

PREVODNOST RAZTOPIN

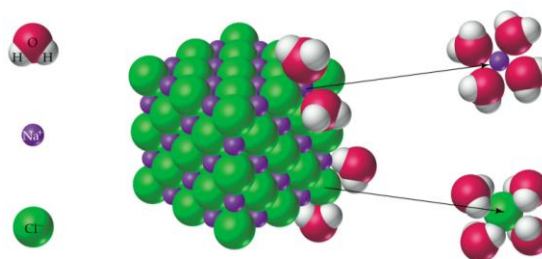
IME IN PRIIMEK UČENCA:

POTREBŠČINE

- 1,5 V baterija ali nizkonapetostni izvor,
- 5 žic,
- stikalo,
- voltmeter,
- ampermeter,
- posoda za preverjanje prevodnosti kapljevin,
- kuhinjska sol,
- tehtnica (natančnost vsaj 1 g) in posoda za tehtanje kuhinjske soli
- smirkov papir

POSKUS IN TEORETIČNO OZADJE

Ko v vodo vržemo kristal kuhinjske soli (NaCl), se le-ta začne raztapljati in nastane raztopina, ki vsebuje proste ione (Na^+ in Cl^-), zaradi česar ta raztopina prevaja električni tok. Polarne molekule vode s svojim pozitivnim in negativnim nabitim polom privlačijo nasprotno nabite ione in jih trgajo iz kristala. Ti ioni se nato obdajo z molekulami vode in se lahko prosto gibljejo po nastali raztopini (glej sliko) in s tem omogočijo prevajanje električnega toka. S posodo, v kateri sta elektrodi, bomo raziskali, kako je prevodnost raztopine odvisna od količine soli, ki je v njej raztopljena. Na elektrodi bomo priklopili enosmerno napetost, kar bo povzročilo, da bodo klorovi ioni potovali proti anodi, natrijevi ioni pa proti katodi. Čim več ionov bo v nekem časovnem obdobju prišlo na cilj, tem večji bo električni tok.



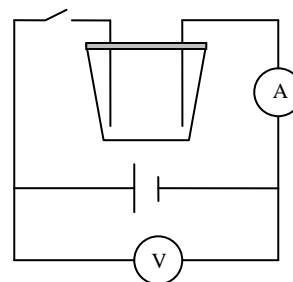
Vir:
http://wps.prenhall.com/wps/media/objects/2478/2537811/Media-Portfolio/chapter_09/text_images/FG09_01.JPG

POTEK DELA IN NALOGE

V tokokrog zvežemo 1,5 V baterijo, voltmeter, ampermeter, stikalo in posodo za preverjanje prevodnosti kapljevin, kot kaže slika. Preverimo napetost.

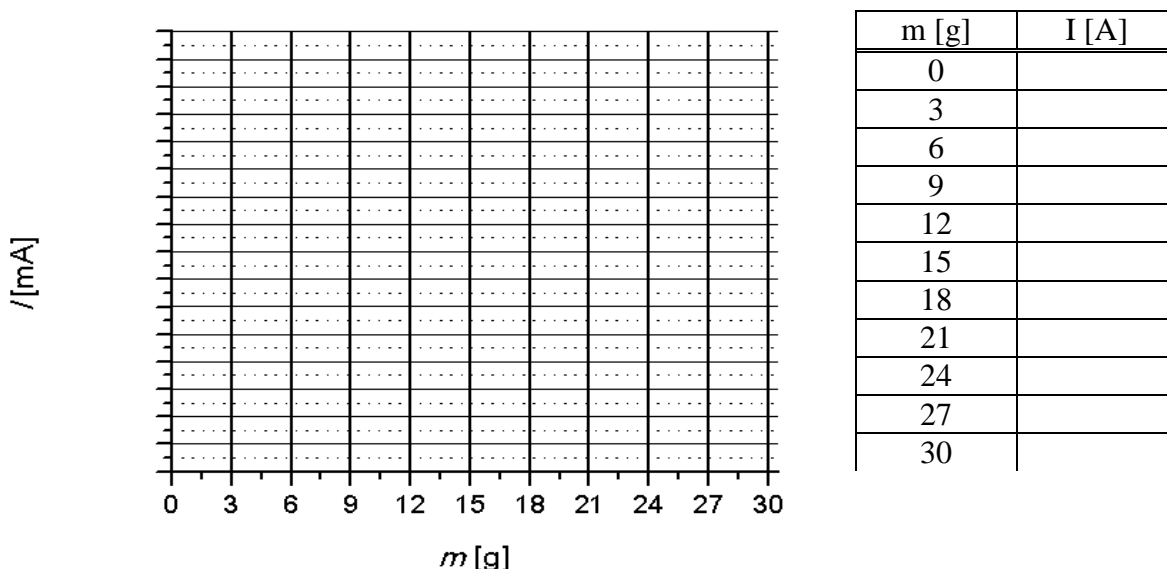
Posodo splaknemo in vanjo natočimo vodo. Elektrode očistimo s smirkovim papirjem in poveznemo pokrov na posodo. Vključimo stikalo in iz ampermetra odčitamo, kolikšen je tok, ko v vodi ni raztopljene soli ter rezultat vpišemo v tabelo.

Izklopimo stikalo ter na tehtnici odtehtajmo 3 g soli in jih dodajmo v vodo ter dobro premešamo (vsaj 15 sekund), tako da se vsa sol stopi. Po vklopu stikala počakamo 10 sekund in ponovno odčitamo vrednost toka in ga zapišemo v tabelo.



Postopek iz prejšnje točke ponavljamo, dokler ne dosežemo končne predvidene mase dodane soli. Pri tem smo pozorni na to, da po vsakem vklopu stikala tok pada, ocena za relevantno vrednost toka je vrednost, ki je na ampermetru po 10 sekundah, saj se takrat vzpostavi približno ravnovesje. Po vsaki meritvi elektrodi dobro očistite s smirkovim papirjem, saj snov, ki se na njih nabira, vpliva na prevodnost.

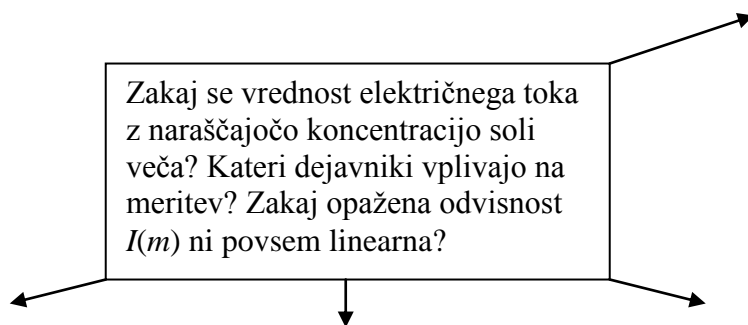
Po končani meritvi izmerjene vrednosti vrišite v pripravljen graf.



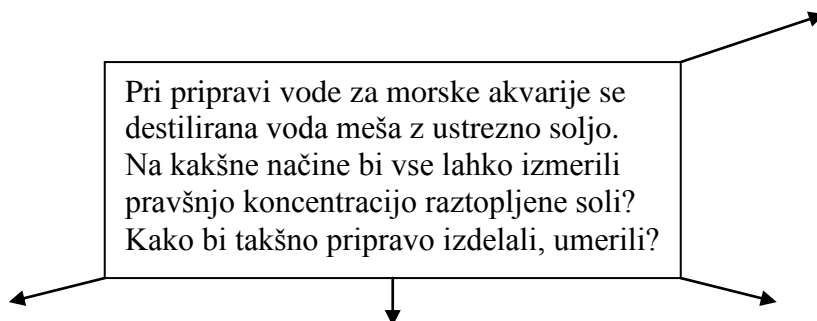
Za domačo nalogo te vrednosti vnesite v računalnik in graf narišite z enim izmed temu namenjenih programov (npr. Excel).

V nadaljevanju naj skupina obravnava naslednje teme po hitri možganski nevihti z miselnimi vzorci:

1. (čas reševanja 4 minute)

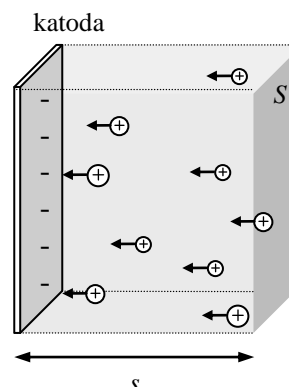


2. (čas reševanja 4 minute)



DOMAČA NALOGA - MODEL PADAJOČE EKSPONENTNE ODVISNOSTI ELEKTRIČNEGA TOKA OD ČASA

Za opis električnega prevajanja v elektrolitu vzemimo preprost mikroskopski model Ohmovega zakona, kot velja v kovinah. Naj bo razdalja med elektrodama L , njun v elektrolitu potopljen del ploščine pa S . Naredimo poenostavitev, da je električno polje med elektrodama homogeno in enako $E = U/L$, kjer je U napetost izvira. Hitrost gibanja nosilcev naboja, ki se gibljejo proti eni od elektrod, je sorazmerna z električnim poljem: $v = \mu E$, kjer je μ njihova gibljivost v tekočini. V elektrolitu imamo pravzaprav dve vrsti nosilcev, pozitivne in negativne, vendar se končni sklep nič ne spremeni, če se delamo, kot da imamo samo nosilce ene vrste – izberimo pozitivne. Električni tok med elektrodama je tedaj enak: $I = e/t = NZe_0/t$. Naboj e , ki se preide v času t na eno od elektrod, je namreč enak NZe_0 . Pri tem je N število prispelih nosilcev, $e_0 = 1,6 \cdot 10^{-19}$ As osnovni naboj, Z pa valenca iona (število osnovnih nabojev). Opredelimo lahko koncentracijo pozitivnih ionov v elektrolitu kot njihovo število na prostorninsko enoto: $C = N/V$. Vzamemo kar volumen tekočine med vzporednima elektrodama, zato velja $N = CV = CSs = CSvt$; s je pot, ki jo v času t prepotujejo nosilci proti elektrodi. Zato je električni tok enak:



$$I = NZe_0/t = (CSvt)Ze_0/t = CSZe_0v = CSZe_0(\mu E) = CSZe_0(\mu U/L). \quad (1)$$

Vidimo, da je velikost toka odvisna od koncentracije ionov, kar smo tudi ugotovili pri naših meritvah. Ta odvisnost je linearna, kar se prav tako, vsaj do neke mere, sklada z našimi rezultati. Toda, če bi meritev izvajali zelo dolgo, bi zaznali zmanjševanje toka zaradi zmanjševanja koncentracije ionov. Med poskusom se namreč ioni nalagajo na elektrodah kot nevtralni atomi; na negativni elektrodi se izloča natrij v obliki natrijevega hidroksida (NaOH), na pozitivni pa klor, kar se je tekom eksperimenta dalo opaziti, saj so iz nje izhajali mehurčki.

Izkaže se (natančen izračun je na tem mestu prezahteven), da število ionov in posledično tudi velikost električnega toka padata eksponentno s časom:

$$I = I_z \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right), \quad (2)$$

kjer je I_z začetni tok in je enak tistemu, ki smo ga definirali z enačbo (1). Konstanta τ (tau) pa predstavlja karakteristični čas, ki nam pove, v kolikšnem času bi tok padel na nič, če bi se koncentracija ves čas spreminjala tako kot na začetku. Vendar se ne, zato τ pove v kolikšnem času pade tok na $1/e \approx 0,638$ začetne vrednosti. Manjši kot je τ , tem hitreje bo tok pojemał s časom. Izkaže se, da je definiran kot:

$$\tau = \frac{LV_{pos}}{S\mu U}. \quad (3)$$

Vidimo, da večja kot je razdalja med elektrodama L in večji kot je volumen elektrolita v posodi V_{pos} , počasneje bo tok pojenjal s časom, a po drugi strani bodo večja napetost U , večja gibljivost ionov μ ter večja površina elektrod S povzročile, da bo tok padal hitreje. Model je sicer grob, težko pa se je tudi dokopati do takšnih podatkov, kot je gibljivost nosilcev naboja v raznih elektrolitih. Vseeno lahko pričakujemo, da pravi vrednosti za I_z in τ nista tako zelo daleč od ocen.

Za domačo nalogo se tako z dimenzijsko analizo prepričajte, da so enote v enačbah (1) in (3) pravilne.

Kot drugi del naloge pa izračunajte produkt $I_z \cdot \tau$, če v vodo vsujemo 10 g soli NaCl.