



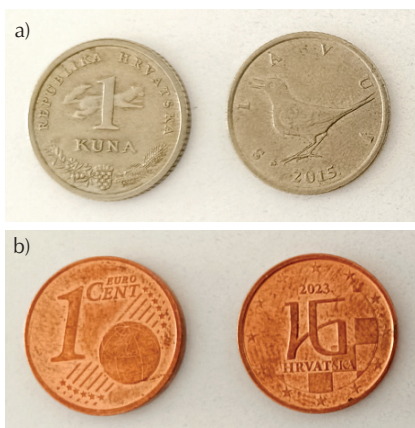
D. Šabić\*

Prirodoslovna škola Vladimira Preloga  
Ulica grada Vukovara 269, 10 000 Zagreb

## Kemija kovanica

Jednom prilikom čula sam svoje učenike kako komentiraju razlike u izgledu i sastavu kovanica kune i eurocenta. To me podsjetilo na to da sam negdje naišla na zanimljive pokuse koje bih mogla s njima odraditi. Cilj je zapravo bio da učenici pomoću kovanica kroz nekoliko kratkih pokusa ponove osnovne koncepte elektrokemije i redoks-reakcija (korozija, galvanski članak, reaktivnost metala) te se na kraju prisjete pomalo zaboravljene, ali za razvoj kemije iznimno bitne drevne vještine – alkemije.

Kao platežno sredstvo, kovanice se znatno duže upotrebljavaju nego papirnati novac, a izrađuju se od različitih metala. S povijesnog aspekta, zanimljivo je istaknuti da je prva kovnica novca u Hrvatskoj djelovala u Pakracu sredinom 13. stoljeća,<sup>1</sup> a novac koji se u njoj kovao bio je srebrnjak i zvao se slavonskim banovcem. Papirnatu novčanicu, a nažalost, i kovanice s vremenom propadaju. Najčešći razlog je njihova oksidacija, pa nije neobično da su metali otporni na koroziju (srebrnjaci i zlatnici) oduvijek bili na posebnoj cijeni. Kroz nekoliko narednih pokusa učenici trebaju istražiti koliko su otporne današnje kovanice i može li se, u duhu davne alkemije, od bakra napraviti zlato.



Slika 1 – a) Kovanica od 1 kune: legura sastava 65,0 % Cu, 23,2 % Ni i 11,8 % Zn; b) Kovanica od 1 eurocenta: čelik presvučen bakrom

Budući da sam pročitala podatak da kovanice hrvatske lipe na svojoj površini nemaju čisti bakar, za pokus sam odlučila upotrijebiti eurocente (u apoenima od 1 centa, a mogu se rabiti i od 2 ili 5 centi).

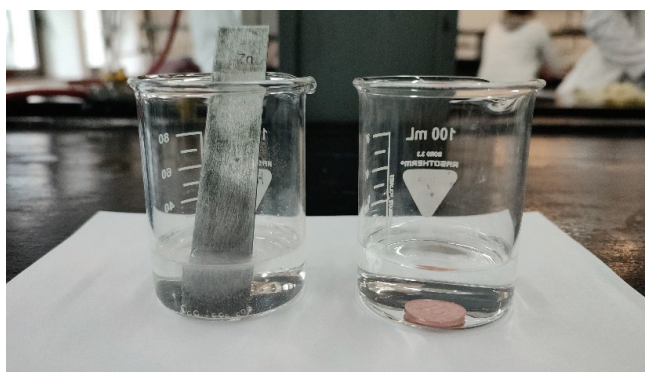
Prije početka pokusa kovanice je potrebno očistiti od nečistoća. To se može lako napraviti tako da se kovanice stave u posudu u kojoj se nalaze octena kiselina (ili ocat) i sol.

Pripremi se potreban pribor i kemikalije te pristupi izvedbi pokusa.

### Pokus 1. Jesu li opasno progutati kovanicu?

Iako su i bakar i cink važni minerali za očuvanje zdravlja organizma, u prekomjernim količinama su toksični zbog čega treba voditi računa o unosu u organizam. Često se zna čuti da je, uslijed nepažnje, neko malo dijete progutalo kovanicu. Stoga bi bilo poželjno vidjeti što se događa u želucu ako progutamo kovanicu? Koju kovanicu je opasnije progutati? Onu s više bakra ili s više cinka? Odgovor na to pitanje može ponuditi sljedeći pokus.

Poznata je činjenica da se u želucu nalazi klorovodična kiselina, pa sam nju upotrijebila u pokusu. U dvije laboratorijske čaše ulije se po 5 ml klorovodične kiseline. U jednu čašu ubaci se pločica od cinka, a u drugu kovanica 1 eurocenta.



Slika 2 – Ispitivanje reaktivnosti cinka (čaha lijevo) i bakra (čaha desno) u klorovodičnoj kiselini

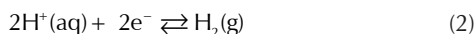
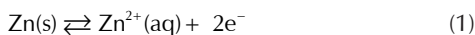
Promatranjem, u čaši s pločicom od cinka uronjenom u kiselinu opaža se nastajanje mjehurića. U drugoj čaši, čaši s eurocentom, odnosno kovanicom presvučenom bakrom, to se ne događa. U prvoj čaši, zbog nastanka mjehurića, zaključuje se da se razvija plin. Taj plin je vodik.

Tablica 1 – Elektrokemijski niz metala<sup>2</sup>

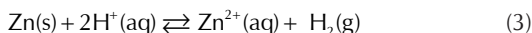
Reakcija	Standardni redukcijski potencijal, $E^0$ / V
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	+0,34
$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g})$	0,00
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$	-0,76

Cink spada u neplemenite metale i ima negativniji standardni redukcijski potencijal od vodika (tablica 1). Stoga će u sustavu u kojem postoje  $\text{H}^+$  ioni on biti reducens, tj. cink će se oksidirati i to do  $\text{Zn}^{2+}$  (jedn. (1)). Suprotno tome,  $\text{H}^+$  ion će se reducirati do vodika (jedn. (2)), tj. sustav  $2\text{H}^+/\text{H}_2$  je oksidans.

\* Danica Šabić, dipl. kem. ing.  
e-pošta: danicasabic@gmail.com



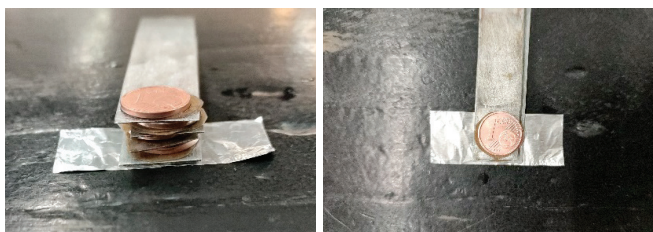
Konačna jednadžba otapanja cinka (jedn. (3)) dobije se sumiranjem jedn. (1) i (2).



Sustav  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  ima pozitivan standardni redukcijski potencijal, pa je u tablici standardnih redukcijskih potencijala (tablica 1) iznad vodika. Samim time bakar ne može reducirati proton do  $\text{H}_2$ , te u drugoj čaši ne dolazi do oslobađanja plinovitog vodika.<sup>3</sup> Na temelju toga može se zaključiti da je opasnije progutati kovanicu s više cinka.

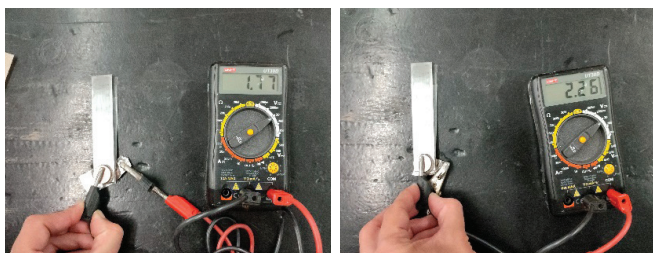
## Pokus 2. Jeftina struja

U jednu laboratorijsku čašu ulije se octena kiselina i ubace tri kartona promjera malo većeg od kovanice, da se namoče. Stavi se komadić aluminijske folije ( $2 \times 5$  cm) na stol i na nju se redom slažu cink, namočeni karton, kovanica eurocenta (mi smo u pokusu upotrijebili kovanicu od jednog eurocenta) i tako redom dok se ne upotrijebe sve kovanice. Na taj način se dobije baterija. Sad preostaje ispitati njezinu valjanost. Pomoću voltmetra izmjeri se napon tako građene baterije. Mi smo pripremili dvije baterije, jednu s tri kovanice i jednu s četiri kovanice od jednog eurocenta (slika 3).



Slika 3 – Izrada baterije od kovanica eurocenta

U bateriji s tri kovanice od jednog eurocenta napon je iznosio 1,77 V, a u bateriji s četiri kovanice iznosio je 2,26 V (slika 4).



Slika 4 – Izmjereni napon baterije s tri (lijevo) i četiri (desno) kovanice od jednog eurocenta

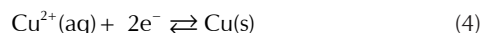
U svrhu provjere valjanosti baterije može se spojiti i LED dioda. Ako svijetli, baterija je valjana. U navedenom članku odvijaju se kemijske reakcije prema jedn. (1) i (2).

Ovdje se može postaviti pitanje čemu služi karton natopljen octenom kiselinom. Karton natopljen octenom kiselinom kao elektrolitom služi kao most između dviju elektroda.

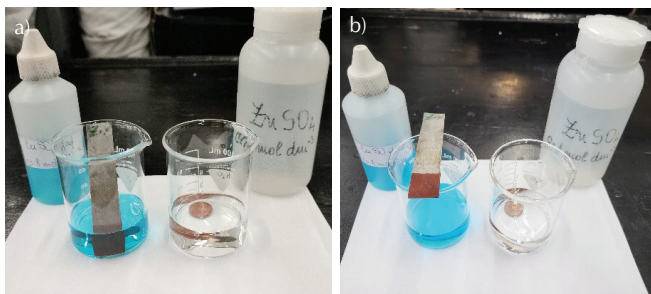
## Pokus 3. Novčić za sreću

Umjesto u fontanu, učenici neka ubace eurocent u otopinu nekog metala, za tu potrebu otopinu cinkovih iona, i promatraju što će se dogoditi.

U jednu laboratorijsku čašu ulije se 20 ml vodene otopine bakrova(II) klorida ili sulfata i uroni pločica cinka. U drugu laboratorijsku čašu ulije se 20 ml vodene otopine cinkova klorida ili sulfata i ubaci se kovanica od jednog eurocenta. Promatranjem, u čaši gdje je pločica cinka uronjena u otopinu bakrovih iona cink reagira, pri čemu se pločica smanjuje. Nakon nekog vremena na njoj se izlučuje narančasta čvrsta tvar, a usporedno se smanjuje intenzitet plavog obojenja otopine. Zaključuje se da se cink oksidira prema jedn. (1), a narančasta tvar na površini cinka je elementarni bakar koji se izlučuje sukladno jedn. (4).



U drugoj čaši se ne opaža promjena. Usporedbom standardnih redukcijskih potencijala (tablica 1) vidljivo je da sustav  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  ima negativniji standardni redukcijski potencijal u odnosu na sustav  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  zbog čega elementarni bakar nije u stanju reducirati cinkove ione do elementarnog cinka.<sup>4</sup>



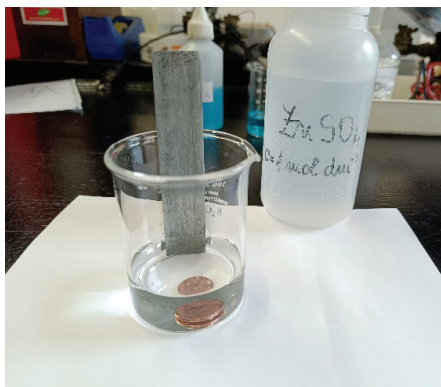
Slika 5 – a) Pločica cinka u otopini  $\text{Cu}^{2+}$  iona (čaša lijevo) i kovanica presvučena bakrom u otopini  $\text{Zn}^{2+}$  iona (čaša desno); b) Izlučena čvrsta narančasta presvlaka na pločici cinka

## Pokus 4. Alkemija, od bakra do zlata

Kao uvod u ovaj pokus, može se potaknuti rasprava s učenicima o tome što znaju o alkemičarima i alkemiji. U mojem slučaju, učenici su najprije, naravno, spomenuli Harryja Pottera, no potom su se uozbiljili te su neki od njih komentirali kako su čitali da je primarni cilj alkemije bio razviti vještine kojima se težilo neplemenite kovine (olovo, bakar, živa) pretvoriti u plemenite (srebro, zlato) posredstvom nečega što se zvalo "kamen mudraca".

Eksperiment je zaokupio njihovu pozornost, a vjerojatno, barem kod nekih od njih, i raspirio nadu da će uspjeti od bakrenog novčića napraviti zlatnik.

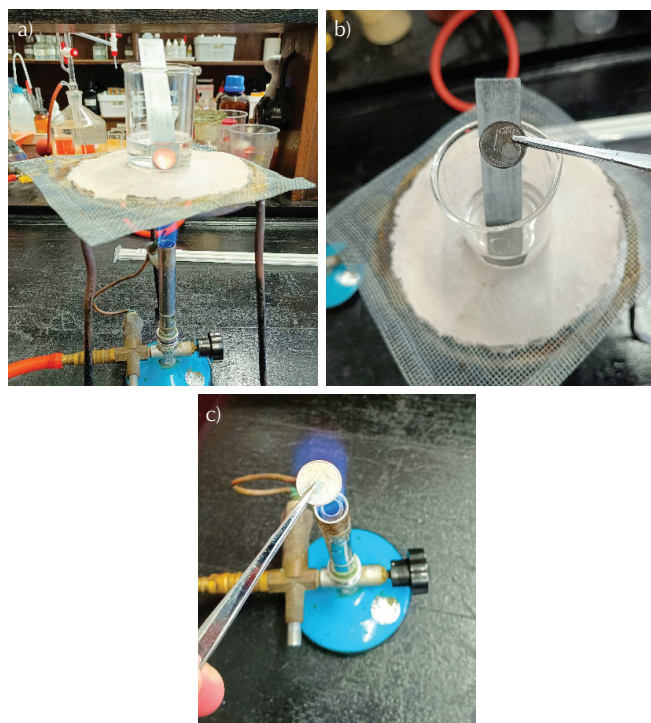
U laboratorijsku čašu ulije se 20 ml vodene otopine cinkova klorida i ubaci se kovanica eurocenta, a zatim se doda pločica cinka tako da ne dodiruje kovanicu (slika 6). Promatranjem se ne uočava nikakva promjena. Zatim se u kontakt s kovanicom stavi pločica cinka i sustav zagrijava desetak minuta (konkretno, do vidljive promjene, slika 7a)). Promatranjem se uočava da je kovanica poprimila srebrnkastu boju (slika 7b)). Potom se kovanicu izvadi iz otopine, osuši i zagrijava u slabom plamenu (slika 7c)). Promatranjem, učenici će uočiti da je kovanica poprimila zlaćanu boju.



Slika 6 – Pločica cinka i kovanica eurocenta u otopini cinkova sulfata dok se ne dodiruju

Može se potaknuti diskusija misle li učenici da je navedenim procesima bakreni novčić prešao u srebrnjak, a potom u zlatnik, ili smatraju da se dogodilo nešto drugo. Nakon diskusije, potrebno im je rastumačiti pozadinu kemijskih procesa koji su se odvijali. Stavljanjem pločice cinka u dodir s bakrenom kovanicom te zagrijavanjem na površini novčića izlučuje se elementarni cink stvarajući svojom srebrnkastom bojom dojam da je bakreni novčić postao srebrni. Nakon vađenja takve kovanice iz otopine, sušenja i zagrijavanja na slabom plamenu stvara se slitina cinka i bakra poznata pod nazivom mjed. Svojom zlaćanom bojom, nastanak mjedi stvara dojam da je srebrnjak prešao u zlatnik, što naravno nije točno. Za stvarnu pretvorbu bakra u srebro ili zlato potrebno je primijeniti proces fuzije.

Osim ponavljanja osnovna elektrokemije i redoks-reakcija, u sklopu ove teme mogu se detaljnije obraditi svojstva elemenata 11. skupine periodnog sustava elemenata te neki njegovi važniji spojevi. Naime, uz bakar, 11. skupini elemenata periodnog sustava elemenata pripadaju srebro i zlato, a sva tri elementa, osim činjenice da se nalaze u istoj skupini periodnog sustava, povezuje i činjenica da se od davnina rabe kao metali za izradu novca.



Slika 7 – Eksperiment s pločicom cinka i kovanicom eurocenta koji se dodiruju, a nalaze se uronjeni u otopinu cinkova sulfata: a) zagrijavanje, b) kovanica eurocenta nakon zagrijavanja u otopini, c) kovanica eurocenta izvađena iz otopine i zagrijavana blagim plamenom

#### Literatura

1. URL: <https://tz-pakrac.hr/prva-kovnica-novca-u-hrvatskoj/> (pristupljeno 24. travnja 2024.).
2. T. Begović, M. Luetić, F. Novosel, V. Petrović Peroković, S. Rupčić Petelinc, Kemija 3, Školska knjiga, Zagreb, 2020.
3. M. Sikirica, Zbirka kemijskih pokusa za osnovnu i srednju školu, Školska knjiga, Zagreb, 2011.
4. V. Mayer, Eksperimentalna nastava kemije, Školska knjiga, Zagreb, 1991.



Nenad Raos

## mala škola pisanja

(za znanstvenike i popularizatore)

Cijena udžbenika je 14 € (PDV uključen).

Narudžbe se primaju telefonom (095/9060-959) ili elektroničkom poštom ([hdk@hdk.hr](mailto:hdk@hdk.hr))

Studenti ostvaruju 50 % popusta uz predložene indeksa, a članovi Društva 20 %.