana s približno 50 °C na 20 °C

**Graf 4:** Ločeno spreminjanje temperature elektrodam

**Graf 5:** Primerjava napetosti galvanskega člana, če je elektrolit vodovodna ali destilirana voda

**Graf 6:** Napetost med mešanjem elektrolita

**Graf 7:** Napetost med manjšanjem medsebojne oddaljenosti elektrod

## 7.3 Seznam preglednic

**Preglednica 1:** Spreminjanje napetosti v odvisnosti od koncentracije elektrolita v vodovodni vodi

**Preglednica 2:** Spreminjanje napetosti v odvisnosti od koncentracije elektrolita v destilirani vodi

## **8 Zahvala**

Zahvaljujeva se mentorici učiteljici Danici Mati Djuraki, ki nama je odgovorila na vsa vprašanja in vedno poskrbela, da sva proste ure lahko preživela v kabinetu za kemijo.

Zahvaljujeva se tudi staršem za podporo. Tudi zato, da so nama dali mir in razumeli, da se je treba o raziskovalni nalogi pogovarjati in skupaj preživeti veliko časa.

Gregor in Anže