



Elektrika iz sadja in zelenjave

raziskovalna naloga

Avtorici:

Samantha Ana Domšek, 8. b

Taja Zalar, 8. b

Mentor:

Boštjan Štih, prof. bio in kem

ELEKTRIKA IZ SADJA IN ZELENJAVE

raziskovalna naloga

Avtorici:

Samantha Ana Domšek, 8. b

Taja Zalar, 8. b

Mentor:

Boštjan Štih, prof. bio in kem

lektorica:

Petra Galič, prof. slov.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

april, 2011

Kazalo vsebine

Kazalo slikovnega gradiva	4
Kazalo grafikonov	4
Povzetek	5
1 Uvod	6
1.1 Teoretske osnove	6
1.1.1 Električna celica	6
1.1.2 Galvanski člen	6
1.1.3 Elektrokemijska napetostna vrsta (redoks vrsta)	7
1.2 Opis raziskovalnega problema	8
1.3 Hipoteze	8
1.4 Raziskovalne metode	9
1.4.1 Delo z viri	9
1.4.2 Ugotavljanje najbolj ustrezne kombinacije kovin	9
1.4.3 Ugotavljanje vpliva pH elektrolita na višino napetosti	9
1.4.4 Ugotavljanje vpliva koncentracije elektrolita na višino napetosti	9
1.4.5 Ugotavljanje primerne količine ali zelenjave	10
1.4.6 Ugotavljanje potrebnega števila členov za delovanje določenega porabnika	10
1.4.7 Priprava pisnega poročila	10
2 Osrednji del	11
2.1 Predstavitev raziskovalnih rezultatov	11
2.1.1 Ugotavljanje najbolj ustrezne kombinacije kovin	11
2.1.2 Ugotavljanje vpliva pH elektrolita na višino napetosti	12
2.1.3 Ugotavljanje vpliva koncentracije elektrolita na višino napetosti	13
2.1.4 Ugotavljanje primerne količine ali zelenjave	14
2.1.5 Ugotavljanje potrebnega števila členov za delovanje določenega porabnika	15
2.2 Diskusija	16
3 Zaključek	17
4 Viri in literatura	18
4.1 Pisni viri	18
4.2 Viri slik	18

Kazalo slikovnega gradiva

Slika 1: Kovinske ploščice, ki smo jih uporabljali.....	9
Slika 2: Za delovanje zvočnega modula oziroma računala je potrebno različno število členov	15
Slika 3: Napetost se povečuje z večanjem števila zaporedno vezanih členov	15

Kazalo grafikonov

Grafikon 1: Vpliv pH na napetost	12
Grafikon 2: Vpliv koncentracije elektrolita na napetost	13
Grafikon 3: Vpliv vrste sadja oziroma zelenjave na napetost in pH.....	14

Povzetek

Cilj naše raziskovalne naloge je bila izdelava učnega pripomočka, ki bi učencem na preprost način prikazal zgradbo in delovanje galvanskega člana, hkrati pa bi bil dovolj preprost za izdelavo. Dela smo se lotili sistematično, saj smo želeli optimalni izkoristek. V ta namen smo ugotavljali, katera vrsta sadja ali zelenjave ter katera kombinacija dveh kovin je za to najprimernejša. Ugotovili smo, da izbira sadja ali zelenjave ni toliko pomembna kot izbira pravih kovin. Na koncu smo izbrali cink in baker ter jabolka nato pa sestavili štiri galvanske člene, jih zaporedno povezali ter nanje priklopili različne porabnike (zvočni modul glasbene čestitke, računalno). Večji porabniki, kot so žarnice ali majhen motorček, pa niso delovali, ker nastaja premajhen tok.

1 Uvod

1.1 Teoretske osnove

Luigi Galvani (1737–1798) je leta 1789 opazoval, kako so žabji kraki na kovinskem kavljju trznili, ko se je v bližini zabliskalo. Alessandro Volta (1745–1827) je leta 1794 ugotovil, da trznejo tudi žabji kraki v stiku z dvema kovinama. (Breuer, 1993)²

1.1.1 Električna limona

Če v limono zapičimo cinkovo in bakreno ploščico (ploščici se v notranjosti limone ne smeta dotikati) in ju povežemo z merilnim instrumentom – voltmetrom, izmerimo napetost približno 0,9 V. Ugotovimo lahko tudi, da bakrena ploščica predstavlja pozitivni pol, cinkova ploščica pa negativnega. Dve limoni – dva člena, ki ju povežemo zaporedno (cink–baker–cink–baker), zagotovita napetost skoraj 2 V, kar je celo nekoliko več, kot navadna okrogla baterija (1,5 V). Vendar pa to ne pomeni, da se lahko dve limoni kosata s pravo baterijo. Ko govorimo o virih električne energije, je namreč pomembno tudi, kolikšen električni tok je vir sposoben zagotoviti. To nazorno pokaže preizkus s kompasom. Električni tok namreč v navitju ustvari magnetno polje, ki odkloni iglo v kompasu (pred sklenitvijo tokokroga naj bo igla v kompasu poravnana s smerjo ovojcev). V primerjavi z navadno okroglo baterijo (1,5 V) je odklon pri uporabi limon komaj zaznaven. Kljub temu da baterija iz limon daje razmeroma šibak električni tok, ta zadošča za delovanje digitalne ročne ure.

Namesto limon lahko uporabimo tudi druge sadeže in celo zelenjavo. Trije krompirji so dovolj, da naprava iz pojoče čestitke več ur glasno igra svojo melodijo. Še bolj presenetljivo pa je, da celo navadna voda iz pipe omogoča delovanje Voltovega člana, kot tudi pravimo tem preprostim baterijam. Pri tem je presenetljivo, da napetost »vodne baterije« komaj kaj zaostaja za veliko bolj kislo baterijo iz limone. Če pa v vodi raztopimo citronko ali vanjo vlijemo kis, doseže napetost vira celo 1V. (Zorec, 2004)⁵

1.1.2 Galvanski člen

Galvanski člen je najbolj znan električni generator. Je naprava, ki kemijsko energijo pretvarja v električno energijo.

Galvanski člen je elektrokemijska celica, v kateri potekajo spontane redoks reakcije. Sestavljen je iz dveh polčlenov, to sta kovini, ki sta kemijsko različni. V enem poteka redukcija in v drugem oksidacija. Proces v galvanskem členu je eksotermen, sprošča pa se električna energija. Enosmerna napetost galvanskega člana je posledica razlike med elektrodnima potencialoma dveh polčlenov. V elektrodi, ki ima manj pozitiven elektrodni potencial (redoks par se nahaja bolj levo v redoks vrsti), se odvija oksidacija oziroma raztapljanje kovine. Pri tem nastajajo elektroni, ki potujejo na drugi polčlen. V polčlenu, ki ima bolj pozitiven elektrodni potencial (redoks par se nahaja bolj desno v redoks vrsti), se odvija redukcija, ko elektroni reducirajo kovinske ione iz elektrolita (na pozitivni elektrodi poteka redukcija, na negativni elektrodi pa oksidacija).

²Breuer, H. (1993). Atlas klasične in moderne fizike. Ljubljana: DZS. Str. 171.

⁵ Zorec, M. (2004). Naravoslovna delavnica. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije. Str. 82–83.

V vsakem polčlenu je elektroda potopljena v raztopino elektrolita (na primer raztopina soli, ki vsebuje kovinske ione). Obe elektrodi sta povezani s kovinskim vodnikom, preko katerega potujejo elektroni. Polčlena sta povezana še z elektrolitskim ključem (npr. cevka, napolnjena z gelom, ki vsebuje nasičeno vodno raztopino KCl ali KNO_3), ki omogoča pretok ionov in s tem sklenitev električnega tokokroga.

To velja tudi za zobne plombe, ki so običajno amalgami (raztopine v živem srebru). Plomba je lahko vir električnega toka: če ugriznemo v košček aluminijaste folije, nastane galvanski člen, v katerem je elektrolit slina, aluminij anoda, zobna plomba pa katoda. Napetost takega člena je približno 2 V, kar je dovolj za zoprni občutek in dosti premalo za elektrošok. (Atkins & Clugston, 1995)¹

1.1.3 Elektrokemijska napetostna vrsta (redoks vrsta)

• Litij	-3,03
• Rubidij	-2,98
• Cezij	-2,92
• Kalij	-2,92
• Barij	-2,92
• Stroncij	-2,89
• Kalcij	-2,76
• Natrij	-2,71
• Magnezij	-2,40
• Berilij	-1,70
• Aluminij	-1,69
• Titan	-1,63
• Mangan	-1,18
• Krom	-0,91
• Cink	-0,76
• Železo	-0,44
• Kadmij	-0,40
• Indij	-0,34
• Talij	-0,34
• Kobalt	-0,27
• Nikelj	-0,23
• Kositer	-0,14
• Svinec	-0,13
• Baker	+ 0,35
• Srebro	+ 0,81
• Živo srebro	+ 0,80
• Platina	+ 1,20
• Zlato	+ 1,42

¹Atkins, P. W. & Clugston, M. (1995). Kemija, zakonitosti in uporaba. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije. str. 204.

1.2 Opis raziskovalnega problema

Želeli smo izdelati napravo, sestavljeno iz nekega sadeža in dveh kovinskih ploščic, ki bi delovala kot vir električne energije, in bi jo lahko uporabljali ali pri pouku fizike ali kemije.

Zato so nas zanimali odgovori na naslednja raziskovalna vprašanja:

1. Kateri dve kovini sta za tako napravo najprimernejši?
2. Kako pH elektrolita vpliva na višino napetosti?
3. Kako koncentracija elektrolita vpliva na višino napetosti?
4. Kateri sadež oziroma zelenjava je za tako napravo najprimernejša?
5. Koliko členov moramo sestaviti, da bo naprava poganjala nek porabnik, kot je npr. zvočni modul glasbene čestitke ali računalno?

1.3 Hipoteze

Na osnovi raziskovalnih vprašanj smo postavili naslednje hipoteze:

1. Za izdelavo galvanskega člana sta najprimernejša baker in aluminij.
2. Z zniževanjem pH elektrolita raste napetost člana.
3. Pri višjih koncentracijah elektrolita nastane nižja napetost.
4. Za izdelavo galvanskega člana je bolje vzeti kisle sadeže.
5. Za delovanje računala sta potrebna dva člana, za delovanje modula glasbene čestitke so potrebni trije členi.

1.4 Raziskovalne metode

1.4.1 Delo z viri

Najprej smo pregledali obstoječe vire v zvezi s problematiko, ki smo jo raziskovali. Poiskali smo potrebne informacije, na osnovi katerih smo kasneje postavili hipoteze.

1.4.2 Ugotavljanje najbolj ustrezne kombinacije kovin

Pri izvajanju poskusa smo uporabljali navaden kis za vlaganje, ki smo ga z destilirano vodo razredčili do približno 8 %. Same koncentracije ni pomembno natančno določiti, pomembno je samo, da smo vse poskuse izvajali z isto raztopino. Pri poskusu smo uporabljali različne kovinske ploščice, in sicer:

- medenino
- tombak
- baker
- cink
- aluminij
- železo
- pocinkano pločevino
- nerjavečo pločevino

Posamezno ploščico smo z žico in krokodilsko sponko povezali z univerzalnim merilnim instrumentom. Ploščici smo nato potopili približno 2 cm v raztopino kisa in merili napetost, ki je pri tem nastala. Vsakič smo ploščice namakali enako globoko, razdalja med njima je bila prav tako enaka. Vse ploščice so bile tudi približno enako velike.



Slika 1: Kovinske ploščice, ki smo jih uporabljali

1.4.3 Ugotavljanje vpliva pH elektrolita na višino napetosti

Pripravili smo vodne raztopine klorovodikove kisline s pH vrednostmi od 1 do 6, za primer nevtralnega pH pa smo uporabili destilirano vodo. V vsako raztopino smo enako globoko potopili ploščici iz bakra in cinka, ki sta bili enako oddaljeni druga od druge, ter merili napetost, ki je nastala.

Poskus smo nato ponovili še z bazičnimi vodnimi raztopinami natrijevega hidroksida s pH vrednostmi od 8 do 12.

1.4.4 Ugotavljanje vpliva koncentracije elektrolita na višino napetosti

Pripravili smo raztopine natrijevega klorida s koncentracijami 10–100 g/L z intervalom 10 g/L ter 100–300 g/L z intervalom 50 g/L. V vsako raztopino smo enako globoko potopili ploščici iz bakra in cinka, ki sta bili enako oddaljeni druga od druge, ter merili napetost, ki je nastala.

1.4.5 Ugotavljanje primerne sadeža ali zelenjave

Potem ko smo našli najbolj optimalno kombinacijo dveh kovin, smo začeli iskati najprimernejše sadje ali zelenjavo za našo napravo. Testirali smo tisto, kar smo dobili v bližnji trgovini:

- jabolko
- mandarino
- kaki
- grenivko
- pomarančo
- limono
- mango
- limeto
- kivi
- bučko
- krompir
- paradižnik
- črno redkev
- čebulo

Vanje smo vedno približno enako globoko zapičili cinkovo in bakrovo ploščico ter merili napetost, ki je pri tem nastala, na enak način kot v prejšnjem primeru. Po meritvi smo s sokovnikom iz posameznega sadja oziroma zelenjave iztisnili sok in z elektronskim pH metrom Piccolo izmerili pH vrednost tega soka.

1.4.6 Ugotavljanje potrebnega števila členov za delovanje določenega porabnika

Glede na to, da v povprečju nastane na posameznem členu okoli 0,9 V napetosti, smo člene med sabo zaporedno vezali, saj se v tem primeru napetosti seštevajo. Tako smo zaporedno vezali posamezne člene in jih povezali s porabnikom ter ugotavljali, kdaj le-ta prične delovati.

1.4.7 Priprava pisnega poročila

Podatke, ki smo jih pridobili z meritvami, smo uredili s programom Excel 2010, s katerim smo tudi narisali vse grafikone. Vse fotografije so izdelane z digitalnim fotoaparatom Canon EOS350D in objektivom Canon 18-55, brez uporabe bliskavice. Obdelane so s programom AdobePhotoshopElements 4.0. Končno poročilo je izdelano s programom Word 2010.

2 Osrednji del

2.1 Predstavitev raziskovalnih rezultatov

2.1.1 Ugotavljanje najbolj ustrezne kombinacije kovin

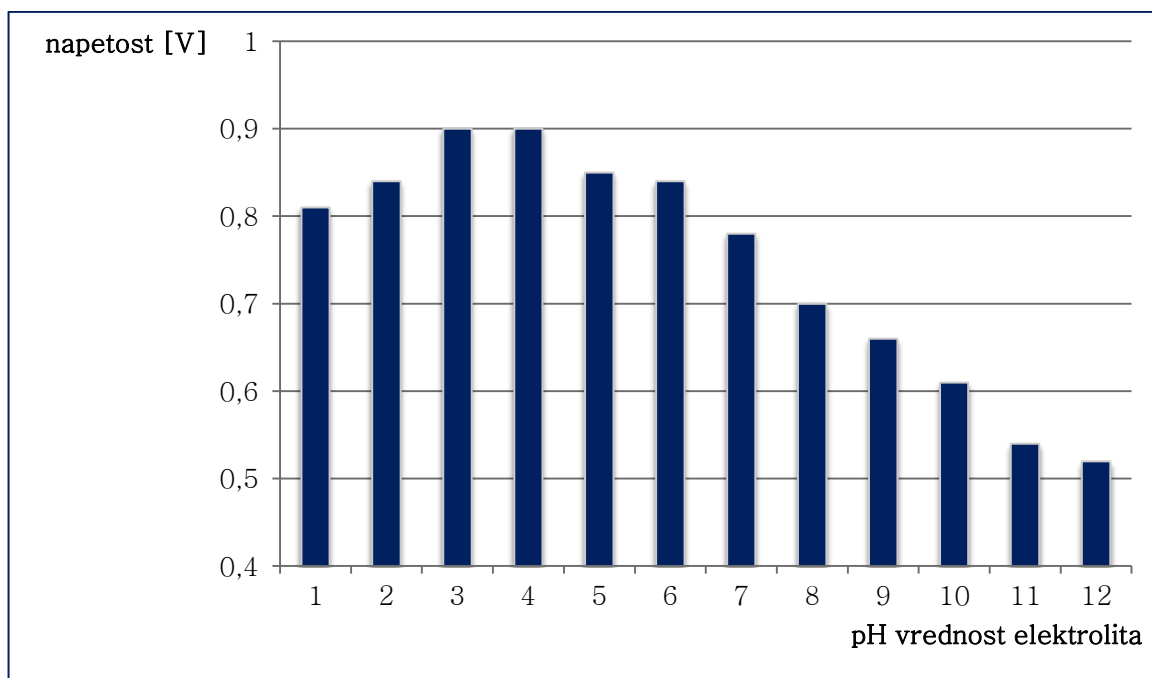
	aluminij	Cink	medenina	tombak	železo	baker	nerjaveče jeklo	pocinkana pločevina
pocinkana pločevina	0,46	0,00	0,93	0,97	0,45	0,98	0,60	
nerjaveče jeklo	0,14	0,58	0,60	0,13	0,20	0,14		
baker	0,38	0,91	0,10	0,00	0,50			
železo	0,40	0,46	0,40	0,47				
tombak	0,39	0,90	0,40					
medenina	0,30	0,79						
cink	0,38							
aluminij								

Tabela 1: Rezultati meritev napetosti ob uporabi kombinacij različnih kovin

Iz Tabele 1 je razvidno, da največja napetost nastane ob uporabi kombinacij cinka oziroma pocinkane pločevine z bakrom, medenino in tombakom. Medenina in tombak sta zlitini bakra in cinka. V medenini je delež bakra okoli 70 %, v tombaku pa tudi do 90 %. Zato se logično spreminja tudi napetost. Tako pri uporabi cinka ali pocinkane pločevine nastane najvišja napetost če kot drugo kovino uporabimo baker, najnižja pa pri uporabi medenine, kjer je delež bakra najmanjši. S povečevanjem deleža bakra v zlitini se napetost v členu povečuje.

Pri uporabi drugačnih kombinacij kovin smo dobili precej nižje vrednosti nastale napetosti. Iz rezultatov poskusa izhaja, da je za sestavo galvanskega členu najboljše uporabiti baker in pocinkano pločevino, a ker smo le-te imeli manj na razpolago, smo v nadaljevanju poskuse opravljali s cinkom in bakrom, ker so rezultati zelo podobni.

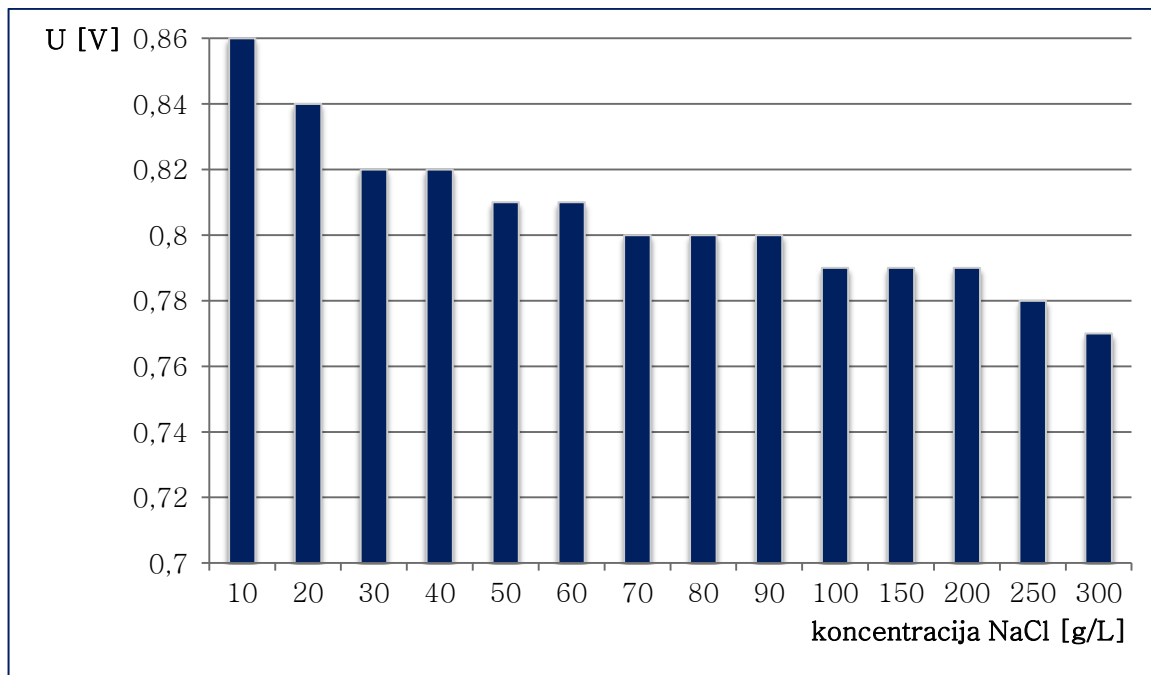
2.1.2 Ugotavljanje vpliva pH elektrolita na višino napetosti



Grafikon 1: Vpliv pH na napetost

Iz Grafikona 1 je razvidno, da pH vrednost vpliva na napetost, in sicer najvišja napetost nastane pri pH vrednosti 3 in 4, z zviševanjem oziroma zniževanjem pH vrednosti pa napetost upada.

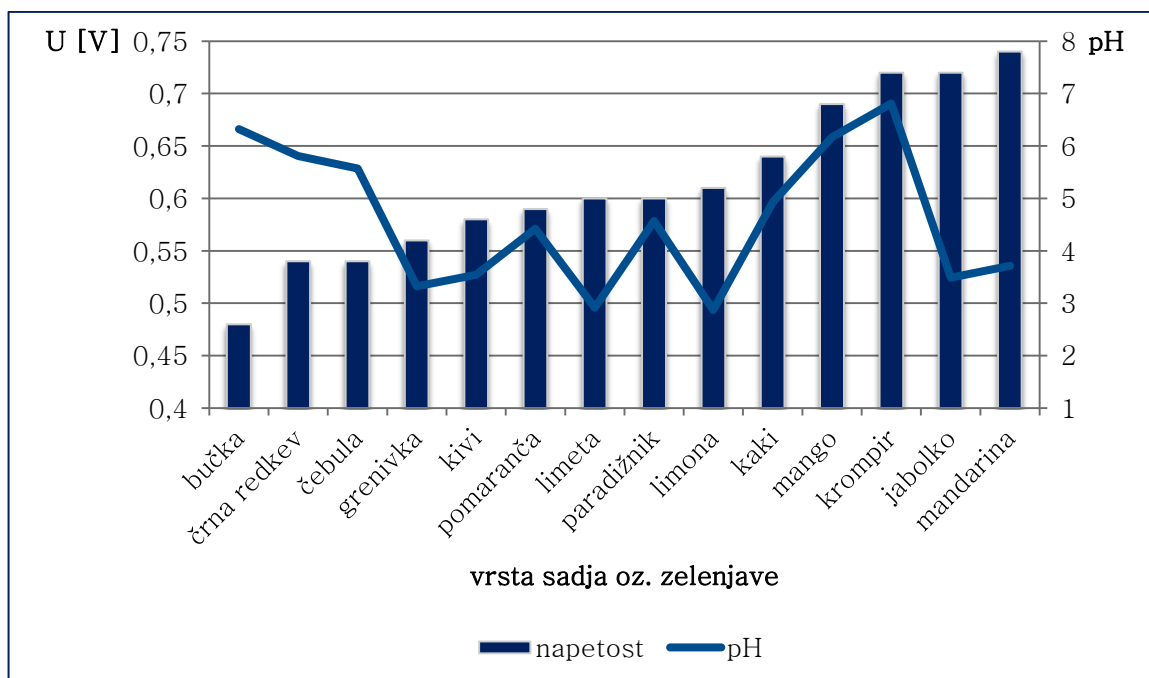
2.1.3 Ugotavljanje vpliva koncentracije elektrolita na višino napetosti



Grafikon 2: Vpliv koncentracije elektrolita na napetost

Iz Grafikona 2 je razvidno, da napetost upada s povečevanjem koncentracije natrijevega klorida, čeprav so razlike majhne. Testirati smo pričeli raztopine s koncentracijami 10 g/L ter koncentracijo povečevali za 10 g/L. Ker so bile razlike v izmerjeni napetosti vedno manjše, smo poskus od koncentracije 100 g/L nadaljevali s povečevanjem koncentracije za 50 g/L. Napetost je še naprej počasi upadala.

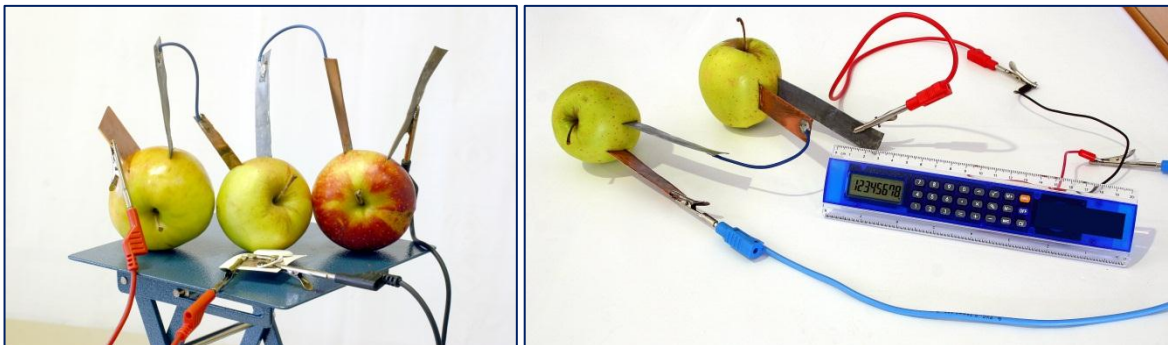
2.1.4 Ugotavljanje primerne sode ali zelenjave



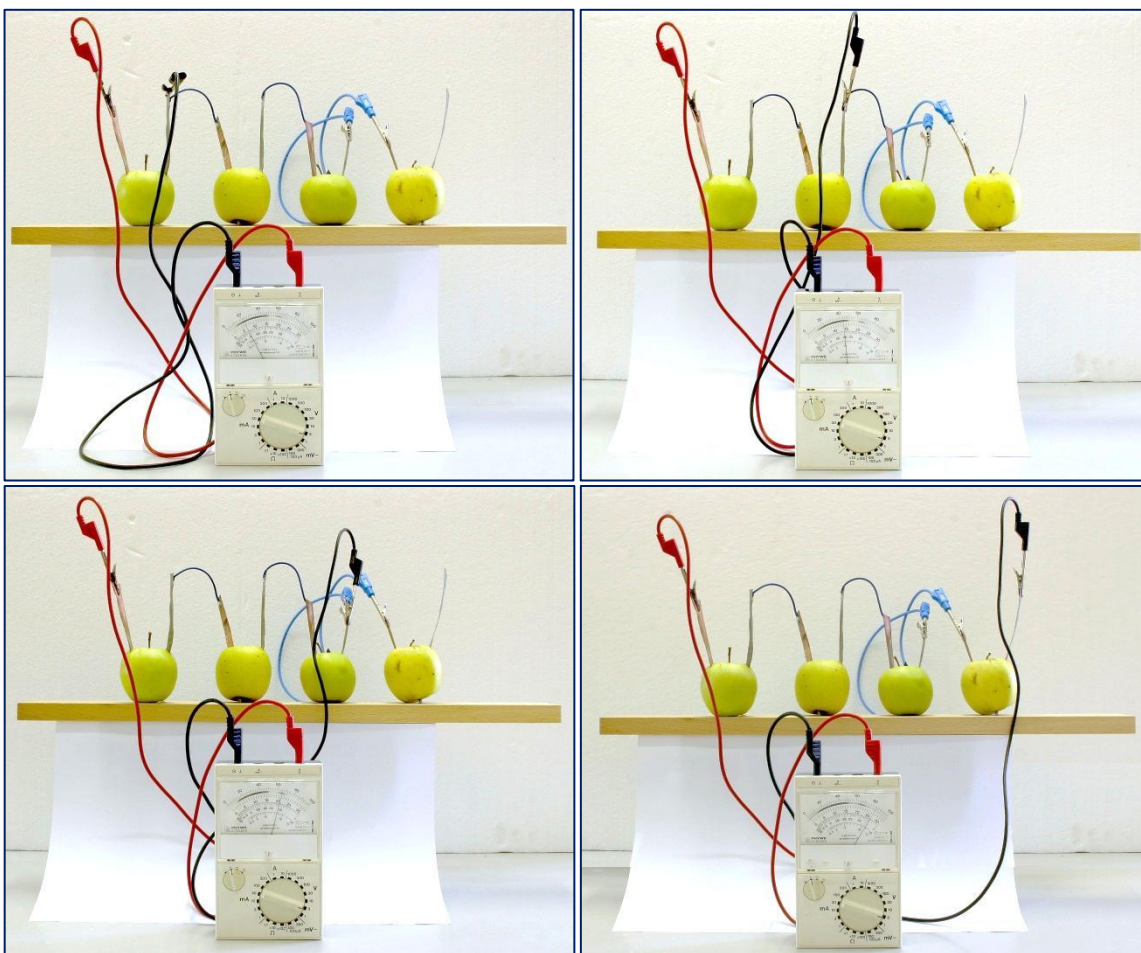
Grafikon 3: Vpliv vrste sadja oziroma zelenjave na napetost in pH

Iz Grafikona 3 je razvidno, da najvišja napetost nastane pri uporabi krompirja, jabolka ali mandarine, kljub temu da se pH vrednosti soka v teh plodovih oziroma gomoljih zelo razlikuje. Krompir ima pH skoraj 7, pa nastane skoraj enaka napetost kot pri jabolku, ki ima pH približno 3,5. Nasprotno pa imajo mandarina, limeta in limona podoben pH, pa pri limeti in limoni nastane nižja napetost kot pri mandarini. Iz tega sklepamo, da na višino napetosti vplivajo še drugi dejavniki, saj je v rastlinskih delih veliko različnih snovi z zelo različnimi koncentracijami in lastnostmi, ki pa vse ne vplivajo na pH vrednost, lahko pa vplivajo na električno prevodnost. Za najprimernejše so se izkazali torej krompir, jabolko in mandarina, pogojno pa še mango. Presenetljivo je nižja napetost nastala v limonah, pomarančah in limetah, saj bi glede na rezultate mandarin, ki prav tako spadajo v skupino agrumov, pričakovali višje vrednosti napetosti.

2.1.5 Ugotavljanje potrebnega števila členov za delovanje določenega porabnika



Slika 2: Za delovanje zvočnega modula oziroma računalja je potrebno različno število členov



Slika 3: Napetost se povečuje z večanjem števila zaporedno vezanih členov

Zvočni modul glasbene čestitke normalno deluje na dve gumbni bateriji, ki imata zaporedno vezani približno 3 V napetosti. Iz tega smo sklepali, da bomo morali zaporedno povezati vsaj tri galvanske člene, ki bodo skupaj imeli napetost okoli 2,7 V. Zvočni modul je deloval, a je včasih oddajal rahlo popačeno melodijo. Zato smo zaporedno vezali štiri člene s skupno napetostjo 3,6 V. Zvočni modul je odlično deloval. Tudi računaljo, ki normalno deluje na eno 1,5V gumbno baterijo, odlično deluje ob dveh zaporedno vezanih galvanskih členih, ki sta skupno dala okoli 1,8 V napetosti. Nasprotno pa niso delovali porabniki, kot so razne žarnice, motorčki in podobno, ki sicer delujejo na 1,5V baterije, a je električni upor teh porabnikov prevelik, tok, ki nastaja v našem členu, pa zelo šibak.

2.2 Diskusija

Dandanes si skoraj ne moremo predstavljati življenja brez električne energije. Potrebujemo jo za najrazličnejše električne in elektronske naprave. Električni tok poganja stroje v tovarnah, vrti gospodinjske aparate, ogreva prostore ..., da o radiu, televiziji, računalnikih sploh ne govorimo. Pridobivanje električne energije je razmeroma preprosto, zadoščata le ploščici različnih kovin (npr. bakrena in pocinkana) in kislina. Torej tudi v domačem laboratoriju – kuhinji ne bi smeli imeti težav z izdelavo baterij. Čeprav se morda sliši nekoliko čudno, bomo imeli najmanj težav s kislino, saj limone, kis ali citronko za čaj zagotovo najdemo v vsaki kuhinji. (Zorec, 2004)⁵

V naši raziskovalni nalogi smo si zadali cilj izdelati napravo, s katero bi lahko na preprost način razložili delovanje galvanskega člana.

V prvi hipotezi trdimo, da najvišja napetost nastane ob uporabi bakra in aluminija. Hipotezo smo postavili na osnovi podatkov o elektrokemijskem potencialom posameznih kovin. Kot navaja Kač (2008)³, je razlika standardnih napetosti polčlenov dveh kovin enaka napetosti galvanskega člana. Zato smo sklepali, da bo nastala najvišja napetost ob uporabi aluminija in bakra, saj bi po Kač (2008)³ napetost morala znašati 2,04 V. To hipotezo smo ovrgli, saj je bila izmerjena napetost med aluminijevo in bakreno ploščico 0,38 V, najvišje napetosti pa so nastale ob kombinaciji cinka ter bakra, medenine oziroma tombaka.

V drugi hipotezi trdimo, da z zniževanjem pH vrednosti elektrolita raste napetost. Delovanje voltovega člana omogoča že voda iz pipe, če pa v vodi iz pipe raztopimo citronko ali vanjo vlijemo kis, napetost vira doseže celo 1 V (Zorec, 2004)^{5*}. Kot je razvidno iz Grafikona 1, najvišja napetost nastane pri pH vrednosti 3 in 4, z zviševanjem oziroma zniževanjem pH vrednosti pa napetost upada. Zaradi tega moramo to hipotezo ovreči, saj napetost sicer raste z upadanjem pH, a le do neke meje, nato pa se krivulja ponovno obrne.

V tretji hipotezi smo napovedali, da pri višjih koncentracijah elektrolita nastane nižja napetost. To hipotezo smo postavili naknadno, ko smo dobili podatke o vplivu pH. Ker je pH odvisen od koncentracije hidroksidnih oziroma oksonijevih ionov, smo sklepali, da pri zelo nizkem in zelo visokem pH nižja napetost nastane zaradi tega, ker je v teh raztopinah visoka koncentracija ionov. Hipotezo lahko potrdimo, saj, kot je razvidno iz Grafikona 2, s povečevanjem koncentracije elektrolita napetost člana pada.

Četrta hipoteza pravi, da je za izdelavo galvanskega člana bolje vzeti kisle sadeže. Pri tej hipotezi smo izhajali iz enake predpostavke kot pri drugi hipotezi (Zorec, 2004)^{5*}. Hipotezo moramo ovreči, saj, kot je razvidno iz Grafikona 3, med pH sadeža in napetostjo ni neke logične povezave. Enako lahko trdimo, če zanemarimo pH in primerjamo napetost in okus sadja. Višje napetosti nastanejo pri mandarini, jabolku, krompirju in mangu, od katerih sta mandarina in jabolko bolj kislega okusa kot pa mango in krompir. Velja tudi za nižje napetosti, ki nastanejo pri bučki, redkvi, čebuli in grenivki, pa je le-ta precej bolj kislega okusa kot ostali.

V zadnji hipotezi pa smo napovedali, da sta za delovanje računalna potrebna dva člana, za delovanje modula glasbene čestitke pa trije členi. Hipotezo lahko potrdimo, kar je razvidno tudi iz Slike 2. Kot navaja Zorec (2004)^{5*}, je napetost iz ene limone dovolj, da zadošča za delovanje ročne digitalne ure.

⁵ Zorec, M. (2004). Naravoslovna delavnica. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije. Str. 82.

³ Kač, M. (2008). Kemija, tematski leksikon. Tržič: Učila. Str. 293.

^{5*} Zorec, M. (2004). Naravoslovna delavnica. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije. Str. 83.

3 Zaključek

V naši raziskovalni nalogi smo želeli izdelati model, ki bi učencem na preprost način pokazal delovanje galvanskega člana. V ta namen smo z eksperimenti ugotavljali, katere kovine in katere sadeže je najbolje uporabiti za optimalno delovanje. Poleg tega smo izvedli še dodatne eksperimente, s katerimi smo raziskali teoretično ozadje delovanja modela.

Pri delu nismo imeli posebnih težav, saj smo uspeli dobiti kar nekaj različnih kovin, trgovine pa so tudi dobro založene z najrazličnejšim sadjem oziroma zelenjavo.

Spoznali smo nekaj novih metod in tehnik, saj smo poleg eksperimentalnih veščin morali obvladati še tehnične, saj smo se morali naučiti rezanja pločevine in spajkanja.

Zaradi izdelave te naloge danes bolje razumemo, kako deluje galvanski člen, pa tudi pri fiziki v 9. Razredu nam bo lažje, ko se bomo učili o električnem toku.

4 Viri in literatura

4.1 Pisni viri

1. Atkins, P. W., & Clugston, M. (1995). Kemija, zakonitosti in uporaba. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
2. Breuer, H. (1993). Atlas klasične in moderne fizike. Ljubljana: DZS.
3. Kač, M. (2008). Kemija, tematski leksikon. Tržič: Učila.
4. Turel, I. (1997). Kemijski podatkovnik. Ljubljana: DZS.
5. Zorec, M. (2004). Naravoslovna delavnica. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

4.2 Viri slik

Slike so delo avtoric in mentorja.

Izjava

Mentor (-ica), Boštjan Štih, v skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi naslovom Električna iz sadja in zelenjave, katere avtorji (-ice) so Samantha Ana Domšek in Taja Zalar:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo (-ičino) dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu;
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na spletnih portalih z navedbo, da je nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, 10. 3. 2011

žig šole

Osnovna šola Hudinja

Podpis mentorja(-ice)

Podpis odgovorne osebe

Pojasnilo

V skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja(-ice) in odgovorne osebe šole uvezati v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja(-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor(-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.