

CHEMIE

laboratorní cvičení č. 6

6

• CHEMIE

Galvanické články pracovní list (učitel)

Slovníček pojmů

S využitím dostupných zdrojů vysvětlíte následující pojmy:

Redoxní reakce:

Chemické reakce, při nichž dochází k předání elektronů mezi prvky, a tím pádem ke změně jejich oxidačních čísel.

Elektrolyt:

Elektrolyty jsou roztoky nebo taveniny, které vedou elektrický proud. Vznikají obvykle rozpuštěním iontových sloučenin v polárních rozpouštědlech. V elektrolytech nepřenášejí el. proud elektrony jako u kovů (vodičů I. řádu), ale ionty. Vodivost elektrolytů je nižší než u kovů. Elektrolyty jsou označovány jako vodiče II. řádu.

Elektroda:

Elektrodou, v užším slova smyslu, nazýváme vodič prvního řádu (kov) ponořený do elektrolytu, kterým je do roztoku elektrolytu přiváděn nebo odváděn elektrický náboj.

Anoda:

Jako anodu označujeme elektrodu, na které dochází k oxidaci.

Katoda:

Jako katodu označujeme elektrodu, na které dochází k redukci.



Elektroodový potenciál:

Elektroodový potenciál je potenciál (napětí) vznikající na základě potenciálového rozdílu mezi kovem a roztokem elektrolytu.

Galvanický článek:

Galvanický článek je zdroj elektrické energie sestavený ze dvou elektrochemických poločlánků. Skládá se ze dvou okruhů. Vnitřní okruh je tvořen dvěma kovy, které nejsou navzájem v přímém kontaktu a elektrolytovým systémem. Vnější okruh je pak tvořen metalickými vodiči a spotřebičem (např. měřícím zařízením).

Teoretická příprava úlohy

1. K čemu slouží galvanické články a s jakými konkrétními typy se dnes můžeme nejčastěji setkat?

Galvanické články jsou zdrojem elektrické energie pro různá „přenosná“ zařízení. Označují se jako tzv. baterie. Nejlevnější baterií je suchý článek (Leclancheův článek). Další běžnými typy jsou např.: alkalický článek, lithiový článek (Li-ion), olovený akumulátor, nikl-kadmiový článek, nikl-metalhydridový článek (Ni-MH) a další.

2. Jaký je rozdíl mezi primárním a sekundárním typem článku? Který z nich je ve vašem mobilním telefonu?

V případě primárního článku je jeho vybití nevratné (napětí článku se po vybití nedá obnovit). U sekundárních článků, neboli akumulátorů je možné článek připojením zdroje stejnosměrného proudu znovu nabít (tzv. dobíjecí baterie). V mobilních telefonech se dnes nejčastěji používá Li-ion článků, které patří mezi sekundární a mají dostatečně dlouhou životnost (vydrží značné množství nabíjecích cyklů) i kapacitu.

3. Co můžeme vyvodit z řady napětí kovů? Jaké vlastnosti mají kovy stojící napravo od vodíku a jaké kovy které jsou od vodíku nalevo? A co vzájemná pozice kovů?

Řada napětí kovů nám umožňuje porovnat redoxní vlastnosti jednotlivých kovů. Čím více nalevo kov stojí, tím silnější redukční vlastnosti má (je silnějším redukčním činidlem). Platí, že kov s nižší hodnotou potenciálu je schopen vytěsnit z roztoku kov s vyšší hodnotou potenciálu. Jinak řečeno, kov stojící nalevo od jiného kovu je schopen tento kov vytěsnit z roztoku. Kovy stojící nalevo od vodíku označujeme jako neušlechtilé (mají záporný potenciál a jsou schopny vytěsnit vodík z roztoku). Kovy stojící napravo od vodíku jsou tzv. kovy ušlechtilé (mají kladný potenciál a nevytěsní vodík z roztoku). Kationty ušlechtilých kovů se velice snadno redukují na elementární kov, proto jsou roztoky těchto iontů oxidačními činidly.

4. S využitím řady napětí kovů posuďte průběh následujících reakcí.

- Do roztoku železnatých iontů ponoříme měděný hřebík:

$$\text{Fe}^{2+} + \text{Cu} \longrightarrow \text{Fe} + \text{Cu}^{2+}$$
- Do roztoku měďnatých iontů ponoříme železný hřebík:

$$\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \longrightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$$

V prvním případě reakce probíhat nebude. Tuto skutečnost můžeme zdůvodnit tím, že měď stojí v řadě napětí kovů napravo od železa. Není tedy možné aby měď vytěsnila železo z roztoku. Ve druhém případě reakce probíhat bude a železo se pokryje vrstvičkou mědi. Železo stojí nalevo od mědi a tím pádem může vytěsnit měď z roztoku.

5. Zapište Nernstovu rovnici vyjadřující elektrodový potenciál pro poločlánek složený ze zinkové elektrody ponořené do roztoku zinečnatých kationtů.

$$E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 + \frac{RT}{zF} \ln c_{\text{Zn}^{2+}}$$

Za předpokladu, že koncentrace zinečnatých iontů je jednotková (1 mol/l), je elektrodový potenciál roven standardnímu potenciálu:

$$E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0$$

6. Z hodnot standardních elektrodových potenciálů můžeme vypočítat elektromotorické napětí galvanického článku podle následující rovnice:

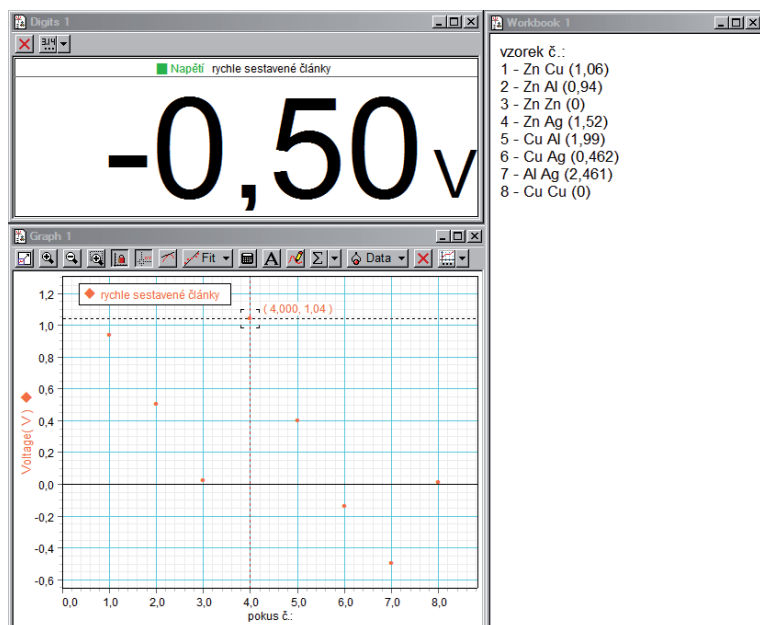
$$U_e = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0$$

Můžeme tento způsob výpočtu použít vždy nebo je jeho použití omezeno?

Výpočet elektromotorického napětí článku je tímto způsobem možný pouze za předpokladu, že koncentrace (resp. aktivita) zinečnatých i měďnatých iontů v elektrolytech je jednotková.

Vizualizace naměřených dat

1. Do připravené tabulky v části „Vyhodnocení naměřených dat“ zaznamenejte všechny naměřené hodnoty napětí různých článků.
2. Zaneste naměřené hodnoty napětí do grafu, kde na ose x bude číslo experimentu a na ose y hodnota naměřeného napětí.



Poznámka:

K získání uvedených hodnot byla použita varianta využívající jablko jako elektrolyt. Výsledná hodnota je závislá na konkrétním použitém jablku (zralost, odrůda, skladování, ...). Ve vašem případě se jednotlivé hodnoty mohou dosti lišit.

Vyhodnocení naměřených dat

1. Doplňte následující tabulku:

Experiment číslo	1. elektroda	2. elektroda	Elektrolyt	Zjištěné napětí [V]	Vypočtené napětí [V]*
1	Cu	Zn	$\text{Cu}^{2+}/\text{Zn}^{2+}$	1,06	1,06
2	Cu	Zn	„jablko“	0,94	1,06
3	Zn	Zn	„jablko“	0,02	0,00
4	Ag	Zn	„jablko“	1,04	1,52
5	Cu	Ag	„jablko“	0,14	0,46
6	Cu	Cu	„jablko“	0,01	0,00

* Napětí vypočtené z hodnot standardních elektrodových potenciálů.

2. Zdůvodněte jak je možné, že v případě prvního experimentu (Daniellův článek) se zjištěné a vypočtené napětí článku shoduje, kdežto v ostatních případech jsou hodnoty značně odlišné.

Uvedené rozdíly souvisí s konstrukcí článku - v našem případě jde o složení elektrolytu. V případě Daniellova článku je složení elektrolytů takové, že ustálená rovnováha poločlánků přibližně odpovídá standardním elektrodovým potenciálům. Proto i zjištěná hodnota napětí odpovídá hodnotě vypočtené ze standardních

potenciálů. Pokud ale použijeme jako elektrolyt jablko, máme elektrolyt o složení, které je prakticky nedefinované. Proto jsou také ustálené rovnováhy jiné než v případě odpovídajícím standardním elektrodovým potenciálům, a tím je i hodnota napětí zcela jiná.

Závěr

1. Zápis, který se používá k popisu složení galvanického článku, vypadá takto:



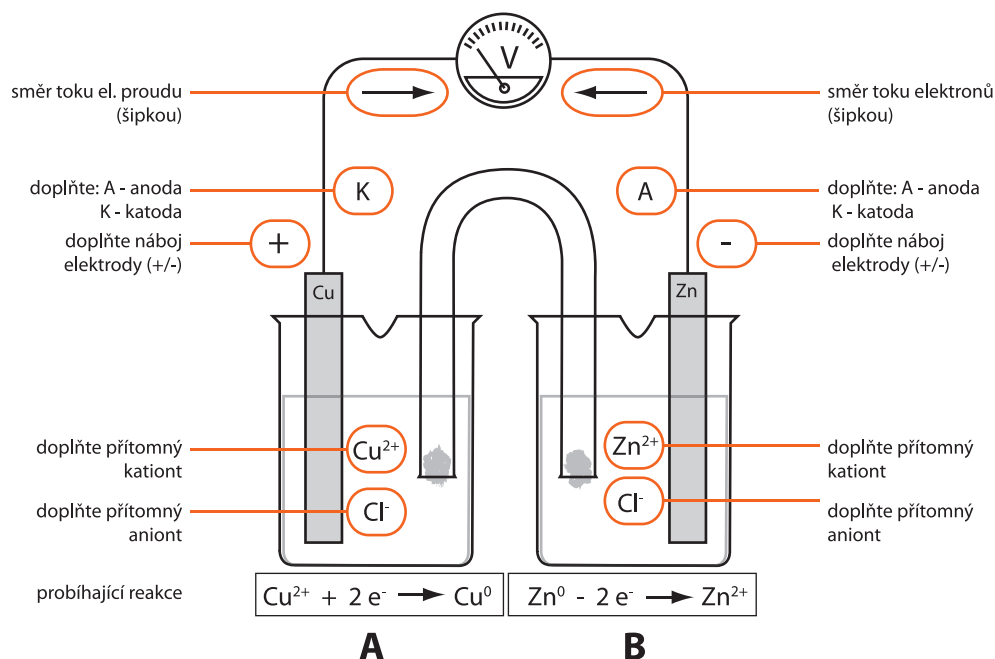
případně ve zjednodušené podobě:



Jakému ze setavených článků tento zápis odpovídá?

Zápis odpovídá Daniellovu článku. (V zápisu není uveden solný můstek.)

2. Na následujícím schématu je zachycen Daniellův článek. Doplňte chybějící údaje.



Na které elektrodě dochází k oxidaci a na které k redukci?

K redukci dochází na katodě a k oxidaci na anodě. Anoda je v případě Daniellova článku záporně nabitou elektrodou a katoda je kladně nabitou elektrodou. To může být překvapivé, protože je celkem zažité, že katoda je záporně nabitá a anoda kladně nabitá. Tato definice ovšem neplatí obecně (platí např. pro elektrolýzu). Námi uvedená definice, která vychází z oxidace a redukce, je obecná a platí vždy.

3. Zapište celkovou reakci, která odpovídá dějům v Daniellovu článku.



4. Co se bude dít s hmotností měděné a zinkové elektrody za předpokladu, že budeme z článku odebírat elektrický proud?

Pokud jsou reakce ve schématu z otázky č. 2 doplněny správně, je zřejmé, že hmotnost Cu elektrody bude růst a hmotnost Zn elektrody bude klesat – elektroda se „rozpouští“.

5. K čemu dojde při úplném vybití galvanického článku?

K úplnému vybití může dojít dvěma základními způsoby. Budťo se spotřebuje celá zinková elektroda, nebo se vyčerpá elektrolyt v prostoru Cu poločlánku (tj. veškeré měďnaté ionty se vyredukuje).

6. Proč není vhodné přibít měděný plech pozinkovanými hřebíky?

Není to vhodné protože dojde k velice rychlé korozi. Pokud totiž zaprší (dešťová voda je vzhledem k rozpuštěným látkám – oxid uhličitý, oxid siřičitý a další – také elektrolytem), vznikne článek a dojde k elektrochemické reakci vedoucí k postupnému úbytku zinkové elektrody. Tím se obnaží původní materiál hřebíku (většinou obsahující Fe), který bude dále korodovat na obdobném principu. Pozinkovaný hřebík v tomto případě zkoroduje stejně jako běžný hřebík ocelový. Měděný plech je tedy nejlépe přibíjet měděnými hřebíky.

7. Podle kterého vědce je pojmenován Daniellův článek? Ve kterém století žil, kde působil a proč je jeho článek podstatně známější než Voltův sloup?

John Frederic Daniell působil v Londýně a roku 1831 se stal prvním profesorem chemie na nově založené „King's College London“. Jeho jméno je dnes známo především díky jím vynalezenému galvanickému článku, kterým se zabýváme také v tomto praktickém cvičení. Danielův článek je totiž podstatně lepším zdrojem elektrického proudu, než byl článek Voltův.