

»Mladi za napredek Maribora 2019«  
36. srečanje

# ENERGIJSKI SMUTI ZA MOJ TELEFON

Raziskovalno področje: Fizika, astronomija

Raziskovalna naloga

PROSTOR ZA NALEPKO

Avtor: TONJA ČIŽIČ

Mentor: MIHAEL GOJKOŠEK

Šola: ŠKOFIJSKA GIMNAZIJA A.M.SLOMŠKA MARIBOR

Število točk: 161

Mesto: 3

Priznanje: zlato

Maribor, 2019

**»Mladi za napredek Maribora 2019«  
36. srečanje**

# **ENERGIJSKI SMUTI ZA MOJ TELEFON**

Raziskovalno področje: Fizika, astronomija

Raziskovalna naloga

PROSTOR ZA NALEPKO



Maribor, 2019

# 1. KAZALO VSEBINE

1.	Kazalo vsebine .....	2
2.	Kazalo slik.....	4
3.	Kazalo tabel.....	5
4.	Kazalo grafov .....	6
5.	Povzetek .....	7
6.	Zahvala .....	8
7.	Uvod.....	9
7.1	Namen in cilji .....	9
7.2	Raziskovalno vprašanje .....	9
7.3	Nova spoznanja.....	10
8.	Teorija .....	11
8.1	Polnjenje telefona .....	11
8.1.1	Električni tok.....	11
8.1.2	Električna napetost .....	11
8.1.3	Enosmerna napetost in tok .....	11
8.1.4	Ohmov zakon .....	12
8.1.5	Notranji upor .....	12
8.1.6	Kirchhoffov izrek .....	13
8.2	Galvanski člen .....	14
8.2.1	Zgradba galvanskega člena .....	14
8.2.2	Napetost galvanskega člena .....	15
8.2.3	Standardni elektrodni potencial.....	15
8.2.4	Zgradba baterije.....	16
9.	Meritve .....	18

9.1	Eksperiment 1 .....	18
9.1.1	Metoda dela .....	18
9.1.2	Meritve .....	18
9.2	Eksperiment 2 .....	23
9.2.1	Metoda dela .....	23
9.2.2	Meritve .....	23
9.3	Eksperiment 3 .....	23
9.3.1	Metoda dela .....	23
9.3.2	Meritve .....	24
9.4	Eksperiment 4 .....	25
9.4.1	Metoda dela .....	25
9.4.2	Meritve .....	25
9.5	Eksperiment 5 .....	26
9.5.1	Metoda dela .....	26
9.5.2	Meritve .....	26
10.	Analiza .....	29
10.1	Eksperiment 1 .....	29
10.2	Eksperiment 2 .....	30
10.3	Eksperiment 3 .....	32
10.4	Eksperiment 4 .....	32
10.5	Eksperiment 5 .....	32
11.	Zaključek .....	33
12.	Družbena odgovornost .....	35
13.	Bibliografija .....	36

## 2. KAZALO SLIK

Slika 1: Primer vozlišča tokov .....	13
Slika 2: Uporaba drugega Kirchhoffovega izreka.....	14
Slika 3: Zgradba galvanskega člana .....	15
Slika 4: Standardni elektrodni potencial .....	16
Slika 5: Merjenje napetosti galvanskega člana iz jabolka.....	19
Slika 6: Merjenje napetosti galvanskega člana iz pomaranč.....	20
Slika 7: Merjenje napetosti galvanskega člana iz hrušk.....	21
Slika 8: Merjenje napetosti galvanskega člana iz krompirja.....	22
Slika 9: Razporeditev kontaktov na mikro-USB.....	24
Slika 10: Postavitev eksperimenta 3.....	24
Slika 11: Postavitev eksperimenta 4, preden sem priklopila telefon.....	25
Slika 12: Postavitev eksperimenta 4, po tem ko sem priklopila telefon .....	26
Slika 13: Merjenje toka galvanskega člana iz krhljev jabolk.....	27
Slika 14: Merjenje toka galvanskega člana iz celih jabolk .....	27
Slika 15: Merjenje toka galvanskega člana iz enega jabolka .....	28
Slika 16: Elektro-negativnost elementov .....	31
Slika 17: Polnjenje telefona z galvanskim členom iz jabolka.....	33

### 3. KAZALO TABEL

Tabela 1: Napetost galvanskega člana z enim jabolkom.....	18
Tabela 2: Napetost zaporedno vezanih galvanskih členov iz jabolk.....	18
Tabela 3: Napetost galvanskega člana z eno banano .....	19
Tabela 4: Napetost zaporedno vezanih galvanskih členov iz banan .....	19
Tabela 5: Napetost galvanskega člana z eno pomarančo .....	20
Tabela 6: Napetost zaporedno vezanih galvanskih členov iz pomaranč .....	20
Tabela 7: Napetost galvanskega člana z eno hruško .....	21
Tabela 8: Napetost zaporedno vezanih galvanskih členov iz hrušk.....	21
Tabela 9: Napetost galvanskega člana z enim krompirjem.....	22
Tabela 10: Napetost zaporedno vezanih galvanskih členov iz krompirjev .....	22
Tabela 11: Napetost galvanskega člana iz enega jabolka pri različnih katodah in anodah.....	23

## 4. KAZALO GRAFOV

Graf 1: Enosmerna napetost v odvisnosti od časa.....	12
Graf 2: Povprečna napetost enega člana .....	29
Graf 3: Merjenje napetosti pri zaporedni vezavi členov .....	30
Graf 4: Merjenje napetosti galvanskega člana z različnimi materiali katod in anod .....	30

## 5. POVZETEK

V raziskovalni nalogi sem si zastavila vprašanje, ali je mogoče izdelati galvanski člen iz sadja oz. zelenjave, ki bo lahko polnil moj mobilni telefon. Pri svojem raziskovanju sem si postavila dve podvprašanji, ki sta mi pomagali pri končni raziskavi. Želela sem ugotoviti, ali izbira sadja vpliva na napetost galvanskega člena in ali na napetost vpliva material, iz katerega sta anoda in katoda. Da bi našla odgovore na ta vprašanja, sem izdelala svoj galvanski člen. Za izdelavo galvanskega člena sem potrebovala sadje oz. zelenjavo, katodo in anodo. Iz meritev sem ugotovila, da lahko sestavim galvanski člen iz sadja, ki ima napetost 5 V. Iz meritev sem tudi ugotovila, da ni vseeno, katere materiale uporabim za katodo in anodo. In čeprav sem lahko s takim galvanskim členom dosegla želeno napetost, je bil tok bistveno premajhen, da bi lahko polnila svoj telefon. Ugotovila sem, da telefona s tako preprosto izdelanim galvanskim členom žal ne morem polniti.



## **6. ZAHVALA**

Zahvalila bi se rada svojemu mentorju, ki me je spodbujal, mi svetoval in mi stal ob strani pri pripravi raziskovalne naloge. Hvala tudi šoli, da mi je omogočila uporabo šolske opreme in prostorov za raziskovanje in vsem, ki so me spodbujali in mi pomagali pri raziskovanju.

# 7. UVOD

## 7.1 Namen in cilji

Si predstavljate družbo brez telefonov, računalnikov, tablic ... Če samo pomislim, koliko klicev opravimo, koliko sporočil napišemo, koliko fotografij naredimo dnevno. In če pomislim, koliko krat nas je že rešil iz zagate navigacijski sistem GPS. Mislim, da si danes zelo težko predstavljamo, kakšno bi bilo življenje brez telefonov. Živimo v času, ko nas naši telefoni spremljajo na vsakem koraku, sooblikuje družbo in kulturo, še posebej med mladimi. Si lahko predstavljate kakšna zmeda bi nastala, če bi telefoni nehali delovati za en sam dan? Ste se kdaj morda vprašali koliko energije porabijo naši telefoni? Zato strmimo h temu, da imamo možnosti polnjenja vseh: v avtomobilih, avtobusih, na klopcah, kjer pa polnjenje ni mogoče iz električnega omrežja, uporabljamo prenosne baterije, t.i. "power bank".

Zato sem postala pozorna, ko sem na spletnem portalu YouTube videla posnetke, na katerih ljudje polnijo oz. poskušajo polniti svoj telefon z uporabo sadja ali zelenjave. Ko sem prvič videla tak posnetek, nisem vedela, ali je kaj takega res mogoče. Začela sem se spraševati, kaj sploh imata skupnega sadje in elektrika. Zakaj bi lahko iz sadja dobili električno energijo? Koliko sploh bi bila učinkovita takšna baterija? Ali je takšno polnjenje sploh učinkovito? Ker sem imela ogromno vprašanj in nanje nisem znala odgovoriti, sem se odločila, da to raziščem. To je bil glavni povod za izdelavo te raziskovalne naloge. Ko sem se lotila raziskovanja, sem ugotovila, da si ljudje glede tega, ali je telefon mogoče polniti z uporabo sadja oz. zelenjave, niso enotni. Eni trdijo, da je to mogoče, spet drugi pravijo, da takšna baterija ne deluje. Moj glavni cilj je zato bil, da izdelam baterijo z uporabo sadja oz. zelenjave in ugotovim, ali je tako polnjenje mogoče ali ne.

## 7.2 Raziskovalno vprašanje

Raziskovala bom, ali je mogoče sestaviti galvanski člen iz sadja oz. zelenjave, ki bo dosegel željeno napetost (5 V), s katero bom lahko polnila mobilni telefon. Raziskati želim tudi, ali se napetost spreminja z uporabo različnega sadja oz. zelenjave, ali na napetost vpliva izbira materialov za katodo in anodo. Pri tem me predvsem zanima, katera je najboljša kombinacija, ki daje najbolj primerno napetost. Ključno vprašanje, na katerega želim najti odgovor, je, ali je mogoče s sadjem oz. zelenjavo uspešno napolniti baterijo telefona vsaj za nekaj procentov.

## **7.3 Nova spoznanja**

Pričakujem, da bom razširila svoje znanje o električnem toku in spoznala, kaj je galvanski členi ter kako deluje. Pričakujem tudi, da se bom morala poučiti o načinih napajanja telefona in o baterijah, ki jih te naprave uporabljajo. Zagotovo bom pri raziskovanju spoznala nove fizikalne izraze, količine in zakone. Pričakujem, da bom spoznala fizikalne in kemijske principe delovanja galvanskih členov ter da bom bolje razumela povezavo med sadjem in elektriko.

# 8. TEORIJA

## 8.1 Polnjenje telefona

### 8.1.1 Električni tok

Električni tok je umerjeno gibanje električnega naboja. Natančneje je električni tok definiran kot vsota nabojev, ki se prenese skozi določeno ploskev v določenem času.

$$I = \frac{\Delta e}{\Delta t}$$

pri čemer je  $e$  električni naboj in  $t$  čas opazovanja. Običajno za električni tok uporabljamo oznako  $I$ , enota za merjenje električnega toka je amper oz. A, ki je osnovna fizikalna enota. Merilna naprava za merjenje električnega toka je ampermeter. (Mohorič, in drugi, 2015 str. 46)

### 8.1.2 Električna napetost

Električna napetost, ki jo označimo z  $U$ , je razlika električnih potencialov  $\varphi_1$  in  $\varphi_2$ . Pri tem velja, da med dvema točkama v prostoru  $P_1$  in  $P_2$  za  $\varphi_2 > \varphi_1$

$$U = \varphi_2 - \varphi_1$$

Če želimo premakniti naboj  $e$  iz točke  $P_1$  na točko  $P_2$ , moramo dovesti delo oz. se delo sprosti, ko premikamo naboj v nasprotno smer. Zveza med napetostjo, ki jo označimo s črko  $U$ , nabojem, ki ga označimo z  $e$  in delom, ki ga označimo z  $A$ , je:

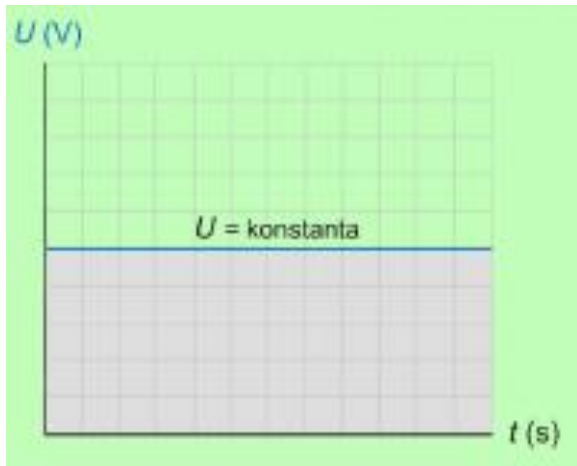
$$U = \frac{A}{e}$$

Napetost merimo v voltih (V). Električno napetost izmerimo z voltmetrom. (Štuhec, 2007 str. 232)

### 8.1.3 Enosmerna napetost in tok

Čeprav imamo pri nas električno omrežje z efektivno izmenično napetostjo 230 V in izmeničen tok s frekvenco 50 Hz, telefoni za svoje delovanje uporabljajo enosmerni tok in enosmerno napetost. Zato imajo tudi naši polnilci za telefon adapterje, ki pretvarjajo tok in napetost iz izmenične v enosmerno. Enosmerni tok in napetost označimo z kratico DC, kar

predstavlja angleški izraz »*direct current*«. Za enosmerni tok je značilno, da teče tok ves čas v isto smer in sicer vedno od višjega potenciala k nižjemu potencialu. Enosmerna napetost je napetost, ki se s časom ne spreminja. (Oxlade, in drugi, 1990 str. 60-61)



Graf 1: Enosmerna napetost v odvisnosti od časa

([http://eoet1.tسكر.si/plus/inc/01\\_05\\_03\\_07/slika\\_1-5-3-7-1\\_2\\_small.jpg](http://eoet1.tسكر.si/plus/inc/01_05_03_07/slika_1-5-3-7-1_2_small.jpg))

## 8.1.4 Ohmov zakon

Ohmov zakon je zveza med tokom, ki teče skozi upornik, in napetostjo na uporniku.

$$U = RI$$

pri čemer je  $U$  napetost,  $I$  tok in  $R$  električni upor. Električni upor nam pove, kolikšna napetost je potrebna, da skozi porabnik steče tok en amper. Enota za električni upor je ohm oz.  $\Omega$ . Iz enačbe lahko ugotovimo, da sta tok in upor obratno sorazmerna ter da sta tok in napetost premo sorazmerna. (Mohorič, in drugi, 2015 str. 53)

## 8.1.5 Notranji upor

Notranji upor je značilen za merilnike, baterije in naprave, ki jih gradijo elektroliti ali so sestavljeni iz kovinskih vodnikov. Takšnega upora ne moremo spremeniti. Notranji upor vira napetosti si lahko predstavljamo kot upor, ki je vezan zaporedno z idealnim virom napetosti. Posledično tudi notranji upor vira določa skupen električni tok po vezju.

$$I = \frac{U}{R + R_0}$$

Pri čemer je  $I$  tok,  $U$  napetost vira,  $R$  upor bremena in  $R_0$  notranji upor vira napetosti. Tako kot upor tudi notranji upor merimo v omih oz.  $\Omega$ . (Strnad, 2014 str. 23-25)

### 8.1.5.1 Gonilna napetost in pritisnjena napetost

Gonilna napetost je napetost neobremenjenega vira. Ko pa na vir priključimo upornik, se napetost nekoliko zmanjša to napetost imenujemo pritisna napetost. Pritisna napetost je manjša zaradi notranjega upora in zaradi tega velja:

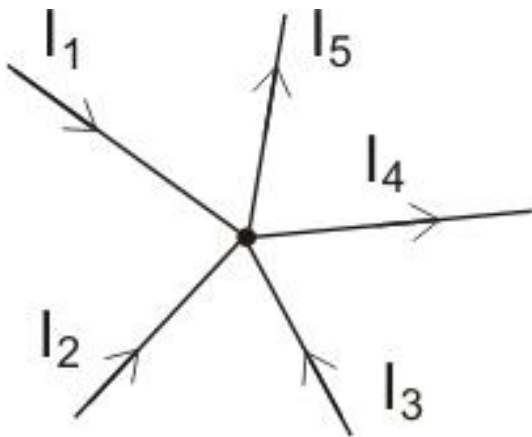
$$U_0' = U_0 - R_n I$$

Pri čemer je  $U_0'$  pritisna napetost,  $U_0$  gonilna napetost,  $R_n$  notranji upor in  $I$  tok. (Mohorič, in drugi, 2015 str. 61-62)

## 8.1.6 Kirchhoffov izrek

### 8.1.6.1 Prvi Kirchhoffov izrek

Prvi Kirchhoffov izrek oz. izrek o električnem toku pravi, da je vsota vseh tokov v vozlišče enaka vsoti vseh tokov iz vozlišča. Drugače povedano je vsota vseh tokov enaka nič, pri čemer so pritekajoči tokovi pozitivni in odtekajoči negativni. (Strnad, 2014 str. 15)



Slika 1: Primer vozlišča tokov

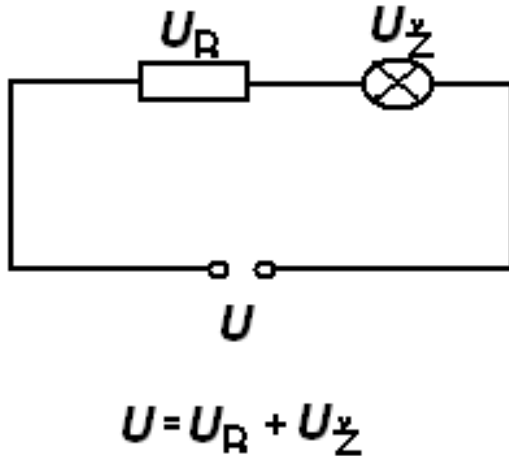
([https://si.openprof.com/wb/elektri%C4%8Dni\\_upor?ch=230](https://si.openprof.com/wb/elektri%C4%8Dni_upor?ch=230))

Prva oblika Kirchhoffovega izreka za tokove nam v primeru tega vozlišča tokov da naslednjo zvezo:

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$$

### 8.1.6.2 Drugi Kirchhoffov izrek

Drugi Kirchhoffov izrek oz. izrek o napetosti po sklenjenem krogu pravi, da je napetost po sklenjenem krogu nič oz. da je na kateri koli sklenjeni poti vsota napetosti virov enaka vsoti padcev napetosti na porabnikih. (Strnad, 2014 str. 16)



Slika 2: uporaba drugega Kirchhoffovega izreka

([https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRmcL6Z\\_-GHhQzuZOZ5SIpA5S1QX5fzRq2-Z22ImP9PInuObUGa](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRmcL6Z_-GHhQzuZOZ5SIpA5S1QX5fzRq2-Z22ImP9PInuObUGa))

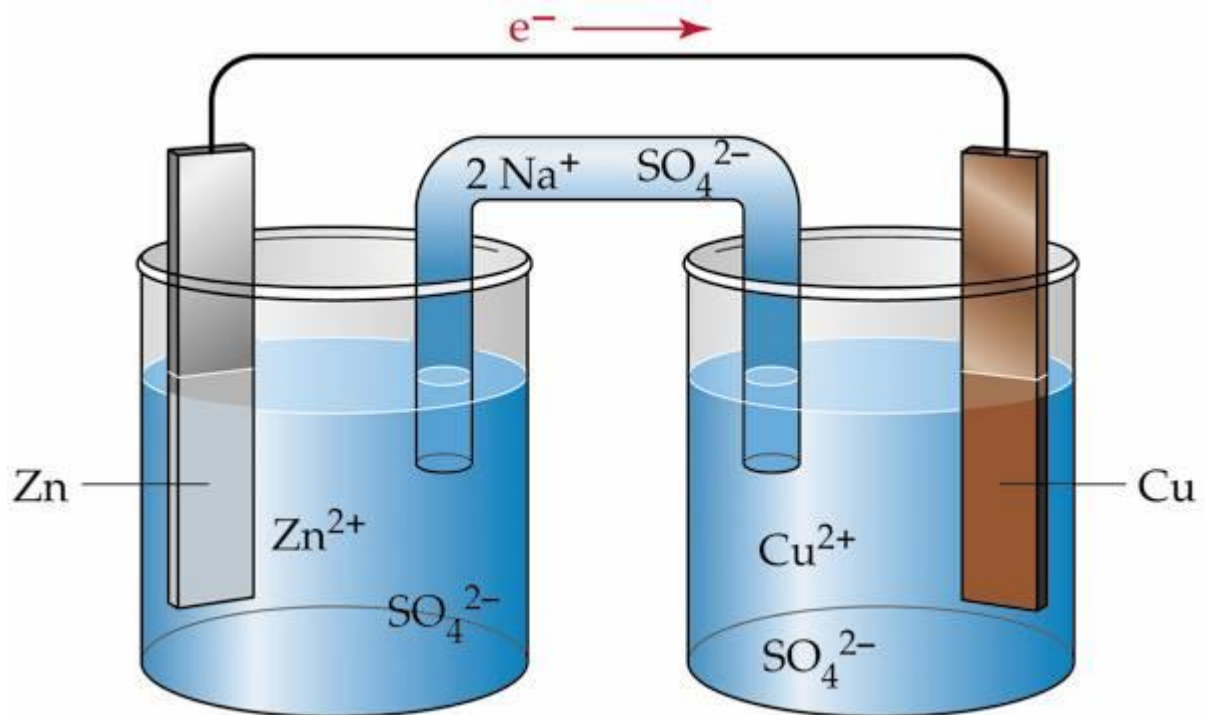
## 8.2 Galvanski člen

Galvanski člen je vir napetosti, v katerem potekajo spontane redoks reakcije. Kadar med dvema kovinama poteče redoks reakcija, nastane električni tok. Da se to zgodi, morajo biti izpolnjeni nekateri pogoji. Oksidant in reducent morata biti med seboj ločena, elektroni pa morajo prehajati preko žice od reducenta do oksidanta. Redoks reakcije v galvanskem členu poteka pri konstantni temperaturi in konstantnem tlaku. Reakcija je eksotermna, kar pomeni, da sprošča toploto. (Pretnar, 1973 str. 23-26)

### 8.2.1 Zgradba galvanskega člena

Galvanski člen je sestavljen iz elektrolita, ki je ločen na dva dela. V en del elektrolita je potopljena anoda, ki je pozitivno nabita elektroda. V drugem delu je v elektrolit potopljena katoda, ki je negativno nabita elektroda. Elektrodi sta med seboj povezani z žico, kar omogoča, da elektroni potujejo od anode po žici do katode. Na tak način so zgrajene in delujejo tudi polnilne baterije in akumulatorji, le da lahko te z zunanjo napetostjo polnimo

nazaj v prvotno stanje. Prvotno stanje dosežemo tako, da reakcija poteče v nasprotno smer. (Jamnik, 1961 str. 374; Pretnar, 1973 str.23-26)



Slika 3: Zgradba galvanskega člana

([https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjuoOv30rHgAhVFDuwKHXW6DekQjRx6BAGBEAU&url=https%3A%2F%2Fwww.monitor.si%2Fclanek%2Flitij-ki-poganja-mobilni-svet%2F159566%2F&psig=AOvVaw3Zs5IVhJOEJnJ2\\_qzno6C5&ust=1549904651930825](https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjuoOv30rHgAhVFDuwKHXW6DekQjRx6BAGBEAU&url=https%3A%2F%2Fwww.monitor.si%2Fclanek%2Flitij-ki-poganja-mobilni-svet%2F159566%2F&psig=AOvVaw3Zs5IVhJOEJnJ2_qzno6C5&ust=1549904651930825))

## 8.2.2 Napetost galvanskega člana

Napetost galvanskega člana je razlika med potencialom katode in anode. Napetost galvanskega člana označimo z  $U$ , napetost galvanskega člana katode z  $U_K$  in napetost galvanskega člana anode z  $E_A$ . Napetost je vedno večja od nič in za njo velja:

$$U_K > U_A$$

$$U_K - U_A = U$$

(Jamnik, 1961 str. 375-376)

## 8.2.3 Standardni elektrodni potencial

Elektrodni potencial oziroma potencial pol-člena je odvisen od aktivnosti ionov v neki raztopini. Vendar pa posamezne aktivnosti ionov ni mogoče izmeriti, ker vedno nastopajo v



parih. Zato tudi ni mogoče izmeriti elektrodnega potenciala. Vendar pa lahko izmerimo razliko potencialov. Zato vse člene kombiniramo z enakim pol-členom in sicer s standardno vodikovo elektrodo. Če je torej standardni elektrodni potencial večji od 0, je elektroda bolj pozitivna, kar pomeni, da je boljši oksidant. Če pa je standardni elektrodni potencial manjši od 0, je elektroda bolj negativna in je boljši reducent. Potencial standardne elektrode vodik je pri vseh temperaturah enak nič. (Jamnik, 1961 str. 380-386)

Reakcija	$E^{\circ}/V$
$Li^{+}(aq) + 1e^{-} \rightleftharpoons Li(s)$	-3,04
$K^{+}(aq) + 1e^{-} \rightleftharpoons K(s)$	-2,93
$Na^{+}(aq) + 1e^{-} \rightleftharpoons Na(s)$	-2,71
$Mg^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightleftharpoons Mg(s)$	-2,37
$Al^{3+}(aq) + 3e^{-} \rightleftharpoons Al(s)$	-1,66
$Zn^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightleftharpoons Zn(s)$	-0,76
$Fe^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightleftharpoons Fe(s)$	-0,44
$2H_3O^{+}(aq) + 2e^{-} \rightleftharpoons H_2(g) + 2H_2O(l)$	0,00
$Cu^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightleftharpoons Cu(s)$	0,34
$Pt^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightleftharpoons Pt(s)$	1,19

Slika 4: Standardni elektrodni potencial

(<https://www.iucbeniki.si/kemija2/616/sep2.jpg>)

## 8.2.4 Zgradba baterije

Razvoj pametnih telefonov poteka zelo hitro in z njimi se razvijajo tudi baterije za telefone. Večina pametnih telefonov v današnjem času uporablja litij-ionske ali litij-polimerske (t.i. »Lipo«) baterije (Kopač, 2009 str. 8-13)

### 8.2.4.1 Li-ion baterija

Litij-ionska baterija je izdelana iz anode, ki je pogosto iz bakra, grafita in zmesi litija, katode, ki je tipično kovinska zmes litijevega oksida na aluminiju in tekočega elektrolita, ki je sestavljen iz litijeve zmesi in organskega topila. Li-ion baterije morajo biti neprodušno zaprte,

da ne pride litij v kontakt z vlago, saj je zelo reaktiven. Li-ion baterije imajo ciklično obliko, ki omogoča boljšo zaščito baterijske celice. Vendar pa ta oblika celice zasede tudi bistveno večjo prostornino. Prav tako ima baterija zaradi kovinskega ohišja večjo maso. Življenjska doba take baterije je od 400 do 1200 ciklov polnjenja. Maksimalen tok praznjenja Li-Ion celice je med 1,5 C in 3 C ter priporočljiv tok polnjenja je 0,25 C. Maksimalen tok praznjenja merimo v columbkih [C]. Columb nam pove, koliko naboja je prenesel tok en amper v času ene sekunde. (Markič, 2016 str. 21-22)

#### **8.2.4.2 Lipo Baterija**

Kmalu za Li-ion baterijami so na trg prišle Lipo baterije, ki v elektrolitu vsebujejo polimer. Prednost lipo baterij je ravno v tem, da zasedejo bistveno manjšo prostornino, imajo poljubno obliko ter mehko ohišje. Ena največjih prednosti take baterije je maksimalni tok praznjenja, ki je bistveni večji kot pri Li-ion baterijah, saj doseže do 90 C. Vendar pa ima lipo baterija bistveno manjše število polnilnih ciklov kot Li-ion baterije. Nazivna napetost Lipo celice je 3,7 V.

(Markič, 2016 str.22-24)

# 9. MERITVE

## 9.1 Eksperiment 1

### 9.1.1 Metoda dela

V prvem poskusu sem želela ugotoviti, ali lahko z galvanskim členom iz sadja ali zelenje dosežem želeno napetost, ki jo potrebujem za polnjenje telefona. Zato sem naredila svoj galvanski člen in z voltmetrom izmerila napetost med elektrodama. Zato, da sem dosegla želeno napetost, sem z žico povezala več členov med seboj zaporedno. Za izvedbo tega poskusa sem potrebovala: bakrene paličice, ki sem jih uporabila kot anode; cinkove paličice, ki sem jih uporabila kot katode; več vrst sadja in zelenjave (jabolka, pomaranče, hruške, banane in krompir); vezavne žice in voltmeter.

### 9.1.2 Meritve

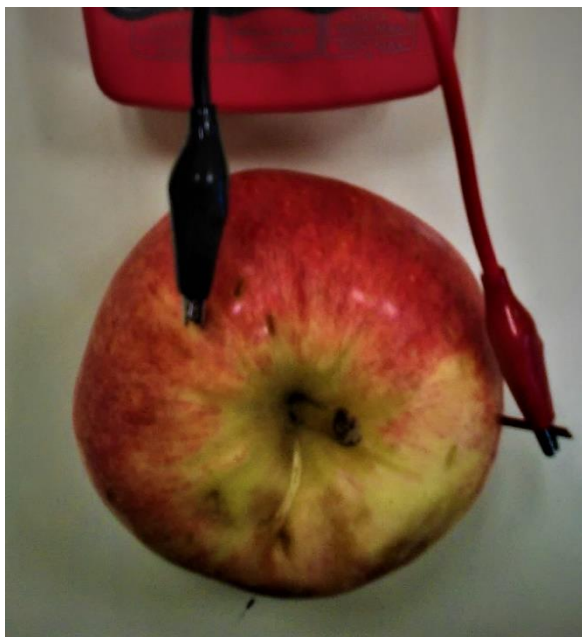
#### 9.1.2.1 Jabolka

*Tabela 1: Napetost za galvanski člen z jabolkom*

Napetost za en člen.	
1.	0,98 V
2.	1,00 V
3.	0,97 V
4.	1,01 V
Napetost člena iz polovice jabolka.	
1.	0,99 V

*Tabela 2: Napetost zaporedno vezanih členov z jabolki*

Število členov vezanih zaporedno.	napetost
2 člen	1,89 V
3 členi	2,96 V
4 členi ( iz 3 in pol jabolka)	3,89 V
4 členi ( iz 4 jabolka)	3,96 V
5 členov (iz 3 celih jabolka in 2 polovic)	4,85 V



Slika 5: Merjenje napetosti galvanskega člena iz jabolka

### 9.1.2.2 Banane

Tabela 3: Napetost za galvanski člen z banano

Napetost za en člen.	
1.	0,87 V
2.	0,89 V
3.	0,87 V
4.	0,88 V
5.	0,89 V
6.	0,84 V

Tabela 4: : Napetost zaporedno vezanih členov z bananami

Število členov vezanih zaporedno	napetost
2 člena	1,75 V
3 člani	2,66 V
4 člani	3,53 V
5 členov	4,40 V
6 členov	5,13 V

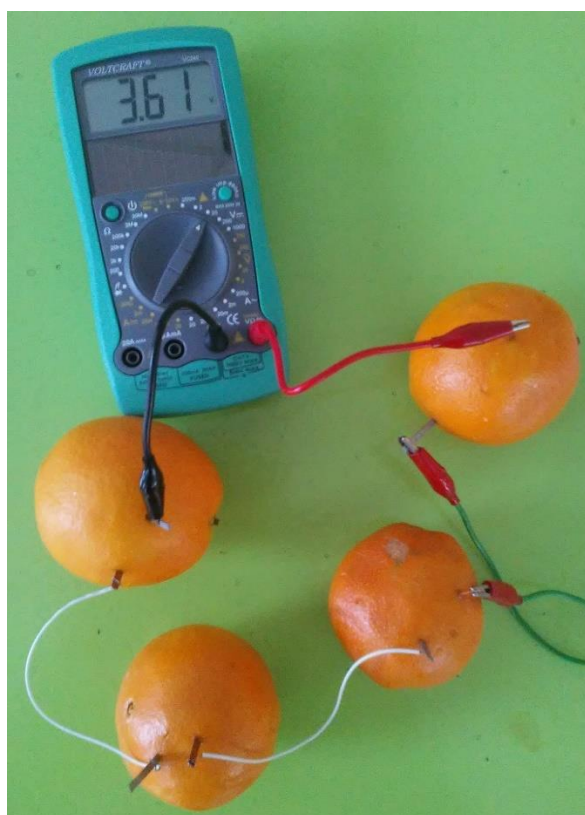
### 9.1.2.3 Pomaranče

Tabela 5: Napetost za galvanski člen s pomarančo

Napetost za en člen.	
1.	0,88 V
2.	0,87 V
3.	0,91 V
4.	0,86 V

Tabela 6: Napetost zaporedno vezanih členov s pomarančami

Število členov vezanih zaporedno	napetost
2 člena	1,75 V
3 členi	2,71 V
4 členi	3,61 V



Slika 6: Merjenje napetosti zaporedno vezanih galvanskih členov iz pomaranč

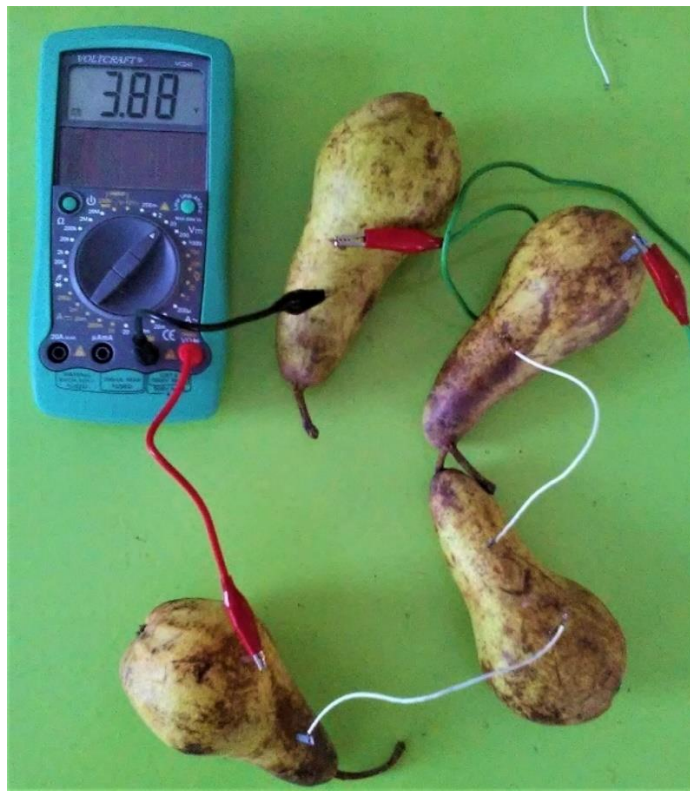
### 9.1.2.4 Hruške

Tabela 7: Napetost za galvanski člen s hruško

Napetost za en člen.	
1.	0,90 V
2.	0,92 V
3.	0,92 V
4.	0,92 V

Tabela 8: Napetost zaporedno vezanih galvanskih členov s hruškami

Število členov vezanih zaporedno	napetost
2 člena	1,95 V
3 členi	2,92 V
4 členi	3,88 V



Slika 7: Merjenje napetosti zaporedno vezanih galvanskih členov s hruškami

## 9.1.2.5 Krompir

Tabela 9: Napetost za galvanski člen s krompirjem

Napetost za en člen.	
1.	0,89 V
2.	0,91 V
3.	0,88 V
4.	0,88 V
5.	0,91 V

Tabela 10: Napetost zaporedno vezanih galvanskih členov s krompirji

Število členov vezanih zaporedno	napetost
2 člena	1,83 V
3 členi	2,72 V
4 členi	3,61 V
5 členov	4,46 V



Slika 8: Merjenje napetosti galvanskega člena s krompirjem

## 9.2 Eksperiment 2

### 9.2.1 Metoda dela

V drugem poskusu sem želela ugotoviti, kako se napetost spreminja, če spremenim material katode in anode. Zato sem poiskala različne materiale, ki sem jih v poskusu uporabila kot katodo oz. anodo. Da bi ugotovila, če ta dejavnik vpliva na napetost galvanskega člena, sem merila napetost med elektrodama v istem jabolku, pri čemer sem spreminjala katodo in anodo. Za izvedbo poskusa sem potrebovala: jabolko, vezavne žice, voltmeter, bakrene, aluminijaste, cinkove, nikljeve, medeninaste in cinaste paličice. Pri tem poskusu sem imela kar nekaj težav pri iskanju različnih elektrod iz čistih elementov. Zato sem pri poskusu uporabila tudi zlitine kot sta medenina in cin.

### 9.2.2 Meritve

*Tabela 11: Napetost med elektrodama galvanskega člena pri različnih katodah in anodah*

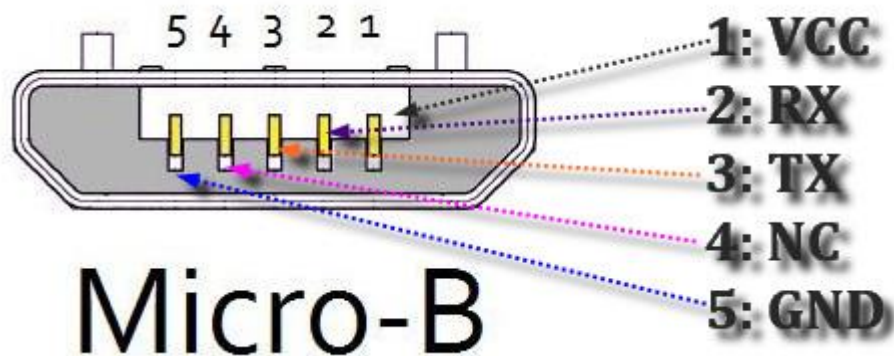
	baker	cin	aluminij	nikelj	medenina
cink	1,01 V	0,52 V	0,43 V	0,96 V	0,94 V
medenina	0,094 V	0,43 V	0,535 V	0,0043 V	
nikelj	0,068 V	0,45 V	0,51 V		
aluminij	0,62 V	0,090 V			
cin	0,50 V				

## 9.3 Eksperiment 3

### 9.3.1 Metoda dela

S tretjim eksperimentom sem želela ugotoviti, kolikšna je najmanjša napetost, pri kateri se telefon še polni. Da bi to lahko izmerila, sem potrebovala vir napetosti, telefon, USB kabel za polnjenje telefona in vezavne žice. Za poskus sem uporabila HTC Windows Phone 8S. Poskus sem izvedla tako, da sem telefon priklopila na vir napetosti, pri tem sem vir vezala na črno in na rdečo žico polnilca in postopoma zmanjševala napetost.





Slika 9: Razporeditev kontaktov na priključku mikro-USB

([https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiUhoKn2bHgAhXN16QKHdX\\_DyoQjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Fwww.moddiy.com%2Fpages%2FUSB-2.0-%257B47%257D-3.0-%257B47%257D-3.1-Connectors-%2526-Pinouts.html&psig=AOvVaw1-yJ1inFv2rJUZvsMeUYvL&ust=1549906336531929](https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiUhoKn2bHgAhXN16QKHdX_DyoQjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Fwww.moddiy.com%2Fpages%2FUSB-2.0-%257B47%257D-3.0-%257B47%257D-3.1-Connectors-%2526-Pinouts.html&psig=AOvVaw1-yJ1inFv2rJUZvsMeUYvL&ust=1549906336531929))

## 9.3.2 Meritve

Izmerila sem, da je najmanjša napetost, pri kateri se telefon še polni, 4,4 V. Običajno se omenjen model polni pri napetosti 5 V in toku 1 A, kolikor sta nazivna napetost in tok na originalnem električnem polnilcu. S tem sem ocenila, kolikšna mora biti najmanjša napetost, da se bo baterija mobilnega telefona začela polniti.



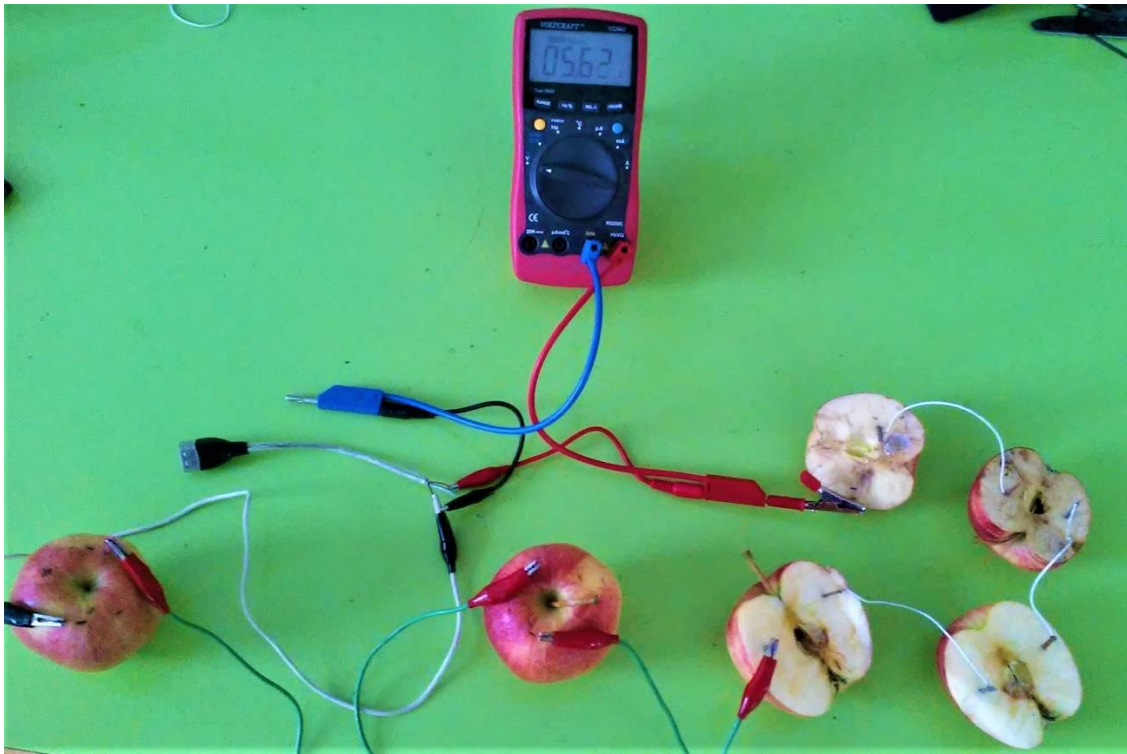
Slika 10: Postavitev eksperimenta 3

## 9.4 Eksperiment 4

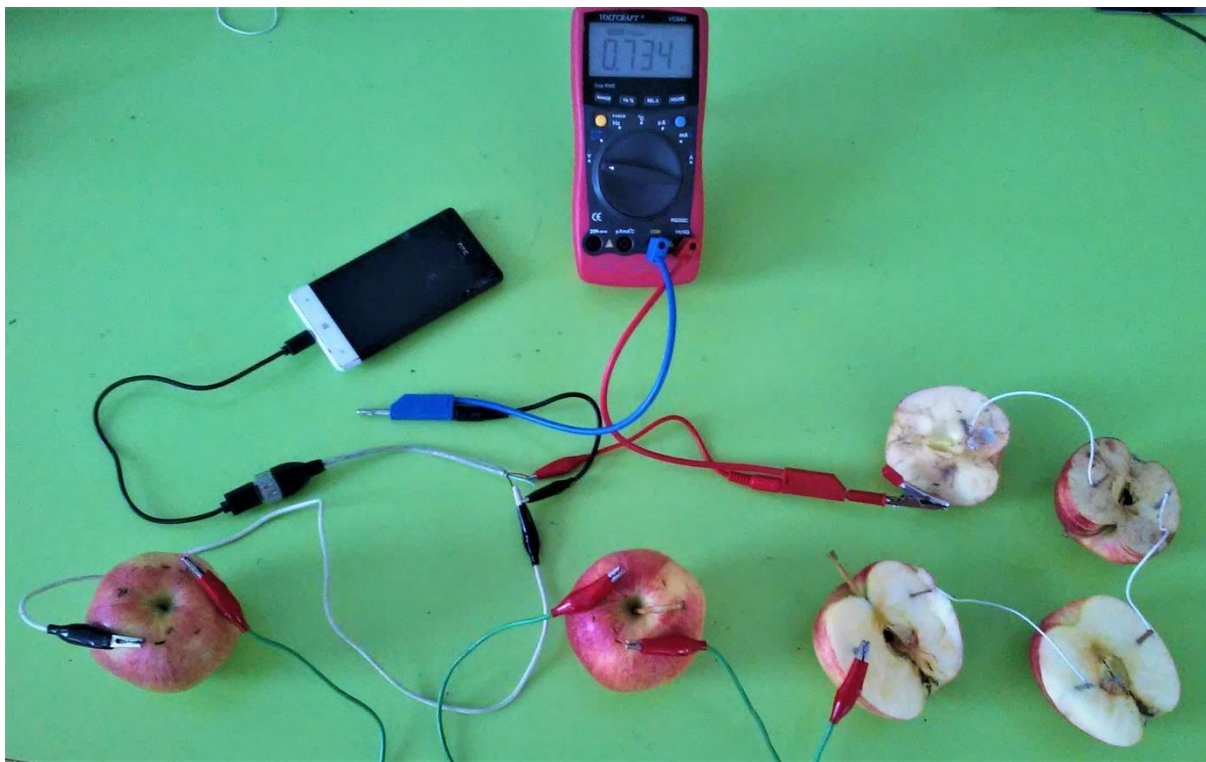
### 9.4.1 Metoda dela

V tem poskusu sem želela ugotoviti, ali lahko resnično polnim telefon z energijo iz galvanskih členov, sestavljenih iz sadja. Zato sem koščke jabolk zaporedno povezala med seboj, da sem dobila napetost 5,62 V. To baterijo sem potem s kablom povezala na telefon. Za izvedbo eksperimenta sem potrebovala bakreno anodo, katodo iz cinka, USB kabel za polnjenje telefona, voltmeter, vezavne žice in seveda telefon.

### 9.4.2 Meritve



Slika 11: Postavitev eksperimenta 4, preden sem priklopila telefon



Slika 12: Postavitev eksperimenta 4, po tem ko sem priklopila telefon

Tukaj so me rezultati malo presenetili saj se pričakovala, da se bo telefon začel polniti, vendar se ni. Izmerila sem tudi napetost galvanskega člana, preden sem priklopila telefon (5,62 V) in napetost potem, ko sem priklopila telefon (0,734 V).

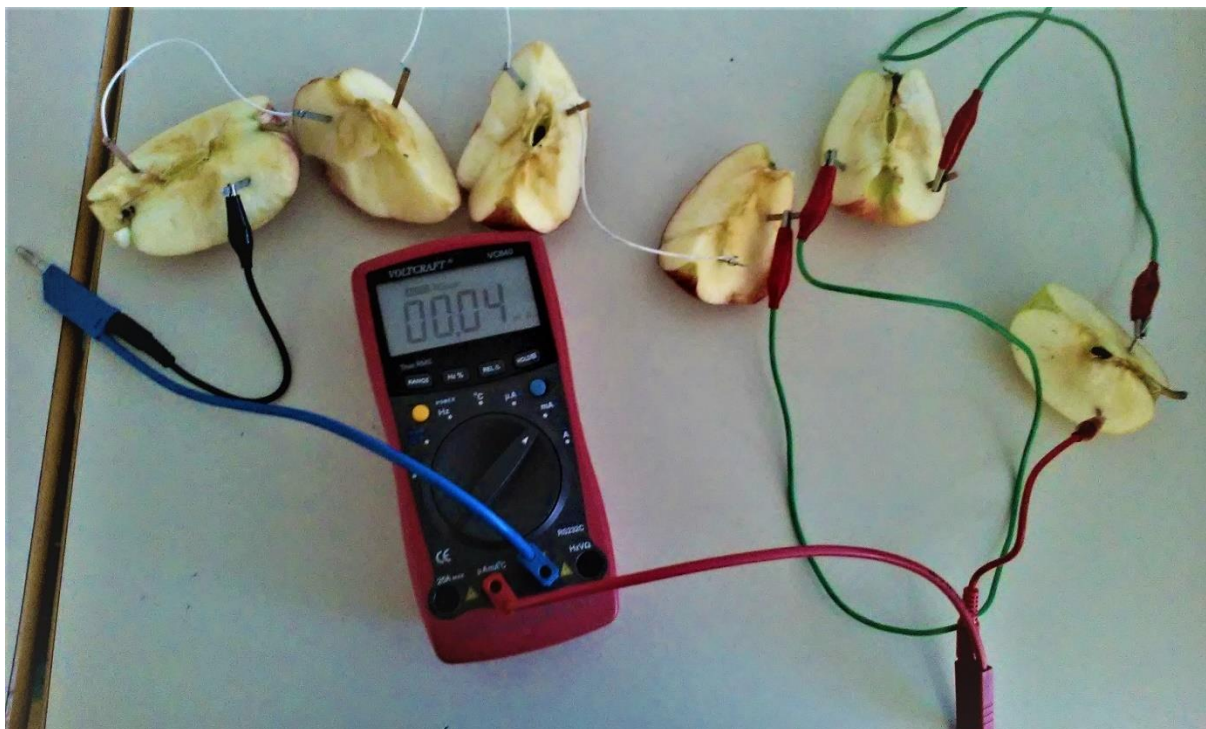
## 9.5 Eksperiment 5

### 9.5.1 Metoda dela

Ker sem v prejšnjem eksperimentu ugotovila, da se telefon ne polni, sem v tem eksperimentu želela preveriti, kolikšen je kratkostični tok tako izdelanega vira napetosti. Pri tem poskusu sem izdelala baterijo iz svežih krhljiv jabolk, nato iz celih in iz enega jabolka. Pri poskusu sem potrebovala: bakreno anodo, cinkovo katodo, vezavne žice, jabolka in ampermeter.

### 9.5.2 Meritve

Z tem poskusom sem ugotovila, da je tok takšne baterije zelo majhen in sicer 0,04 mA.



*Slika 13: Merjenje kratkostičnega toka zaporedno vezanih galvanskih členov iz krljev jabolk*



*Slika 14: Merjenje kratkostičnega toka zaporedno vezanih galvanskih členov iz celih jabolk*



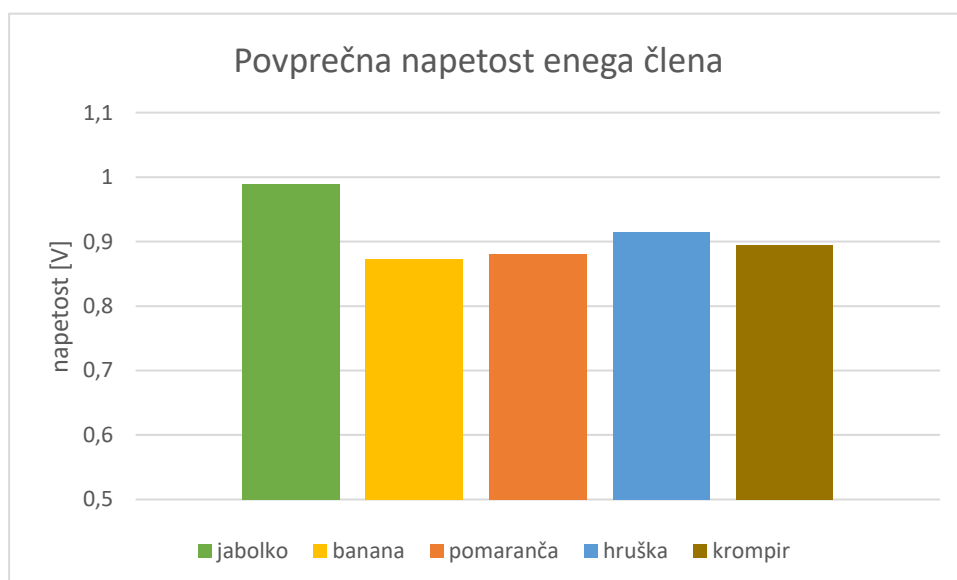
*Slika 15: Merjenje kratkostičnega toka galvanskega člana iz enega jabolka*

# 10. ANALIZA

Že ob pregledu literature sem ugotovila, da za izdelavo galvanskega člana potrebujem elektrolit, v mojem primeru sem kot elektrolit uporabila sadje oz. zelenjavo, ter katodo in anodo, za kateri sem v svojem primeru najpogosteje uporabila baker in cink. Iz pregledane literature sem kar hitro sklepala, da bo velikost napetosti bistveno bolj odvisna od izbire elektrod kot od elektrolita. To me je presenetilo, saj sem pričakovala, da bo na napetost bolj vplivala izbira sadja. Teoretično ugotovitev sem potrdila tudi s prvim in drugim poskusom.

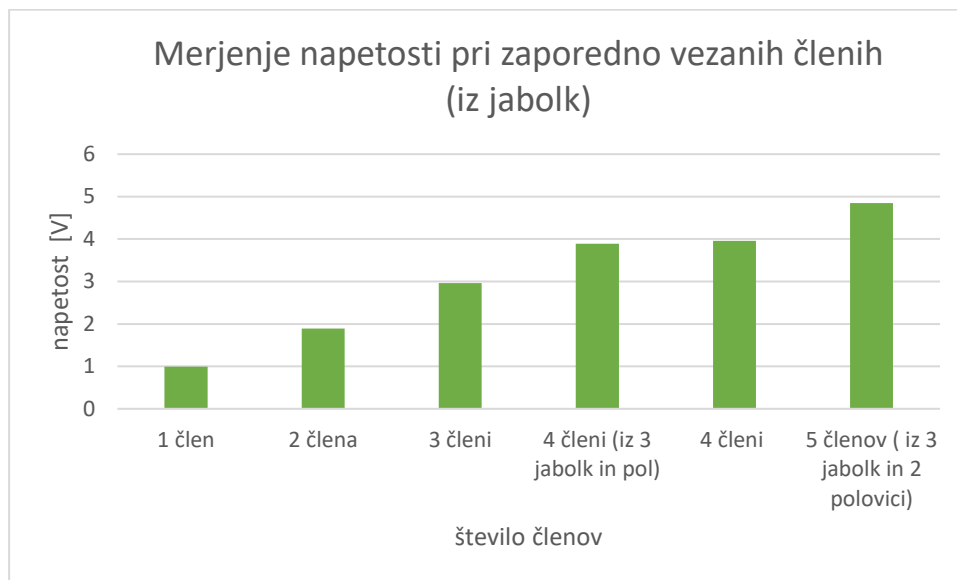
## 10.1 Eksperiment 1

Graf 2: povprečna napetost enega člana



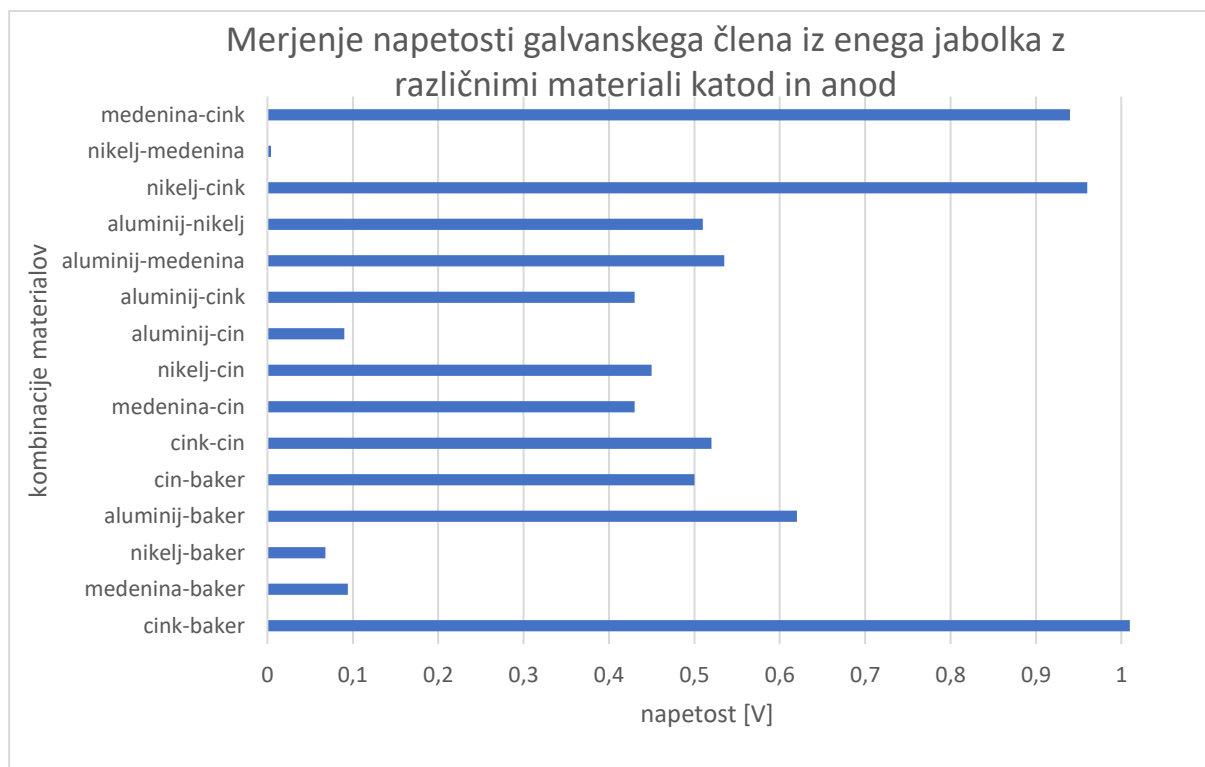
Ko sem pogledala rezultate prvega eksperimenta in povprečne izmerjene vrednosti napetosti primerjala med seboj, sem ugotovila, da moram vezati več členov zaporedno, pri tem pa ni pomembna njihova masa, ampak število členov. Pri tem sem opazila, da se napetosti posameznih členov pri zaporedni vezavi seštevajo. Iz tega lahko sklepam, da tudi za galvanske člene, izdelane iz elektrod v sadju, velja Kirchhoffov izrek za napetosti. Rezultati meritev so pokazali majhna odstopanja pri uporabi različnih elektrolitov. Iz tega je razvidno, da je izmerjena napetost nekoliko odvisna tudi od izbire elektrolita.

Graf 3: Merjenje napetosti pri zaporedni vezavi galvanskih členov



## 10.2 Eksperiment 2

Graf 4: Merjenje napetosti med elektrodama galvanskega člana iz enega jabolka z različnimi materiali katod in anod



Pri analizi rezultatov sem ugotovila, da ta dejavnik zelo vpliva na napetost galvanskega člana. Glede na različne kombinacije katode in anode pride do velikih odstopanj med napetostmi galvanskega člana. Najbolj so izstopale kombinacije: medenina-cink, nikelj-cink, ter najboljša

baker-cink. Iz teh meritev sem ugotovila, da je napetost odvisna predvsem od kombinacije, saj ima medenina z cinkom eno najvišjih napetosti medtem ko je napetost pri kombinaciji medenina nikelj najmanjša. Ampak zakaj je tako pomembna?

Electrode reaction	Potential (V)	Electrode reaction	Potential (V)
$\text{Li} \rightleftharpoons \text{Li}^+ + e$	-3.045	$\text{Sn} \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+} + 2e$	-0.136
$\text{K} \rightleftharpoons \text{K}^+ + e$	-2.925	$\text{Pb} \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2e$	-0.126
$\text{Ca} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2e$	-2.870	$\text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3e$	-0.036
$\text{Na} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + e$	-2.714	$\text{H} \rightleftharpoons 2\text{H}^{2+} + 2e$	+0.000
$\text{Mg} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2e$	-2.370	$\text{Cu} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2e$	+0.330
$\text{Ti} \rightleftharpoons \text{Ti}^{2+} + 2e$	-1.750	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$	+0.401
$\text{Al} \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3e$	-1.662	$2\text{Hg} \rightleftharpoons \text{Hg}_2^{2+} + 2e$	+0.788
$\text{Mn} \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2e$	-1.100	$\text{Ag} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + e$	+0.799
$\text{Zn} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 2e$	-0.763	$\text{Hg} \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+} + 2e$	+0.854
$\text{Cr} \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+} + 3e$	-0.744	$\text{Pd} \rightleftharpoons \text{Pd}^{2+} + 2e$	+0.987
$\text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 2e$	-0.440	$\text{Pt} \rightleftharpoons \text{Pt}^{2+} + 2e$	+1.2
$\text{Cd} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + 2e$	-0.403	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	+1.229
$\text{Co} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} + 2e$	-0.277	$\text{Au} \rightleftharpoons \text{Au}^{3+} + 3e$	+1.498
$\text{Ni} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + 2e$	-0.250	$\text{Au} \rightleftharpoons \text{Au}^+ + e$	+1.68

Slika 16: Elektro negativnost elementov

(<https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiQxeWx6bHgAhUCYIAKHXLkBO4QjRx6BAgBEAU&url=%2Furl%3Fsa%3Di%26source%3Dimages%26cd%3D%26ved%3D%26url%3Dhttp%253A%252F%252Fsi.cncoppercladsteel.com%252Fhot-dip-tin-copper-clad-steel%252Fhot-dip-tin-copper-clad-steel-wire%252Fhot-dip-tin-plated-continuous-casting.html%26psig%3DAOvVaw1hVPr779Jh5kq5iXRblc-M%26ust%3D1549910650368375&psig=AOvVaw1hVPr779Jh5kq5iXRblc-M&ust=1549910650368375>)

Tukaj je pomembna elektro-negativnost elementov. Če pogledamo kombinacijo cinka in bakra ugotovimo, da je razlika med njunima potencialoma 1,093 V in če pogledamo razliko med nikljem in bakrom je 0,58 V, kar je več kot dvakrat manj od razlike elektro-negativnosti cinka in bakra. Iz tega je razvidno tudi, zakaj je razlika med medenino in nikljem tako majhna. Medenina je zlitina sestavljena iz več kot 65% bakra in cinka iz česa pa lahko ugotovimo, da je zaradi tega elektro-negativnost med njima še manjša kot pri bakru in niklju in posledično je zato tudi manjša napetost. Pri tem poskusu sem ugotovila, da je za izmerjeno napetost bistvena izbira elektrod, ki imata največjo možno razliko elektro-negativnosti.



### **10.3 Eksperiment 3**

Pri tem poskusu sem ugotovila, da je minimalna napetost, pri kateri se bo moj telefon polnil, 4,4 V, čeprav je običajna napetost pri polnjenju telefona 5 V, nazivni tok pa 1 A. Iz rezultatov sem tudi ugotovila, da bom potrebovala vir napetosti iz najmanj pet zaporedno vezanimi členi, da bom zagotovila ustrezno napetost.

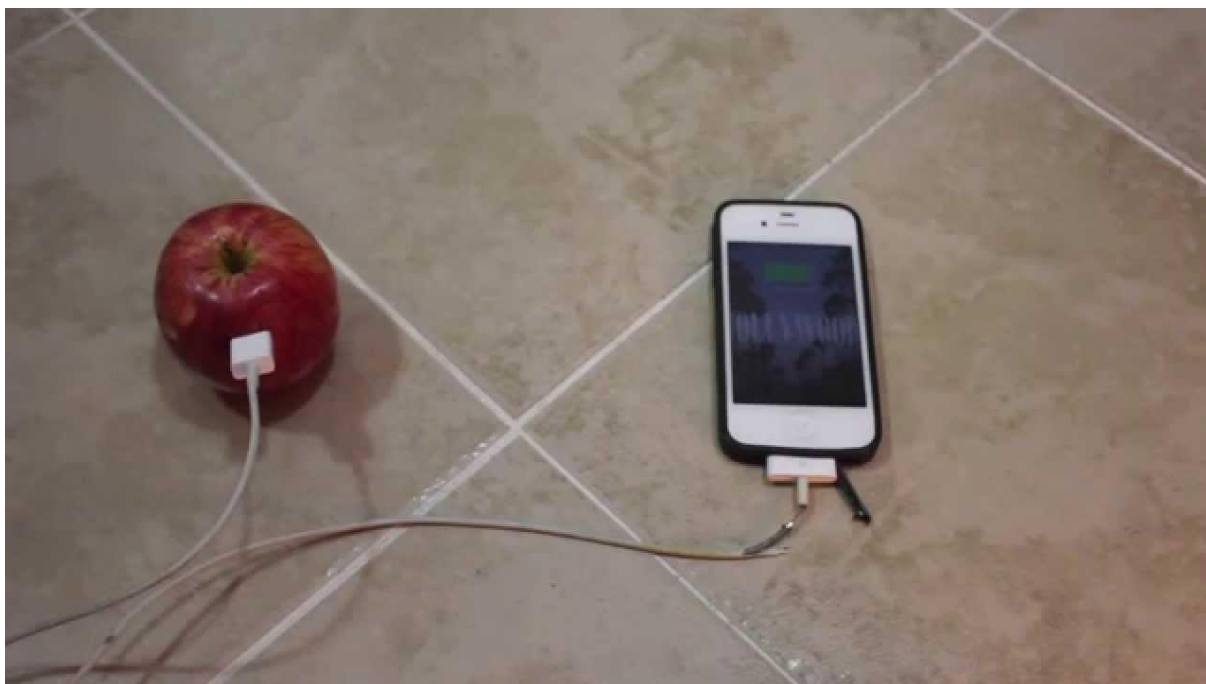
### **10.4 Eksperiment 4**

Tukaj so me rezultati presenetili, saj sem pričakovala, da se bo telefon začel polniti. Ker sem to ni zgodilo, sem začela iskati odgovore. Ko sem sestavila baterijo, sem izmerila napetost 5,62 V, ko sem baterijo povezala s telefonom, pa sem ugotovila, da napetost drastično pade. Sklepala sem, da je bil to tudi razlog, zakaj se moj telefon ni začel polniti. Občuten padec napetosti pri vezavi bremena je značilna posledica premajhne zmogljivosti vira. Iz enakega razloga 12 V baterija za fotoaparata ne more nadomestiti 12 V akumulatorja v avtomobilu. Da bi svoj sum potrdila, sem se odločila, da bom izmerila še kratkostični tok svoje galvanskega člena, iz česar bom lahko sklepala tudi o njegovem notranjem upor.

### **10.5 Eksperiment 5**

S tem poskusom sem ugotovila, zakaj se moj telefon ne more tako preprosto polniti samo z baterijo, ki ga kot elektrolit gradi le sadje oz. zelenjava. V poskusu sem izmerila tok, ki je bil 0,04 mA. Sprva me je to zelo presenetilo, saj sem pričakovala, da bo številka precej večja. Pričakovala sem tok nekaj mA; pri takem toku se morda polnjenje baterije mobitela še ne bi začelo, hkrati pa bi lahko z vzporedno vezavo več verig galvanskih členov kljub temu dosegla potreben polnilni tok. Vendar pa bi bilo to v mojem primeru popolnoma nesmiselno, saj bi v teoriji potrebovala kar 25.000 verig, ki bi bile sestavljene iz petih členov, da bi dosegla nazivni polnilni tok 1 A. S tem poskusom sem dokončno opustila možnost, da bi telefon uspela polniti z galvanskimi členi, sestavljenimi iz manjših količin sadja oz. zelenjave.

# 11. ZAKJUČEK



Slika 17: Polnjenje telefona z jabolko

([https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiXqcaV97HgAhVBrxoKHTqZAYwQjRx6BAgBEAU&url=http%3A%2F%2Fimages-free.net%2Fcontent%2Fapple-for-your.html&psig=AOvVaw1S\\_E8Y\\_dEvk6SSysz8heUJ&ust=1549914376470415](https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiXqcaV97HgAhVBrxoKHTqZAYwQjRx6BAgBEAU&url=http%3A%2F%2Fimages-free.net%2Fcontent%2Fapple-for-your.html&psig=AOvVaw1S_E8Y_dEvk6SSysz8heUJ&ust=1549914376470415))

Ko sem začela izdelovati to raziskovalno nalogo, sem pričakovala, da bom s svojim galvanskim členom uspela polniti telefon. Ko sem uspela z zaporedno vezavo več členov doseči potrebno napetost več kot 5 V, nisem niti pomislila, da polnjenje mobilnika ne bi bilo več mogoče. Zagotovo so na to moje mišljenje vplivali vsi videi, ki sem jih pred začetkom raziskovalne naloge pregledala. V videu zglada stvar čisto preprosta. Vzameš sadež, vanj zariješ polnilec, na katerega je priklopljen telefon, in telefon se polni. Vendar sem sama kar hitro ugotovila, da stvar ni tako preprosta, kot se zdi. Vseeno me je presenetilo, da moj vir napetosti iz zaporedno vezanih galvanskih členov iz sadja in elektrod ne deluje. In ravno elektrode so za napetost galvanskega člena ključne. Večja, kot je razlika elektro-negativnosti katode in anode, večja je napetost posameznega člena. Vseeno pa je pomemben tudi elektrolit, ki ga je v mojem primeru predstavljalo sadje oz. zelenjava, saj zagotavlja zadostno količino naboja in s tem omeji tudi največji (kratkostični) tok, ki ga je še možno doseči. Po eni strani je presenetljiva ugotovitev, da sadje lahko prevzame vlogo elektrolita v galvanskem členu. Kaže, da so v vseh uporabljenih sadežih prisotne molekule, ki zagotavljajo spontane redoks

reakcije pri stiku s cinkovo in bakreno elektrodo. Kljub temu pa je število teh reakcij tako majhno, da je posledično tudi dosežen kratkostični tok precej majhen. To je tudi ključno, zakaj takšen galvanski člen ne more polniti naših mobilnih telefonov.

Dandanes ljudje vedno znova iščejo raznorazne senzacije in enostavne rešitve na številne vsakodnevne probleme. Ker taka vprašanja vedno pritegnejo pozornost, se na spletu pojavlja vedno več lažnih novic, ki obljublajo preproste rešitve problemov ali pa raznorazne senzacije. In kadar ljudje te rešitve pogledamo »na prvo žogo«, nekritično, se nam zdijo prave, uporabne in smiselne. Vendar pa se v praksi kasneje izkaže, da rešitev ni tako uporabna ali celo da stvar sploh ne deluje. Veliko krat se takšne rešitve izkažejo za delno resnične, tako kot se je to pokazalo v mojem primeru. Pri poskusih sem ugotovila, da lahko z dvema elektrodama in elektrolitom iz sadja dosežem primerno napetost za polnjenje baterije mobilnega telefona. Velikokrat pa se zgodi, da hoče nekdo tako zanimivo naravno dejstvo izkoristiti, da iz njega naredi senzacijo, ki ni povsem resnična. Ker samo po sebi očitno ni dovolj zanimivo, da sadje zaradi svoje kemijske sestave lahko nastopa kot elektrolit v galvanskem členu, so posamezniki to dejstvo prikrojili do te mere, da se na družabnih omrežjih praktično katerikoli sadež predstavlja kot ogromen (neizkoriščen) vir električne energije, ki lahko skoraj v trenutku napolni katerikoli mobilni telefon. Tu se mi zdi zelo pomembno, da se kot uporabniki, ki se vsakodnevno srečujemo z reklamami, videi, novicami, objavami ... zavedamo, da marsikaj ni tako preprosto, kot nam pogosto predstavljajo. Zato je ključnega pomena, da se zavedamo, da nas obdaja veliko število lažnih in zavajajočih informacij in da znamo sami kritično presoditi, katerim informacijam gre verjetni in katerim ne. Tukaj se mi zdi najpomembnejše, da razmišljamo s svojo glavo in ne sledimo slepo toku družbe, predvsem pa, da tudi v vsakdanjem življenju praktično uporabljamo znanje, ki ga pridobimo v šoli in izven nje.

## 12. DRUŽBENA ODGOVORNOST

Živimo v svetu, kjer nas preplavlja gora informacij. Nekatere so resnične, druge so prirejene resnice, nekatere so laži. Vsak, dan se odločamo, katerim informacijam bomo zaupali in katerim ne. In čeprav veliko krat presodimo pravilno, nas večina kdaj verjame v lažno novico, prevaro ... Zato je toliko bolj pomembno, da začnemo raziskovati, poskušamo na zadevo pogledati z mnogih zornih kotov.

Čeprav moja raziskovalna naloga ne bo mogla spremeniti mnenja vseh o tem, ali je mogoče polniti telefon s sadjem oz. zelenjavo, bom lahko vplivala na ljudi okoli sebe. Z rezultati te raziskovalne naloge bom lahko informirala sošolce in vrstnike ter jim pokazala svoj pogled na to "lažno novico". Še bolj kot to pa si želim, bi začeli presoјati vsakodnevne novice in jih preverjati iz različnih virov in zornih kotov in bi si s tem ustvarili širšo sliko, skupaj pa bi tvorili kritično razmišljujočo družbo.

## 13. BIBLIOGRAFIJA

**Jamnik Andrej** Fizikalna kemija: Visokošolski učbenik [Knjiga]. - Ljubljana : Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, 1961.

**Kopač Drejc** Baterije [Elektronski] // Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko. - 15. maj 2009. - 18. november 2018. - <http://www-f1.ijs.si/~ziherl/Baterije.pdf>.

**Markič Davorin** Zasnova in izvedba večfunkcijske prenosne polnilne naprave [Elektronski]. - UNIVERZA V LJUBLJANI Fakulteta za elektrotehniko, 2016. - 27. januar 2019. - <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=87322&lang=slv>.

**Mohorič Aleš in Babič Vitomir** Fizika 3: učbenik za fiziko v 3. letniku gimnazij in štiriletnih strokovnih šol [Knjiga]. - Ljubljana : Mladinska knjiga, 2015.

**Oxlade Chris, Stockley Corinne in Wertheim Jane** Fizika, slikovni pojmovnik [Knjiga]. - Ljubljana : Tehniška založba Slovenije, 1990.

**Pretnar Tatjana** Anorganska kemija II [Knjiga]. - Ljubljana : Državna Založba Slovenije, 1973.

**Strnad Janez** Fizika 2. del: Električna optika [Knjiga]. - Ljubljana : Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije, 1992.

**Strnad Janez** Mala fizika 2, električna, nihanje, valovanje, optika, posebna teorija relativnosti, kvantna fizika [Knjiga]. - Ljubljana : DZS, 2014.

**Štuhec Matjaž** Fizika [Knjiga]. - Ljubljana : Učila , 2007.

**Wertheim Jane, Oxlade Chris in Waterhouse John** Slikovni pojmovnik kemija [Knjiga]. - Ljubljana : Tehniška Založba Slovenije, 1991.

