

Raziskovalna naloga

OSNOVNA ŠOLA GUSTAVA ŠILIHA LAPORJE

DOLOČITEV NAPETOSTNE VRSTE IN IZDELAVA GALVANSKEGA ČLENA

Astronomija in fizika

Mentorja:

Marijan Krajncan, prof.

Alenka Fidler, prof.

Lektorica:

Metka Urleb, prof.

Avtor:

Tomaž Rak

Laporje, 2011

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorjema, gospodu Marijanu Krajncanu in gospe Alenki Fidler, ki sta me pri delu natančno usmerjala.

Prav tako se zahvaljujem gospe Metki Urleb za lektoriranje raziskovalne naloge in gospodu Milanu Mesariču, ki mi je v tovarni Impol Slovenska Bistrica priskrbel nekaj vzorcev kovin, ki jih običajno v prosti prodaji ni.

Še enkrat vsem iskrena hvala.

KAZALO VSEBINE

1	POVZETEK	3
2	UVOD	4
3	TEORETIČNI DEL	4
3.1	Proučevanje elektrike skozi zgodovino	4
3.1.1	<i>Izvor besede elektrika</i>	5
3.1.2	<i>Benjamin Franklin in njegove raziskave strele</i>	6
3.1.3	<i>Luigi Galvani in živalska elektrika</i>	7
3.1.4	<i>Alessandro Volta, prva baterija in napetostna vrsta</i>	7
3.1.5	<i>Michael Faraday in Faradayeva kletka</i>	8
3.2	Opis električnih količin	9
3.2.1	<i>Elektrina ali električni naboj</i>	9
3.2.2	<i>Električni potencial in električna napetost</i>	11
3.2.3	<i>Električni tok</i>	12
3.2.4	<i>Električna napetost in prevodnost</i>	13
3.3	Lastnosti kovin	13
3.3.1	<i>Napetostna vrsta</i>	14
3.4	Galvanski člen	15
4	EKSPERIMENTALNI DEL	16
4.1	Namen raziskave	16
4.2	Cilji raziskave	16
4.3	Hipoteze	16
4.4	Metodologija	16
4.5	Postopki zbiranja podatkov	17
4.5.1	<i>Eksploimentalne meritve</i>	17
4.6	Obdelava podatkov	18
5	REZULTATI	19
5.1	Določitev napetostne vrste	19
5.1.1	<i>Meritve potenciala med kovinami; elektrolit je slana voda</i>	19
5.1.1.1	<i>Meritve v primerjavi z aluminijem</i>	19
5.1.1.2	<i>Meritve v primerjavi z bakrom</i>	20
5.1.2	<i>Meritve potenciala med kovinami; elektrolit je okisana voda</i>	21
5.1.3	<i>Meritve potenciala med kovinami; elektrolit je sladkana voda</i>	22
5.1.4	<i>Meritve potenciala med kovinami; elektrolit je limonin sok</i>	22
5.2	Meritve električne napetosti glede na elektrolit	23
5.2.1	<i>Meritve električne napetosti kovin v primerjavi z bakrom glede na različen elektrolit</i>	23
5.2.2	<i>Meritve električne napetosti med bakrom in cinkom glede na različen elektrolit</i>	23
5.3	Izdelava galvanskega člena	24
5.3.1	<i>Izdelava galvanskega člena z uporabo bakra in cinka</i>	24
5.3.1.1	<i>Galvanski člen baker – cink (3 cm x 3 cm)</i>	24
5.3.1.2	<i>Galvanski člen baker – cink (6 cm x 6 cm)</i>	25
5.3.2	<i>Izdelava galvanskega člena z uporabo bakra in aluminija</i>	25
6	RAZPRAVA	25
7	ZAKLJUČEK	27
8	LITERATURA	28

KAZALO TABEL

Tabela 1: Fizikalne količine in enote povezane z elektrotehniko	9
Tabela 2: Izbrane kovine za določitev napetostne vrste.....	17
Tabela 3: Elektroliti za določitev napetostne vrste	17

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Potencial kovin potopljenih v slano vodo glede na aluminij	19
Graf 2: Potencial kovin potopljenih v slano vodo glede na aluminij (urejeno po višini izmerjene napetosti)	20
Graf 3: Potencial kovin potopljenih v slano vodo glede na baker (urejeno po višini izmerjene napetosti)	20
Graf 4: Potencial kovin potopljenih v okisano vodo glede na baker	21
Graf 5: Potencial kovin potopljenih v sladkano vodo glede na baker.....	22
Graf 6: Potencial kovin potopljenih v limonin sok glede na baker.....	22
Graf 7: Vsota napetosti vseh kovin glede na baker v posameznih elektrolitih	23
Graf 8: Napetost med bakrom in cinkom v posameznih elektrolitih	24

KAZALO SLIK

Slika 1: Tales.....	5
Slika 2: Risba Bagdadske baterije.....	5
Slika 3: Fotografija bagdadske baterije.....	5
Slika 3: Willam Gilbert	6
Slika 4: Benjamin Franklin	6
Slika 5: Spušcanje zmaja ob nevihti.....	6
Slika 6: Luigi Galvani	7
Slika 7: Alessandro Volta.....	8
Slika 8: Michael Faraday.....	8
Slika 9: Faradayeva kletka v münchenskem muzeju	8
Slika 10: Naelektritev ebonitne palice z volneno krpo	10
Slika 11: Notranjost atoma	10
Slika 12: Prikaz poskusa z ebonitom.....	11
Slika 13: Prikaz poskusa s steklom in ebonitom.....	11
Slika 14: Elektroskop, ki smo mu približali ebonitno palico	12
Slika 15: Baterija voltovih členov	15
Slika 16: Analogni merilec napetosti	18
Slika 17: Priprava na merjenje	18
Slika 18: Pri členu, sestavljenem iz treh celic baker – cink, je dioda zasvetila	24

1 POVZETEK

V okviru raziskovalne naloge smo pregledali zgodovino proučevanja elektrike in teoretično opredelili osnovne električne pojme. V prvem delu eksperimentalnega dela smo razporedili naključno izbrane kovine po padajočem električnem potencialu, pri tem pa uporabili le elektrolite, dosegljive v vsaki kuhinji. Napetostna vrsta, ki smo jo določili glede na baker, je skoraj identična tisti, ki jo lahko najdemo v literaturi: bizmut, silicij, železo, kositer, svinec, nikelj, titan, krom, berilij, aluminij, cink, molibden, magnezij. V drugem delu eksperimentalnega dela smo preverili, kateri elektrolit (slana, sladkana, okisana voda, limonin sok) omogoča najvišje napetosti. Okisano vodo, ki se je pokazala za najustreznejši elektrolit, smo uporabili v tretjem delu eksperimentalnega dela. Naredili smo uporaben vir napetosti, pri čemer smo se naslonili na eksperiment Allessandre Volta, s katerim je sestavil prvo električno baterijo. Pri galvanskem členu, narejenem iz večjih bakrenih in cinkovih ploščic, je zasvetila celo žarnica z 12 volti, ki za svoje delovanje potrebuje 0,1 amper toka. Aluminij ni primerna kovina za izdelavo galvanskega člana.

2 UVOD

S pojmom elektrika se pogosto srečamo v vsakdanjem življenju. Tudi v šoli smo obravnavali vsebine, povezane z elektriko. Že mlajši otroci vedo, da je električna energija nevarna in zakaj jo potrebujemo.

Z raziskovalno nalogo želimo razložiti osnovne električne pojme kot so elektrina ali električni naboj, električni potencial, električna napetost, električni tok, električna upornost in prevodnost. V okviru eksperimentalnega dela želimo razporediti kovine po padajočem električnem potencialu – razporediti kovine v napetostno vrsto, preveriti, kateri elektrolit daje najboljše rezultate in narediti uporaben vir napetosti, pri tem pa se nasloniti na eksperiment Allesandre Volta, s katerim je sestavil prvo električno baterijo.

Zastavili smo si naslednje hipoteze:

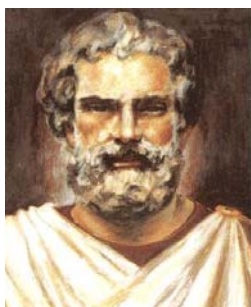
- Predpostavljamo, da bomo kovine eksperimentalno razporedili v napetostno vrsto, ki bo enaka napetostni vrsti objavljeni v literaturi.
- Predpostavljamo, da bodo rezultati, dobljeni s pomočjo slane vode, primerljivi rezultatom, dobljenih z okisano in sladkano vodo.
- Predpostavljamo, da bodo napetosti v slani vodi višje od napetosti v okisani vodi.
- Predpostavljamo, da bomo naredil galvanski člen, ki bo imel dovolj veliko napetost in tok, da bo dioda zasvetila.

3 TEORETIČNI DEL

3.1 Proučevanje elektrike skozi zgodovino

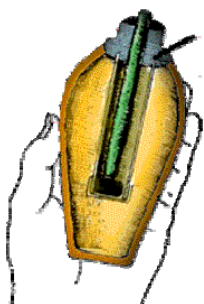
Ljudje so se električnih pojavov v preteklosti bali, saj jih niso poznali. Ob nevihti se je močno zabliskalo, potem pa še zagrmelo. Udar strele je včasih povzročil celo požar. Ob dotiku večje kovinske površine, ki ni bila ozemljena, je v suhem vremenu včasih preskočila majhna iskra. To je bilo dovolj, da so te pojave imeli za nadnaravne, ljudi, ki so pojave skušali razložiti, pa za čarodeje.

Starogrški naravoslovec Tales je pred 600 leti pred našim štetjem odkril zanimivo lastnost okamnele smole iglavcev – jantarja. Ugotovil je, da se kos jantarja pri drgnjenju naelektri in pritegne koščke papirja. Jantarni gumbi privlačijo lahke predmete, kot je denimo las. Z dovolj vztrajnim drgnjenjem jantarja lahko dosežemo celo to, da preskoči iskra. [5, str. 57]



Slika 1: Tales [22]

Leta 1936 so med izkopavanji na področju Khujut Rabu blizu Bagdada odkrili artefakt izpred 250 let pred našim štetjem. Sestavljen je bil iz treh delov, ki so spominjali na kozarce. S poskusi so leta 1940 ugotovili, da gre za preprosto baterijo, ki lahko pri pravilni uporabi proizvaja konstantno napetost 1,1 volta in so jo v tistih časih uporabljali za galvaniziranje, se pravi za nanos tanke plasti zlata na srebro. [4]



Slika 2: Risba Bagdadske baterije [4]



Slika 3: Fotografija bagdadske baterije [4]

3.1.1 Izvor besede elektrika

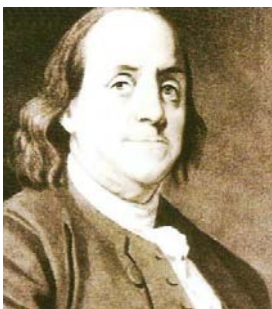
Pojem »elektrika« je prvi uporabil angleški fizik William Gilbert (1540–1603). Nanaša se na značilnost teles, da ob drgnjenju privlačijo majhne delce. Izvira iz grške besede »elektron«, ki pomeni jantar. Danes je pojem »elektrika« zelo širok pojem. Z njim označujemo električni naboj (v zvezi s statično elektriko), včasih tudi električni tok (npr. ubila ga je elektrika) ali celo električno energijo (npr. plačati račun za elektriko). [12, str. 46], [11]



Slika 3: Willam Gilbert [21]

3.1.2 Benjamin Franklin in njegove raziskave strele

Benjamin Franklin (1706–1790) je bil ameriški naravoslovec in državnik. Najbolj znan je po dramatičnem poskusu iz leta 1752, ko je ob nevihti spuščal zmaja. Na zmaja je pritrdil kos žice, povezan z vrvico za spuščanje. Na spodnji konec vrvice je obesil ključ in ga pritrdil na grm. Ko je bil zmaj visoko med nevihtnimi oblaki, je postal ključ močno naelektren in iz njega so preskakovale iskre. Franklin je imel pri tem poskusu neverjetno srečo, saj je dva moža, ki sta poskušala ta poskus ponoviti, strela ubila.



Slika 4: Benjamin Franklin [5, str. 76]



Slika 5: Spuščanje zmaja ob nevihti [5, str. 76]

Na podlagi tega poskusa je dobil zamisel za strelovod. Opazil je, da se električni naboj rad spusti na koničast predmet. Predlagal je, da se na strehe postavijo kovinske palice z ostrim vrhom, od koder naj vodi žica do tal. Palica bo privlačila naboj iz ozračja in ta bo po žici stekel na tla, še preden bo napetost dovolj visoka, da bi lahko nastala strela. [2]

3.1.3 Luigi Galvani in živalska elektrika

Luigi Galvani (1737–1798) je bil italijanski anatom, zdravnik in fizik. Njegova prva naključna opazovanja, da žabji kraki na kovinskem kavljju v bližini električnih isker ali ob približevanju nevihte trzajo, so v resnici prvi namig na elektromagnetno valovanje. Leta 1792 je Galvani po vestnem delu in sreči dojel, da so trzali kraki na kavljju iz dveh kovin. To je bil prvi galvanski člen. [17]



Slika 6: Luigi Galvani [17]

Žabji kraki so bili hkrati elektrolit in merilnik toka in so delovali kot detektor, a Galvani ni mislil tako. Menil je, da ima opraviti z živalsko elektriko, ki so jo že dalj časa poznali pri električnem skatu in drugih ribah. To so spoznali šele kasneje; ravno po zaslugi njegovih poskusov je kmalu prišlo do izuma prve baterije. [16, str. 48], [5, str. 64]

3.1.4 Alessandro Volta, prva baterija in napetostna vrsta

Italijanski fizik Alessandro Volta (1745–1827) je nadaljeval Galvanijeve poskuse z živalsko elektriko in odkril naelektrenje ob dotiku različnih kovin. Majhne okrogle ploščice iz bakra in cinka ter ploščice iz lepenke, ki jih je namočil v solno raztopino, je zložil v stolpič. Najprej je dal bakreno ploščico, nanjo položil lepenkasto, nato cinkovo, nato spet bakreno, lepenkasto, cinkovo ploščico itn. Ko je spodnjo in zgornjo ploščico povezal z žico, je po žici stekel tok. S tako povezanimi elementi je sestavil prvo električno baterijo, imenovano »Voltov steber«, »Voltov stolp« oziroma »Voltov člen«. Volta je sestavil tudi tabelo kovin glede na njihovo reaktivnost in jo poimenoval napetostna vrsta. [5, str. 64], [1]



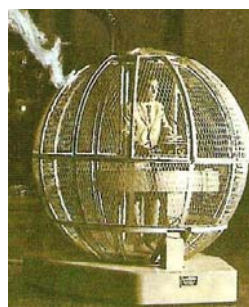
Slika 7: Alessandro Volta [1]

3.1.5 Michael Faraday in Faradayeva kletka

Angleški fizik in kemik Michael Faraday (1791–1867) je s poskusi utemeljil tesno zvezo med električnimi in kemičnimi pojavi. Razložil je Davyjeve poskuse, pri katerih je iz raztopine soli izločil z električnim tokom precej novih kovin. Postopek je imenoval elektroliza, prevodno raztopino elektrolit, vanju potopljeni električni palici pa elektrodi: pozitivno anodo in negativno katodo. Ta postopek je še danes najbolj učinkovit način za shranjevanje električne energije, na primer v baterijah in akumulatorjih. [2]



Slika 8: Michael Faraday [23]



Slika 9: Faradayeva kletka v münchenskem muzeju [5, str. 68]

Naredil je tudi zanimiv poskus. Iz bakrene žice je izdelal kocko s trimetrskimi robovi in jo znotraj prevlekel s plastjo cinka. Stopil je v kocko, s seboj pa vzel občutljiv elektroskop. Zunanost kocke je povezal z izvirom napetosti za več 1000 voltov. Elektroskop v notranjosti kocke ni pokazal naboja. Naboj se je razširil samo po zunanji površini kocke. S tem je dokazal, da se istovrstni naboji na telesu medsebojno odbijajo in silijo tako daleč vsak k sebi, kolikor le morejo. Tudi če jih privedemo v notranjo stran votlega telesa, brž stečejo na zunanjo stran. Ta poskus je znan kot Faradayeva kletka. [5, str. 68]

Faraday je eksperimentalno tudi z naelektritvijo teles z drgnjenjem. Veliko snovi je uredil v vrsto tako, da se izbrana snov naelektri pozitivno, če jo podrgnemo s snovjo, ki je v vrsti za njo, in negativno, če jo podrgnemo s snovjo, ki je v vrsti pred njo. Primer snovi iz te vrste, ki si sledijo tako: krzno, slonova kost, steklo, volna, svila, suha koža (na roki), les, smola, ebonit, kovina. Enako velja za kovine, ki jih je v tako napetostno vrsto nanizal Volta. [6, str. 98]

3.2 Opis električnih količin

Za predstavitev značilnosti in pojavov pri nastajanju, prenosu in uporabi električne energije so znanstveniki določili fizikalne količine: elektrina ali električni naboj, električni potencial, električna napetost, električni tok ter električna upornost in prevodnost.

Fizikalna količina in oznaka	Ime enote (Si)	Oznaka za enoto (Si)	Enota izražena z drugimi enotami
Električni tok (I)	amper	A	
Električni naboj (e)	coulomb	C ali As	$A \cdot s$
Električni potencial, električna napetost (U)	volt	V	$J \cdot C^{-1}$ oziroma $J \cdot A^{-1} \cdot s^{-1}$ oziroma $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
Električna prevodnost	siemens	S	$A \cdot V^{-1}$ oziroma $s^3 \cdot A^2 \cdot m^{-2} \cdot kg^{-1}$
Električni upor (R)	ohm	Ω	$V \cdot A^{-1}$ oziroma $J \cdot A^{-2} \cdot s^{-1}$

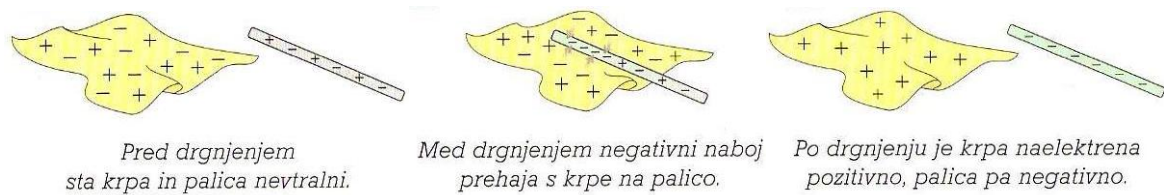
Tabela 1: Fizikalne količine in enote povezane z elektrotehniko [18], [14]

3.2.1 Elektrina ali električni naboj

Elektrina ali električni naboj je ena temeljnih lastnosti snovi. V fiziki se običajno uporablja pojem »naboj«, v elektrotehniko pojem »elektrina«.

Elektrika so pojavi, ki jih povzročajo nabiti delci. Vsaka snov vsebuje nabite delce. To so jedra atomov, ki so pozitivno nabita, okrog jedra pa so negativno nabiti elektroni. Predmet postane električno nabit, če ga drgnemo – govorimo o statični elektriki, ki so jo poznali že v antičnih časih. [12]

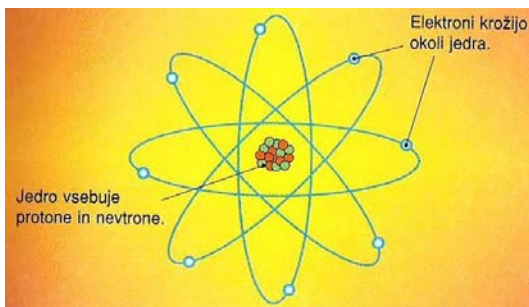
Ko z volneno krpo podrgnemo kos ebonita, se nekaj zunanjih elektronov odtrga z volne in preseli na ebonit. Zato ima ebonit preveč elektronov (je negativno nabit), volna pa ima manj elektronov kot protonov (je pozitivno nabita). Samo negativni elektroni lahko prehajajo s telesa na telo. Pozitivni protoni so močno vezani in ostanejo na svojem mestu. Z drgnjenjem ne ustvarjamo naboja, ampak ga samo ločujemo. Če podrgnemo kos stekla, na primer s svilo, ga s tem naelektrimo pozitivno. [15]



Slika 10: Naelektritev ebonitne palice z volneno krpo [5, str. 58]

Električni naboj je definiran z zgradbo atoma. V atomu se nahajajo tri vrste delcev: protoni, nevtroni in elektroni. Medtem ko se pozitivni protoni in električno nevtralni nevtroni nahajajo zgoščeni v centru atoma, negativno nabiti elektroni švigajo okoli jedra. [19, str. 28]

Naboj elektrona in protona je osnovni električni naboj, $e_0 = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{As}$. Naboj elektrona je $-e_0$, naboj protona pa $+e_0$. [5, str. 57]

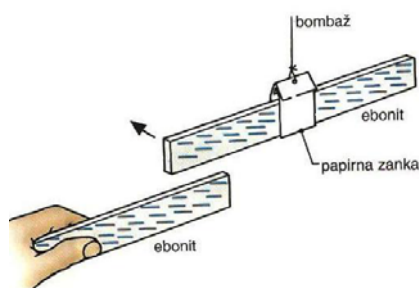


Slika 11: Notranjost atoma [19, str. 28]

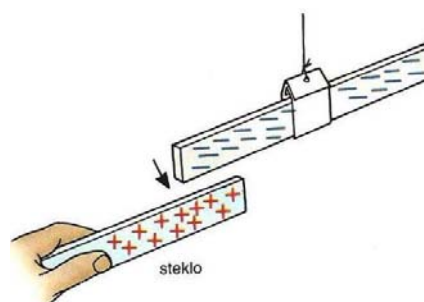
Ion je delec z električnim nabojem, ki nastane, ko atom odda ali sprejme elektrone. Pozitivno nabite ione imenujemo kationi, negativno nabite ione pa anione. [7, str. 58]

Električni naboj lahko dokažemo s preprostimi poskusi [15, str. 239–240]:

- Če plastični glavnik podrgnemo ob rokav in ga približamo drobnim koščkom papirja, se drobni koščki papirja prilepijo na glavnik.
- Če plastično ravnilo podrgnemo ob rokav in ga približamo tankemu curku vode iz pipe, se curek vode približa plastičnemu ravnilu.
- Če podrgnemo kos ebonita (črne plastike) s suho volneno krpo, ga položimo v papirno zanko in ga obesimo na bombažno nitko, se na ebonitu nabere negativni naboj. Če podrgnemo še drugi kos ebonita s suho volneno krpo in ga približamo prvemu kosu, se prvi kos odmakne (slika 12).
- Če podrgnemo stekleno palico s svileno krpo, jo položimo v papirno zanko in jo obesimo na bombažno nitko, se na stekleni palici nabere pozitiven naboj. Če podrgnemo še drugo stekleno palico s svileno krpo in jo približamo prvi, se prvi kos odmakne.
- Če približamo naelektren kos ebonita (negativen naboj) in naelektreno stekleno palico (pozitiven naboj), se palici približata (slika 13).



Slika 12: Prikaz poskusa z ebonitom [15, str. 239]



Slika 13: Prikaz poskusa s steklom in ebonitom [15, str. 239]

3.2.2 Električni potencial in električna napetost

Med jedrom in elektroni atoma delujejo električne sile. Električna sila deluje ob dotiku in na daljavo, pri čemer pojema z oddaljenostjo med telesoma. Za razliko od gravitacijske sile, ki je vedno privlačna, je lahko električna sila privlačna ali odbojna, odvisno od predznaka električnega naboja. Istovrstni električni naboji (+ + ali - -) se odbijajo, raznovrstni (+ -) pa se privlačijo. [8, str. 61]

Električni potencial je fizikalna količina, določena v električnem polju kot električna potencialna energija na enoto naboja. Razlika med električnimi potenciali je električna napetost. [9]

Če razmaknemo dva električno nabita delca (+ in -), ustvarimo razliko v naelektrjenosti. Pri tem opravimo delo, zaradi česar naraste električna energija. Z električno energijo in razdeljenim električnim nabojem je povezana električna napetost. Napetost označimo s črko U . Dobimo jo kot kvocient med vloženim delom in električnim nabojem. Torej J/As ali volt, V . [8, str. 60]



Slika 14: Elektroskop, ki smo mu približali ebonitno palico. [5, str. 58]

Kadar se atoma določenih elementov dovolj približata, je zanju najugodnejše, da si izmenjata kakšen zunanji elektron (ionska vez), ali si delita elektronski par (kovalentna vez), zaradi česar se vežeta v kristal ali molekulo. Pri kovinski vezi, kjer si večje število atomov deli svoje zunanje elektrone, elektroni niso več last posameznega atoma in se lahko znotraj snovi skoraj prosto gibljejo. Zaradi tega so kovine zelo dobri električni in toplotni prevodniki. [8, str. 60]

3.2.3 Električni tok

Gibanju električnega naboja oziroma nosilcev električnega naboja pravimo električni tok. Električni tok bo tek el, če je električni naboj razdeljen (obstaja električna napetost) ter so na voljo prosto gibljivi nosilci naboja. En amper je sorazmerno velik električni tok in je smrtno nevaren, če steče skozi naše telo. Električnega toka ne moremo videti, lahko pa ga zaznamo in izmerimo. Lahko ga primerjamo s curkom vode. [8, str. 66, 67]

Usmerjeno gibanje nosilcev električnega naboja po praznem prostoru, po kovini ali po drugem električnem prevodniku imenujemo električni tok. Definiran je kot količina naboja, ki v danem časovnem intervalu preteče skozi dani presek. [2, str. 98], [10]

Električni tok nastane, ko se gibljejo električni naboji. V kovinah prevajajo tok prevodniški elektroni, v elektrolitih pozitivni in negativni ioni, v plinih pa elektroni, pozitivni in v zelo majhni meri negativni ioni. [20, str. 143]

Električni tok lahko teče samo po zaključenem in neprekinjenem tokokrogu. Smer električnega toka je dogovorjena in sicer teče tok od pozitivnega priključka baterije k negativnemu. [8, str. 67]

3.2.4 Električna napetost in prevodnost

Če razmaknemo dva električno nabita delca, ustvarimo razliko v naelektrenosti. Pri tem opravimo delo, zaradi česar naraste električna energija. Z električno energijo in razdeljenim električnim nabojem je povezana električna napetost. Ta je vedno določena med dvema točkama in jo merimo v voltih. [8, str. 63]

Za snovi, ki imajo veliko prosto gibljivih delcev z električnim nabojem, pravimo, da so dobri prevodniki. Takšna je večina kovin (zlato, srebro, baker, aluminij), zato iz njih izdelujemo žice. Med žicami zaradi ugodne cene prevladujejo bakrene.

V nasprotju z električnimi prevodniki so snovi, ki ne prevajajo električnega toka in jih uporabljamo za zaščito pred električnim tokom (guma, les, plastika, steklo). Govorimo o električnih izolatorjih. [8, str. 68]

3.3 Lastnosti kovin

Večina kovin ima značilen kovinski sijaj. Agregatno stanje kovin pri sobni temperaturi je trdno, razen živega srebra. Tališče in vrelišče sta običajno visoka, prav tako gostota. So dobri električni in toplotni prevodniki. Kovine so tanljive, kar pomeni, da jih lahko razvlečemo v žico. Ob udarcu zvenijo. Nekatere izmed njih so magnetne (železo, kobalt, nikelj). Zaradi

prostih elektronov prevajajo električni tok. Kovine tvorijo katione – ione s pozitivnim nabojem. [19, str. 45]

Kovine prve skupine periodnega sistema so zelo reaktivne, tiste, ki so razvrščene v višje skupine, pa vedno manj. Kovine I. skupine v stiku z drugimi oddajo elektrone in se oksidirajo. Pojavu rečemo oksidacija ali korozija. Kovine, ki v stiku z drugimi prejmejo elektrone, se reducirajo. Primer oksidacije je rjavenje železa. Oksidacijo lahko preprečimo tako, da kovino prevlečemo z zaščitno prevleko (elektrolitsko lahko nanese krom), lahko pa predmet posrebrimo – takšnemu nanašanju pravimo galvanizacija. [19]

Pri stiku dveh kovin (na primer: baker in cink) v prisotnosti elektrolita se tvori galvanski člen. Cink, ki je električno bolj negativen kot baker, prevzame vlogo anode in začne korodirati. Ta pojav lahko izzovejo tudi megla, vlaga in kisel dež. Korozija se pojavi takrat, kadar prideta v stik dve različno reaktivni kovini. To lastnost uporabljamo pri izdelavi baterij oziroma galvanskih členov.

Oksidacija ali korozija, elektroliza, galvanizacija so različna imena za pojav, ko med anodo in katodo steče električni tok.

3.3.1 Napetostna vrsta

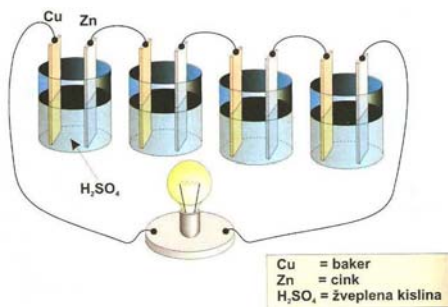
V napetostni vrsti so kovine razvrščene na podlagi sposobnosti oksidacije in redukcije oziroma po njihovih potencialih glede na potencial normalne vodikove elektrode. Kovina, ki je višje na lestvici napetostne vrste, je močnejši reducent, kar pomeni, da oddaja elektrone, se raztaplja in pri tem izloča kovino iz kovinskih ionov spojine, ki je nižje na lestvici in se torej lažje reducira. Elementi, ki so višje v vrsti, izpodrivajo nižje iz njihovih raztopin (manj žlahtni izpodrivajo bolj žlahtne). [20]

Napetostna vrsta (nežlahtni, negativni): litij (Li), kalij (K), kalcij (Ca), natrij (Na), magnezij (Mg), aluminij (Al), mangan (Mn), cink (Zn), krom (Cr), železo (Fe), kadmij (Cd), kobalt (Co), nikelj (Ni), kositer (Sn), svinec (Pb), vodik (H), baker (Cu), srebro (Ag), živo srebro (Hg), zlato (Au), platina (Pt). [20, str. 146]

3.4 Galvanski člen

Danes poznamo več vrst električnih izvirov, najstarejši med njimi so galvanski členi. Zgrajeni so iz dveh različnih kovinskih teles, imenovanih elektrodi, ki sta potopljeni v električno prevodno tekočino – elektrolit. Elektroliti so običajno razne solne raztopine, razredčene kisline ter baze. [2, str. 102]

Prvi praktično uporaben vir električnega toka je bil voltov člen, katerega napetost je približno 1 volt. Zaporedna vezava poljubno mnogih členov omogoča zelo velike tokove. Voltov člen oziroma preprosto baterijo lahko izdelamo tako, da npr. cinkovo in bakreno elektrodo potopimo v elektrolit (npr. razredčena žveplena kislina). Z majhno žarnico lahko ugotovimo, ali med elektrodama steče tok. Če žarnica ne sveti, je potrebno sestaviti več galvanskih členov, pri čemer se cinkova elektroda prvega galvanskega člana poveže z bakreno elektrodo drugega in tako naprej, dokler žarnica ne zasveti. [2, str. 102]



Slika 15: Baterija voltovih členov [2, str. 102]

Iz slike 15 je razvidno, da so baterija, žarnica in obe žici povezani v sklenjen električni krog. Če je žica prerezana, ali če sta prerezana kosa žice razmaknjena, električni tok ne steče.

4 EKSPERIMENTALNI DEL

4.1 Namen raziskave

Eksperimentalni del naše raziskave je sestavljen iz treh delov. V prvem delu želimo razporediti kovine po padajočem električnem potencialu – razporediti kovine v napetostno vrsto, pri tem pa uporabiti le elektrolite, dosegljive v vsaki kuhinji. V drugem delu želimo preveriti, kateri elektrolit daje najboljše rezultate. V tretjem delu želimo narediti uporaben vir napetosti, pri tem pa se nasloniti na eksperiment Allessandre Volta, s katerim je sestavil prvo električno baterijo.

4.2 Cilji raziskave

Cilji raziskave so:

- Z eksperimentom določiti napetostno vrsto.
- Ugotoviti, kateri elektrolit omogoča najvišje napetosti.
- Narediti galvanski člen, s pomočjo katerega bo dioda zasvetila.

4.3 Hipoteze

Zastavili smo si naslednje hipoteze:

Hipoteza A: Predpostavljamo, da bomo kovine eksperimentalno razporedili v napetostno vrsto, ki bo enaka napetostni vrsti objavljeni v literaturi.

Hipoteza B: Predpostavljamo, da bodo rezultati, dobljeni s pomočjo slane vode, primerljivi rezultatom, dobljenih z okisano in sladkano vodo.

Hipoteza C: Predpostavljamo, da bodo napetosti v slani vodi višje od napetosti v okisani vodi.

Hipoteza D: Predpostavljamo, da bomo naredili galvanski člen, ki bo imel dovolj veliko napetost in tok, da bo dioda zasvetila.

4.4 Metodologija

V raziskavi smo uporabili metodo eksperimenta.

4.5 Postopki zbiranja podatkov

Podatke smo zbirali z eksperimentiranjem. Dobljene rezultate smo primerjali s podatki iz literature.

4.5.1 Eksperimentalne meritve

4.5.1.1 Določitev napetostne vrste in elektrolita, ki omogoča najvišje napetosti

Za določitev napetostne vrste smo izbrali štirinajst kovin iz različnih skupin periodnega sistema:

SKUPINA	KOVINA
II	berilij (Be), magnezij (Mg),
Prehodne (I)	titan (Ti), krom (Cr), železo (Fe), nikelj (Ni), baker (Cu), cink (Zn),
Prehodne (II)	molibden (Mo)
III	aluminij (Al)
IV	silicij (Si), kositer (Sn), svinec (Pb)
V	bizmut (Bi)

Tabela 2: Izbrane kovine za določitev napetostne vrste [19, str. 48]

Za elektrolite smo izbrali različne raztopine, kot prikazuje tabela 2.

ELEKTROLIT	RAZTOPINA
Slana voda	20 g soli in 100 g vode
Okisana voda	20 ml 6 % kisa in 100 ml vode
Sladkana voda	20 g sladkorja in 100 ml vode
Limonin sok	100 %

Tabela 3: Elektroliti za določitev napetostne vrste

Meritve smo izvedli z analognim merilcem napetosti. Preverili smo jih tako, da smo spremenili koncentracijo elektrolita (dodali več soli, kisa, limonine kisline ali dolili več vode). Kljub spremembi koncentracije elektrolita se potencial pri posameznem elektrolitu ni spremenil.



Slika 16: Analogni merilec napetosti

Fotografija: M. Krajnčan



Slika 17: Priprava na merjenje

Fotografija: M. Krajnčan

4.5.1.2 Izdelava galvanskega člena

Za izdelavo galvanskih členov smo uporabili:

- več ploščic iz bakra in cinka velikosti 3 cm x 3 cm,
- več ploščic iz bakra, cinka in aluminija velikosti 6 cm x 6 cm,
- krpice iz blaga,
- bakrene žice.

Na podlagi predhodnega eksperimentiranja (točka 5.2) smo za elektrolit izbrali okisano vodo oziroma 6 % raztopino kisa.

4.6 Obdelava podatkov

Podatke smo obdelali s pomočjo Excela.

5 REZULTATI

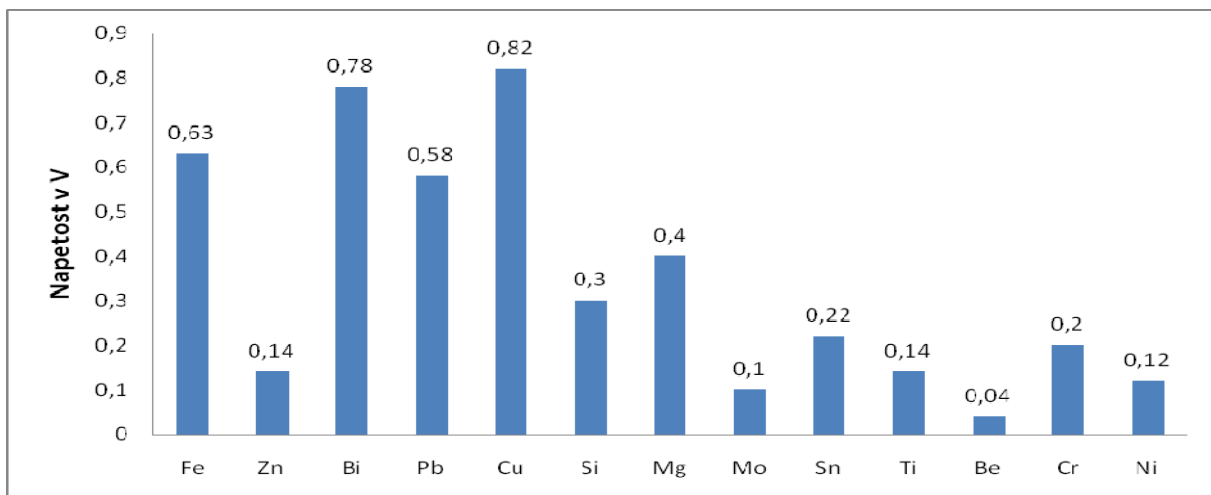
5.1 Določitev napetostne vrste

5.1.1 Meritev potenciala med kovinami; elektrolit je slana voda

5.1.1.1 Meritve v primerjavi z aluminijem

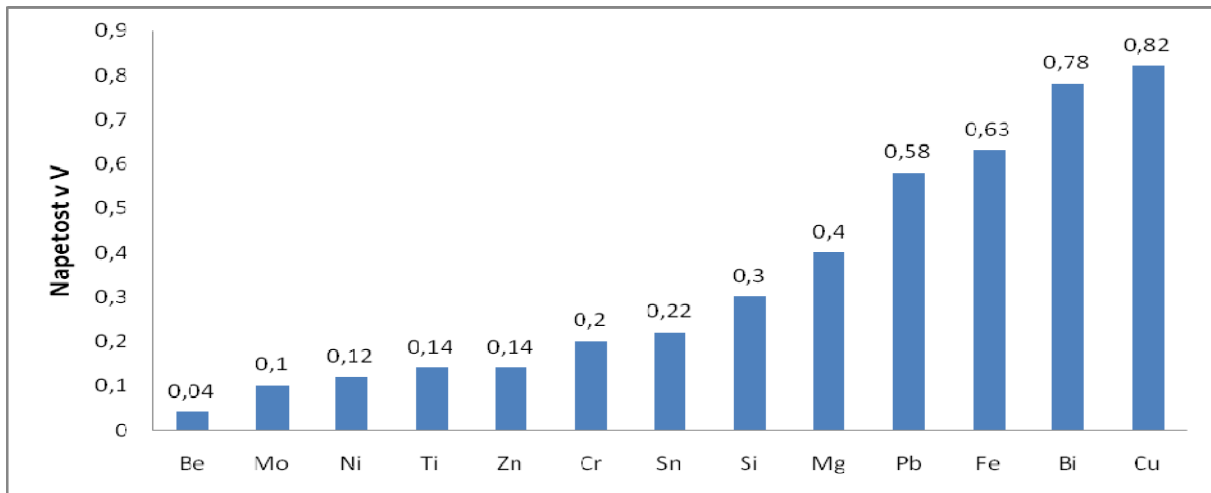
Elektrolit: slana voda (20 g soli in 100 g vode).

Za prvo meritev smo izbrali naključni vrstni red kovin. Merili smo napetost med aluminijem (Al) in ostalimi kovinami. Aluminij smo izbrali, ker je eden izmed najpogostejših kovin. V tabelo smo vpisovali samo napetostno razliko v voltih.



Graf 1: Potencial kovin potopljenih v slano vodo glede na aluminij

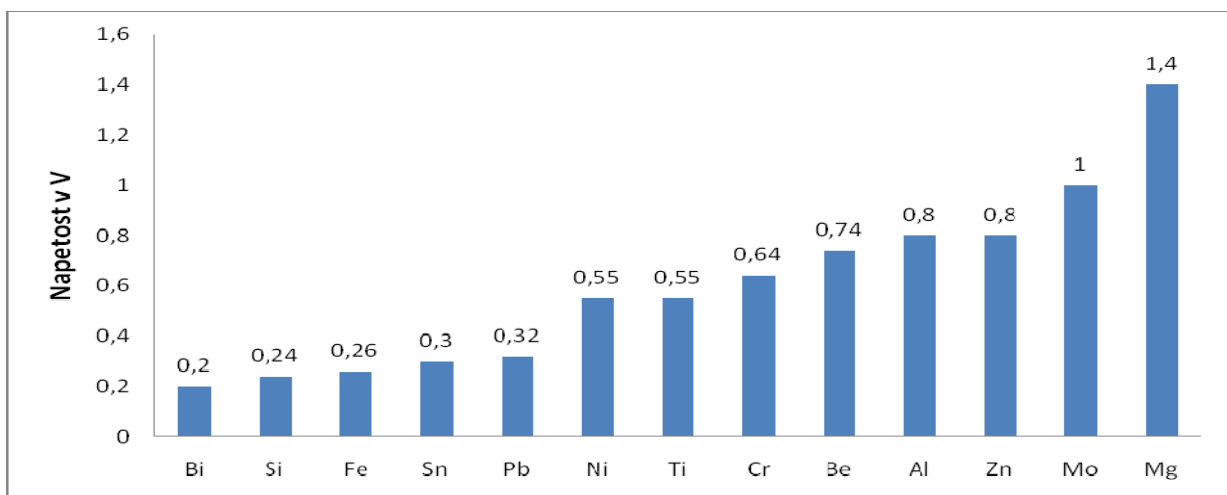
Kovine smo razvrstili po vrsti; od tiste, s katero je aluminij dosegel najmanjšo napetostno razliko, do tiste z največjo napetostno razliko.



Graf 2: Potencial kovin potopljenih v slano vodo glede na aluminij (urejeno po višini izmerjene napetosti)

Ker smo pri različnih kombinacijah kovin dobili pozitivne in negativne napetosti, smo sklepali, da je aluminij nekje na sredini napetostne vrste. Največjo napetost je prikazala kombinacija aluminija (Al) z bakrom (Cu). Pozitivna napetost je bila, ko je bil pozitivni priključek merilca na bakru. To je bil vzrok, da smo naredili ponovne meritve v primerjavi z bakrom.

5.1.1.2 Meritve v primerjavi z bakrom



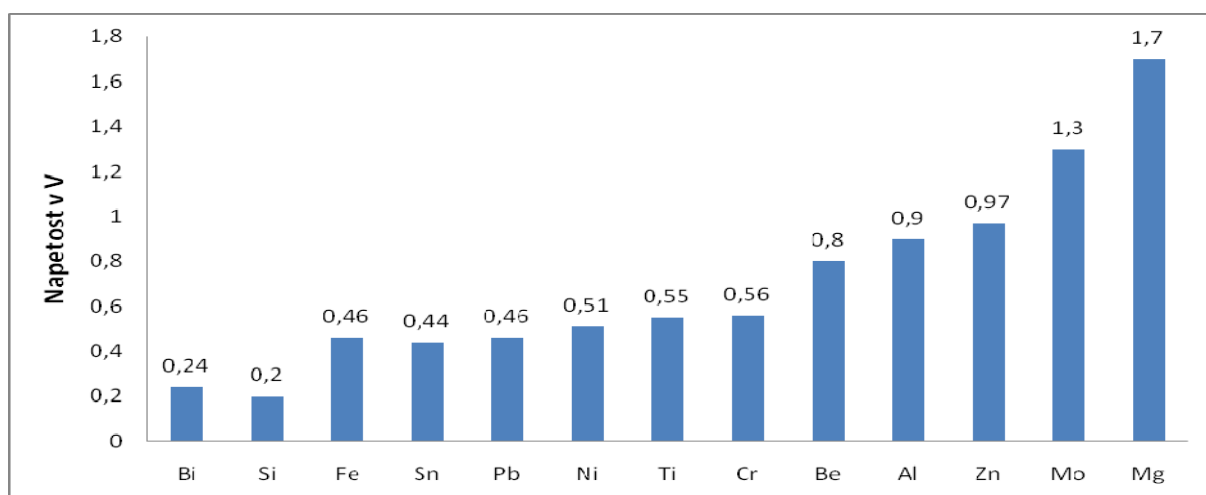
Graf 3: Potencial kovin potopljenih v slano vodo glede na baker (urejeno po višini izmerjene napetosti)

Vse izmerjene napetosti so bile pozitivne (baker je bil vedno priključen na plus), iz česar sledi, da je aluminij glede na baker precej negativna kovina. Ponovno smo razvrstili kovine v napetostno vrsto.

Iz grafa 3 je razvidno, da smo najmanjšo napetost izmerili med bakrom (Cu) in bizmutom (Bi), najvišjo pa med bakrom (Cu) in magnezijem (Mg). V nadaljevanju raziskave bomo ta vrstni red kovin ohranili in potem primerjali razlike, ki se bodo pojavile pri merjenju z različnimi elektroliti.

5.1.2 Meritev potenciala med kovinami; elektrolit je okisana voda

Elektrolit: okisana voda (20 ml 6 % kisa in 100 ml vode).

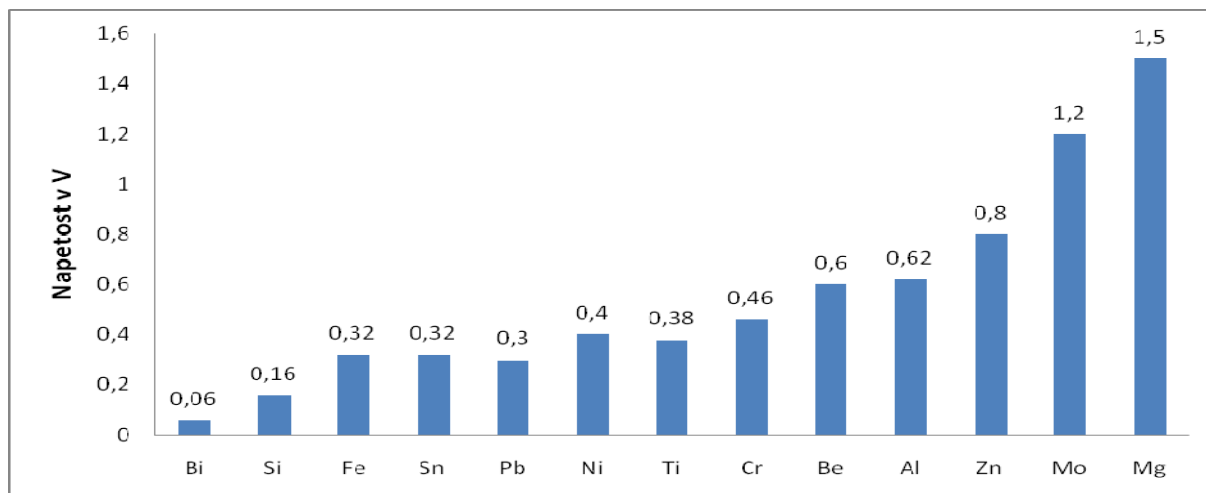


Graf 4: Potencial kovin potopljenih v okisano vodo glede na baker

Napetostna vrsta glede na baker (Cu) se v okisani vodi ne razlikuje od tiste v slani vodi, z manjšimi odstopanji pri izmerjeni napetosti silicija (Si) in kositra (Sn).

5.1.3 Meritev potenciala med kovinami; elektrolit je sladkana voda

Elektrolit: sladkana voda (20 g sladkorja in 100 ml vode)

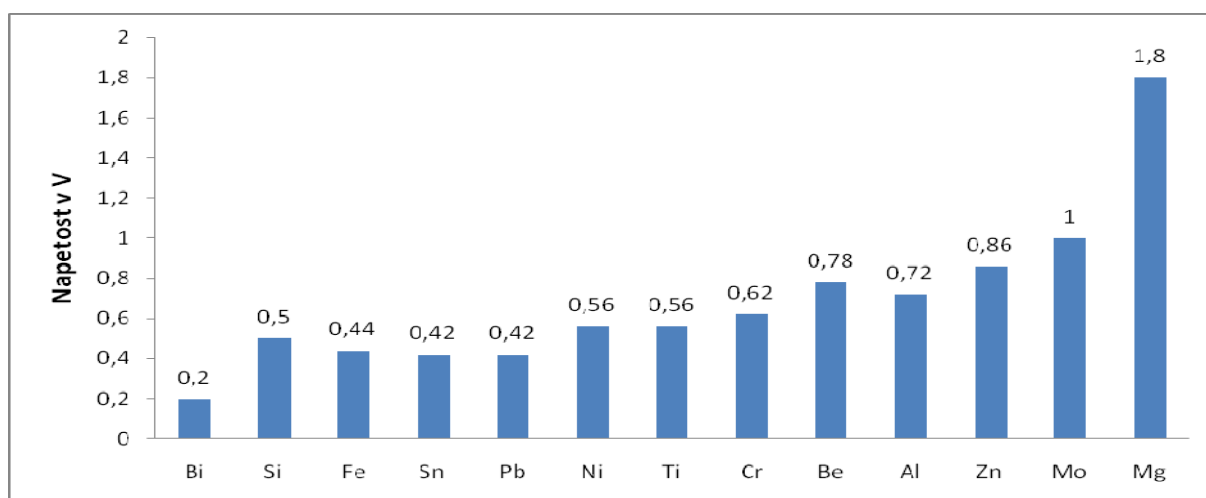


Graf 5: Potencial kovin potopljenih v sladkano vodo glede na baker

Napetostna vrsta glede na baker (Cu) se v sladkani vodi ne razlikuje od tiste v slani vodi, z manjšimi odstopanji pri izmerjeni napetosti svinca (Pb) in titana (Ti).

5.1.4 Meritev potenciala med kovinami; elektrolit je limonin sok

Elektrolit: limonin sok (100 %).



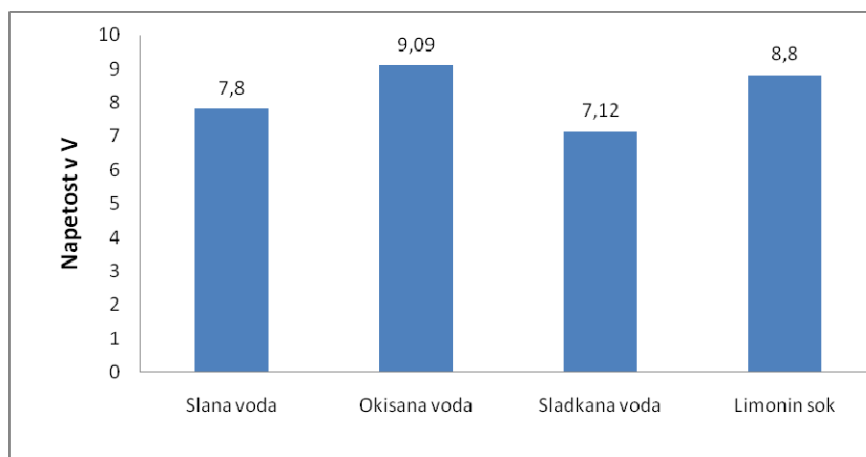
Graf 6: Potencial kovin potopljenih v limonin sok glede na baker

Napetostna vrsta glede na baker (Cu) se v limoninem soku ne razlikuje od tiste v slani vodi, z manjšimi odstopanji pri izmerjeni napetosti silicija (Si), železa (Fe) in aluminija (Al).

5.2 Meritve električne napetosti glede na elektrolit

5.2.1 Meritev električne napetosti kovin v primerjavi z bakrom glede na različne elektrolite

Za ugotovitev, kateri elektrolit izmed izbranih omogoča najvišje napetosti, smo izmerjene potenciale vseh kovin v primerjavi z bakrom (Cu) v posameznem elektrolitu (točka 5.1) sešteli.

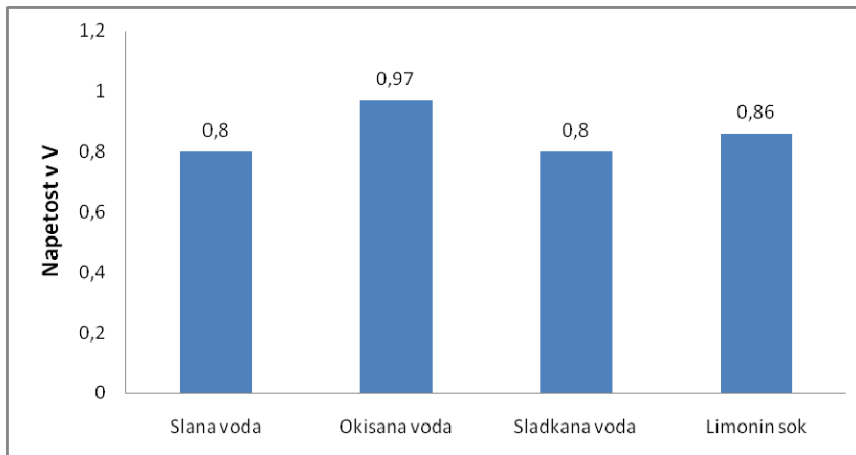


Graf 7: Vsota napetosti vseh kovin glede na baker v posameznih elektrolitih

Iz grafa 7 razberemo, da je izmerjena napetost najvišja v primeru, ko je elektrolit okisana voda, najmanjša pa, ko je elektrolit sladkana voda. Najvišje napetosti omogoča okisana voda.

5.2.2 Meritev električne napetosti med bakrom in cinkom glede na različne elektrolite

Rezultate iz točke 5.2.1 smo želeli preveriti. Ker smo izmed pogostejših kovin (baker, železo, aluminij, cink) izmerili najvišjo napetost med bakrom in cinkom, smo rezultate primerjali s tema dvema kovinama.



Graf 8: Napetost med bakrom in cinkom v posameznih elektrolitih

Iz grafa 8 razberemo, da je enako kot pri rezultatih iz točke 5.2.1 najvišja izmerjena napetost v okisani vodi.

5.3 Izdelava galvanskega člena

5.3.1 Izdelava galvanskega člena z uporabo bakra in cinka

5.3.1.1 Galvanski člen baker – cink (3 cm x 3 cm)

Na leseno podlago smo dali najprej bakreno ploščico, jo pokrili z blagom, prepojenim z elektrolitom, in nanj položili cinkovo ploščico. Bakrovo in cinkovo ploščico (en galvanski člen) smo z bakreno žico povezali z diodo, ki ni zasvetila. Eksperiment smo nadaljevali tako, da smo postopoma dodajali galvanske člene. Dioda je pri treh zaporedno vezanih členih zasvetila. Izmerjena napetost je bila 2,7 volta.

Žarnica (3,5 V; 0,1 A) pri treh zaporedno vezanih členih ni zasvetila. Da bi zasvetila, smo povečevali število galvanskih členov. Tudi pri desetih galvanskih členih je bila izmerjena napetost 9 voltov, žarnica ni zasvetila.



Slika 18: Pri členu, sestavljenem iz treh celic baker – cink, je dioda zasvetila.

Fotografija: Marijan Krajncan

5.3.1.2 Galvanski člen baker – cink (6 cm x 6 cm)

Galvanski člen smo naredili enako kot v točki 5.3.1.1, le da smo uporabili nekoliko večje ploščice (6 cm x 6 cm) iz bakra in cinka.

Dioda je zasvetila pri treh zaporedno vezanih galvanskih členih. Izmerili smo napetost 2,7 V. V žarnici (3,5 V; 0,1 A) je nitka šibko zažarela že pri enem galvanskem členu pri napetosti 0,9 V. Pri zaporedno vezanih šestih galvanskih členih je žarnica polno zasvetila. Število členov smo povečali na deset (izmerjena napetost je bila 9 voltov). Močnejša žarnica (12 V; 0,1 A) je šibko zasvetila.

5.3.2 Izdelava galvanskega člena z uporabo bakra in aluminija

Podobno kot pri točki 5.3.1 smo izdelali galvanski člen še z uporabo bakrenih in aluminijevih ploščic velikosti 6 cm x 6 cm ter okisane vode (elektrolit). Dioda je zasvetila pri zaporedno vezanih štirih galvanskih členih. Napetost je bila 2,4 V. Žarnica tudi pri desetih zaporedno vezanih galvanskih členih ni zasvetila. Napetost je bila 6 V.

6 RAZPRAVA

Z različnimi elektroliti (slana, okisana in sladkana voda ter limonin sok) smo eksperimentalno določili napetostno vrsto. Naredili smo primerjavo z napetostno vrsto objavljeno v literaturi in ugotovili, da se večinoma skladata pri vseh uporabljenih elektrolitih. Hipotezi A in B s tem potrdimo.

Manjša odstopanja pri določanju napetostne vrste v okviru posameznega elektrolita so morda nastala zaradi slabega kontakta, pri uporabi različnih elektrolitov pa so manjša odstopanja po našem mnenju nastala zaradi lastnosti posameznih kovin, ki so na določen elektrolit bolj ali manj občutljive. Za natančnejše rezultate bi morali merjenja še vsaj enkrat ponoviti.

Ob pregledu različne literature v zapisani napetostni vrsti nismo našli vseh kovin, ki smo jih uporabili v eksperimentalnem delu.

V okviru raziskovalne naloge smo uporabljali več elektrolitov. Izbrali smo takšne, ki so varni in ki jih lahko dobimo v vsaki kuhinji. V navodilih za sestavo galvanskega člana je v več različnih literaturah kot elektrolit uporabljena slana voda, zato smo pričakovali najvišje napetosti prav pri uporabi tega elektrolita. Najboljše rezultate smo dobili v okisani vodi, zato hipotezo C ovržemo. Pri navodilih za sestavo voltovega člana je sicer uporabljena razredčena žveplena kislina, ki pa je zaradi varnosti nismo želeli uporabiti. Da bi še dodatno preverili hipotezo C, smo povečali koncentracijo posameznega elektrolita, vendar v rezultatih ni bilo sprememb.

Za izdelavo galvanskega člana smo uporabili kovine, ki so pogostejše; baker, cink in aluminij. Hipotezo D potrdimo, saj smo uspešno naredili galvanski člen.

Najprej smo galvanski člen izdelali z uporabo bakrenih in cinkovih ploščic (3 cm x 3 cm) ter okisane vode (elektrolit). Dioda je zasvetila pri treh zaporedno vezanih galvanskih členih (baker – cink), napetost je bila 2,7 volta. Medtem ko dioda zasveti že ob zelo majhnem toku, žarnica potrebuje večji tok. Žarnica (3,5 V; 0,1 A) ni zasvetila niti pri desetih zaporedno vezanih galvanskih členih (napetost je bila 9 V). Sklepali smo, da bi morali povečati površino bakrenih in cinkovih ploščic, s čimer bi povečali tok, kar smo tudi dokazali v drugem poskusu, ko smo uporabili ploščice velike 6 cm x 6 cm (točka 5.3.1.2).

Pri izdelavi napetostne vrste smo ugotovili, da je napetost med bakrom in aluminijem precej visoka, zato smo se odločili, da bomo naredili galvanski člen še z uporabo bakrenih in aluminijevih ploščic velikosti 6 cm x 6 cm ter okisane vode (elektrolit). Glede na to smo predvidevali, da lahko za izdelavo galvanskega člana uporabimo tudi baker v povezavi z aluminijem. Dioda je zasvetila šele pri zaporedno vezanih štirih členih, žarnica pa ni zasvetila niti pri desetih zaporedno vezanih galvanskih členih.

Sklepamo, da kljub večjemu potencialu aluminija v primerjavi z bakrom, aluminij zmore le šibke tokove. Zato se aluminij za izdelavo galvanskih členov v praksi ne uporablja.

Ko smo za galvanski člen uporabili večje bakrene in cinkove ploščice, smo bili presenečeni, da je dioda zasvetila šele pri treh zaporedno vezanih galvanskih členih (tako kot pri uporabi manjših ploščic), v žarnici (3,5 V; 0,1 A) pa je nitka šibko zažarela že pri enem galvanskem členu. Ta rezultat si razlagamo tako, da dioda za svoje delovanje potrebuje natančno določeno minimalno napetost, nitko v žarnici pa segreva tok, ki ga požene že manjša napetost.

7 ZAKLJUČEK

V okviru raziskovalne naloge smo:

- eksperimentalno ugotovili, da ima med vsemi naključno izbranimi kovinami baker najbolj pozitiven, magnezij pa najbolj negativen potencial;
- z različnimi elektroliti določili napetostno vrsto, skoraj identično tisti, ki jo najdemo v literaturi;
- izmed elektrolitov (slana, sladkana, okisana voda, limonin sok) izbrali tistega, ki je najboljši za določanje napetostne vrste in izdelavo baterije – okisana voda;
- ugotovili, da aluminij ni primerna kovina za izdelavo galvanskega člena, četudi aluminij v kombinaciji z bakrom daje visoke napetosti;
- sklepali, da aluminij zmore le šibke tokove;
- spoznali, da površina kovinskih ploščic vpliva na količino električnega toka, ki steče: več električnega toka dobimo ob večji površini kovinskih ploščic.

Za nadaljnje raziskave predlagamo, da za izdelavo galvanskega člena uporabimo tudi druge elektrolite, med njimi tudi razredčeno žvepleno kislino, kot jo je uporabil Volta pri izdelavi prve baterije. Lahko bi eksperimentalno poiskali tisti dve kovini, uporabljeni za galvanski člen, ki omogočata največjo zmogljivost baterije.

8 LITERATURA

- 1 Alessandro Volta. Dostopno na spletni strani:
http://sl.wikipedia.org/wiki/Alessandro_Volta. Prevezeto dne 18. 1. 2011.
- 2 Ambrožič, M., Karič, E., Kralj, S., Slavinec, M., Zidanšek, A. (1998): Fizika 8. Ljubljana: DZS.
- 3 Back, F.: Osnove elektrotehnike. Dostopno na spletni strani:
<http://slo-tech.com/clanki/05012/>. Prevezeto dne: 14. 12. 2010.
- 4 Bagdadska baterija – 70 let protislovij. Dostopno na spletni strani:
<http://www.akropola.org/zanimivosti/zanimivost.aspx?id=123>. Prevezeto dne 14. 12. 2010.
- 5 Beznec, B., B. Cedilnik, B. Černilec, T. Gulič, J. Lorger, D. Vončina (2002): Moja prva fizika 2: Fizika za 9. razred devetletne osnovne šole. 1. izd. Ljubljana: Modrijan.
- 6 Beznec, B., B. Cedilnik, B. Černilec, T. Gulič, J. Lorger, D. Vončina (2005): Moja prva fizika 2: Priročnik za učitelje. 1. izd. Ljubljana: Modrijan.
- 7 Challoner, J. (1997): Slikovni slovar kemije. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- 8 Demšar, A., Juričić, Đ., Kožuh, V., Mlakar, V. (2010): Zakaj se dogaja? Gibanje in elektrika 9. Učbenik za fiziko v devetem razredu osnovne šole. 1. izd., Ljubljana: Rokus Klett.
- 9 Električni potencial: Dostopno na spletni strani:
<http://www.zbirka.si/elektricni-potencial/>. Prevezeto dne: 1. 2. 2011.
- 10 Električni tok. Dostopno na spletni strani:
http://sl.wikipedia.org/wiki/Elektri%C4%8Dni_tok. Prevezeto dne: 14. 12. 2010.
- 11 Električna. Dostopno na spletni strani:
<http://sl.wikipedia.org/wiki/Elektri%C4%8Dna>. Prevezeto dne: 14. 12. 2010.
- 12 Gemmell, K., Stocks, M., Claybourne, A. (1996): Šolska enciklopedija, Svet tehnike. 1. izd. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- 13 Gerlanc, B. (1971): Atlasi znanja: Kemija. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- 14 Izpeljana enota SI. Dostopno na spletni strani:
http://sl.wikipedia.org/wiki/Izpeljane_enote_SI. Prevezeto dne: 14. 12. 2010.
- 15 Johnson, K. (1996): Fizika: preproste razlage fizikalnih pojavov. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- 16 Laue, M. (1982): Kratka zgodovina fizike. Ljubljana: DMFA SRS.
- 17 Luigi Galvani. Dostopno na spletni strani:

- http://sl.wikipedia.org/wiki/Luigi_Galvani. Prevezeto dne 18. 1. 2011.
- 18 Osnovna enota SI. Dostopno na spletni strani:
http://sl.wikipedia.org/wiki/Osnovna_enota_SI. Prevezeto dne: 14. 12. 2010.
- 19 Ryan, L. (2000): Kemija: preproste razlage kemijskih pojavov. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- 20 Strnad, J. (ur) (1979): Leksikon Cankarjeve založbe: Fizika. Ljubljana: Cankarjeva založba.
- 21 William Gilbert. Dostopno na spletni strani:
http://sl.wikipedia.org/wiki/William_Gilbert#cite_note-0. Prevezeto dne 18. 1. 2011.
- 22 Zgodovina: Antična Grčija. Dostopno na spletni strani:
<http://www.egss.si/dijaki/razredi%200910/2gb/Jerca/zgodovina.htm>. Prevezeto dne: 18. 1. 2011.
- 23 Zgodovina elektrotehnike: Michael Faraday. Dostopno na spletni strani:
<http://www2.arnes.si/~mmlins1/zgodovina3.htm>. Prevezeto dne: 18. 1. 2011.