



**WYDZIAŁ
CHEMII**
Uniwersytet Łódzki



**UNIWERSYTET
ŁÓDZKI**

Wyznaczanie siły elektromotorycznej ogniwa galwanicznego

JUSTYNA BARTCZYK
VIII LO W ŁODZ

Nauczyciel: mgr Marta Smulik-Gruska
Opiekun UŁ: dr Sławomir Domagała

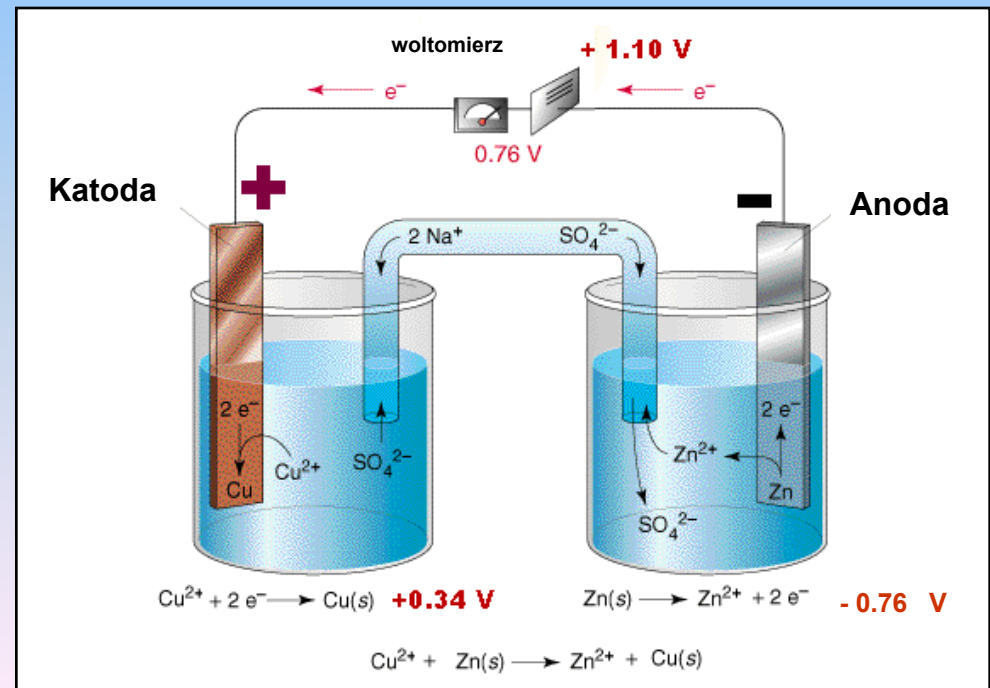


Zdolny uczeń – świetny student, 2018/2019

Ogniwo galwaniczne

- to układ dwóch półogniw o takiej budowie, że po połączeniu elektrod przewodnikiem metalicznym na zewnątrz ogniwa następuje przepływ elektronów, w którym zachodzi proces przemiany energii chemicznej w energię elektryczną, możliwą do zmierzenia i praktycznego wykorzystania.
- dwa półogniwa zanurzone w elektrolicie tworzą ogniwo galwaniczne
- różnica potencjałów półogniw, gdy przez ogniwo nie płynie prąd, jest równa **sile elektromotorycznej ogniwa (SEM)**

Zapis budowy ogniwa:



Ogniwo Daniella $U = 1,10 \text{ V}$

John Frederic Daniell
(1790 – 1845)

chemik i fizyk angielski

oprócz ogniwa, wynalazł
higrometr barometr wodny



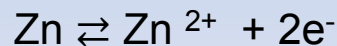
- płytka Zn zanurzona w ZnSO_4
- płytka Cu zanurzona w roztworze CuSO_4
- oba półogniwa nie stykają się ze sobą bezpośrednio są połączone **kluczem elektrolitycznym** - wykonanym z roztworu (KCl) w agarze

klucz elektrolityczny:

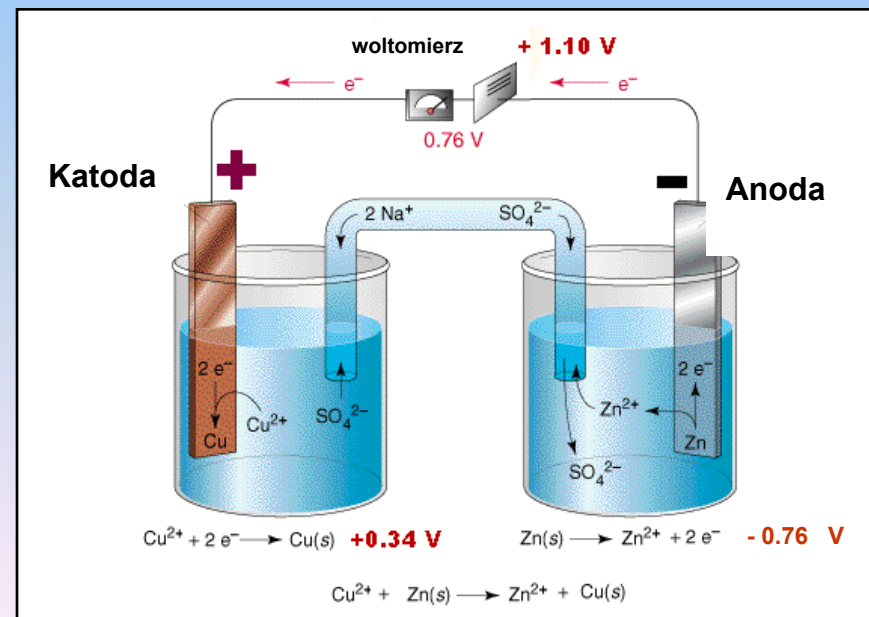
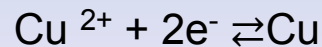
- zapobiega mieszanii się roztworów elektrolitów
- oraz zapobiega gromadzeniu się nadmiaru ładunku

(-) Zn | Zn SO_4 | Na $_2$ SO $_4$ (nasyc.) | CuSO $_4$ | Cu (+)

Anoda (-)



Katoda(+)



Równanie Nernsta

Potencjał półogniwa (mierzony względem normalnej elektrody wodorowej) można obliczyć za pomocą równania Nernsta:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{utl}}{a_{red}}$$

E^0 - potencjał standardowy (wielkość charakterystyczna dla danego układu),

R - stała gazowa, 8.314 J/mol×K

T - temperatura w skali Kelvina

F - stała Faraday'a (96450 C)

n - liczba elektronów przenoszonych w reakcji red-ox

a – aktywność jonów

po podstawieniu stałych liczbowych i zamianie \ln na \log otrzymujemy:

$$E = E^0 + \frac{0.059}{n} \log \frac{a_{utl}}{a_{red}}$$

gdy: $a_{utl} = [utl]$ i $a_{red} = [red]$

$$E = E^0 + \frac{0.059}{n} \log \frac{[utl]}{[red]}$$

Siła elektromotoryczna (SEM)

jest to graniczna wartość różnicy potencjałów elektrycznych między elektrodami ogniwa galwanicznego w warunkach, gdy ogniwo jest w stanie równowagi

tzn. gdy przez ogniwo nie płynie prąd elektryczny (ogniwo otwarte)

SEM

jest miarą zdolności reakcji ogniwa do spowodowania przepływu elektronów przez obwód

SEM ogniwa definiuje się jako różnicę potencjałów:

elektrody dodatniej (o wyższej wartości potencjału E_{katoda}) i
elektrody ujemnej (E_{anoda}) dla ogniwa otwartego,

czyli takiego, w którym obwód elektryczny nie jest zamknięty,
a opór między biegunami ogniwa jest nieskończenie wielki

$$\text{SEM} = E_{\text{katoda}} - E_{\text{anoda}}$$

Część eksperymentalna

Cel pracy:

poznanie budowy, zasady działania oraz wyznaczenie siły elektromotorycznej ogniwa Daniella

Przyrządy:

Woltomierz wysokooporowy

elektroda miedziana, elektroda cynkowa i nasycona elektroda kalomelowa

klucz elektrolityczny (KNO_3 1.0 mol/dm^3)

naczynka pomiarowe

papier ścierny

roztwory:

$CuSO_4$ o stężeniach: 1 mol/dm^3 ; $0,1 \text{ mol/dm}^3$; $0,01 \text{ mol/dm}^3$

$ZnSO_4$ o stężeniach: 1 mol/dm^3 ; $0,1 \text{ mol/dm}^3$; $0,01 \text{ mol/dm}^3$

KNO_3 1.0 mol/dm^3 , aceton

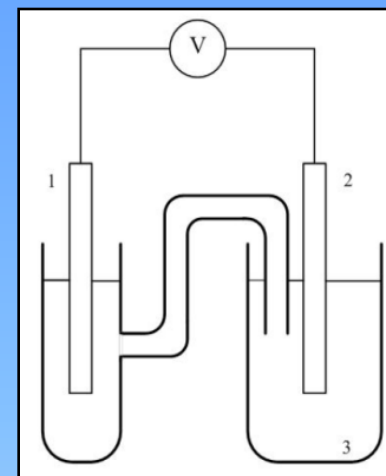
Wymagane środki bezpieczeństwa:

fartuch laboratoryjny, rękawice, okulary ochronne, środki czystości BHP, ręczniki papierowe

Część 1. Wyznaczenie wartości potencjału elektrody

Wykonanie doświadczenia:

1. Powierzchnie elektrod badanych oczyszczono delikatnym papierem ściernym, opłukano wodą destylowaną, odłuszczone acetonem i osuszono.
2. Przygotowano układ pomiarowy według tabeli i rysunku, jako elektrodę porównawczą stosowano nasyconą elektrodę kalomelową.
3. Zmierzono woltomierzem wysokooporowym wartość SEM.
4. Wyniki zapisano w tabeli:



Schemat układu do oznaczenia potencjału elektrody:

- 1 – NEK elektroda kalomelowa zanurzona do nasyconego roztworu KCl,
 2 – badana elektroda (Zn/Cu),
 3 – roztwór elektrolitu (ZnSO₄/CuSO₄), do którego zanurzona jest elektroda badana.

I.p.	Półogniwo I	Półogniwo II	SEM zmierzona wzgl. NEK	SEM obliczona wzgl. NEW
1.	Cu CuSO ₄ (C _m =1 mol/dm ³)	Hg Hg ₂ Cl ₂ Cl ⁻	0.096 V	0.337 V
2.	Zn ZnSO ₄ (C _m =0,1mol/dm ³)	Hg Hg ₂ Cl ₂ Cl ⁻	-1.004 V	-0.763 V

$$E^0_{Cu^{2+}/Cu} = +0,337 V,$$

$$E^0_{Zn^{2+}/Zn} = -0,763 V.$$

$$E^0_{Hg / Hg_2Cl_2 / Cl^- (nas)} = 0,241 V_{NEW}$$

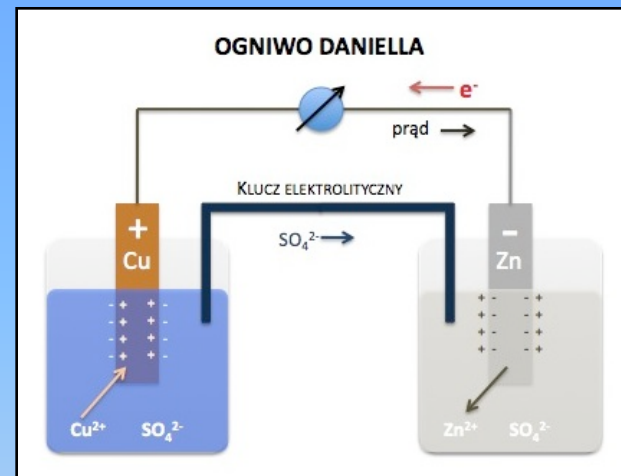
$$E = 0.241 V + 0.096 V = 0.337 V$$

$$E = 0.241 V + (-1.004 V) = -0.763 V$$

Część 2: Określenie wartości SEM ogniwa Daniella przy różnych stężeniach roztworów anodowych i katodowych

Wykonanie doświadczenia:

1. Powierzchnie elektrod badanych oczyszczono delikatnym papierem ściernym, opłukano wodą destylowaną, odtłuszczono acetonem i osuszono.
2. Przygotowano układ pomiarowy według tabeli i rysunku
3. Zmierzono woltomierzem wysokooporowym wartość SEM.
4. Wyniki zapisano w tabeli



I.p.	Półogniwo I	Półogniwo II	SEM _{zmierzona}	SEM _{obliczona}
1.	Cu CuSO ₄ (Cm=0,1 $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$)	ZnSO ₄ (Cm=0,01 $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$) Zn	1,13 V	1,1295V
2.	Cu CuSO ₄ (Cm=0,01 $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$)	ZnSO ₄ (Cm=0,01 $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$) Zn	1,10 V	1,100V
3.	Cu CuSO ₄ (Cm=0,1 $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$)	ZnSO ₄ (Cm=0,1 $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$) Zn	1,10 V	1,100V
4.	Cu CuSO ₄ (Cm=0,01 $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$)	ZnSO ₄ (Cm=0,1 $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$) Zn	1,07 V	1,0705V

$$E^0_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = +0,337 \text{ V},$$

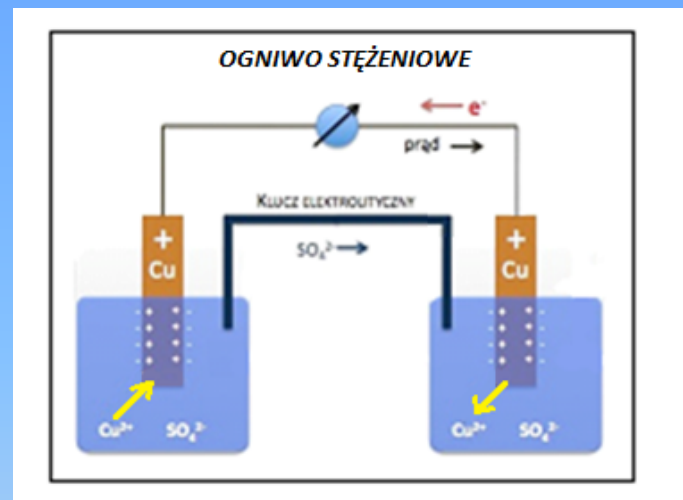
$$E^0_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0,763 \text{ V}.$$

$$SEM = E^0_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} + \frac{0,059}{2} \log[\text{Cu}^{2+}] - E^0_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} - \frac{0,059}{2} \log[\text{Zn}^{2+}] \implies SEM = E^0_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} - E^0_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} + \frac{0,059}{2} \log \frac{[\text{Cu}^{2+}]}{[\text{Zn}^{2+}]}$$

Część 3: Oznaczenie wartości SEM ogniwa stężeniowego

Wykonanie doświadczenia:

1. Powierzchnie elektrod badanych oczyszczono delikatnym papierem ściernym, opłukano wodą destylowaną, odtłuszczono acetonem i osuszono.
2. Przygotowano układ pomiarowy według tabeli i rysunku.
3. Zmierzono woltmierzem wysokooporowym wartość SEM.
4. Wyniki zapisano w tabeli:



I.p.	Półogniwo I	Półogniwo II	SEM _{zmierzona}	SEM _{obliczona}
1.	Cu CuSO ₄ (Cm=1 $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$)	CuSO ₄ (Cm=0,01 $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$) Cu	59,2 mV	59,0mV
2.	Cu CuSO ₄ (Cm=1 $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$)	CuSO ₄ (Cm=0,1 $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$) Cu	29,7 mV	29,5mV

$$E^0_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = +0,337 \text{ V},$$

$$E^0_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0,763 \text{ V}.$$

$$SEM = E_1 - E_2 = \frac{0,059}{n} \log \frac{[Utl_1]}{[Utl_2]}$$

Podsumowanie

Obserwacje:

Blaszka miedziana pokrywa się warstwą metalu

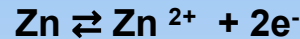
Blaszka cynkowa ulega zmatowieniu

Przy różnych stężeniach jonów Cu^{2+} i Zn^{2+} obserwowano różne wartości potencjałów i SEM

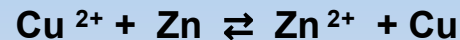
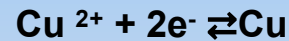
Równania zachodzących reakcji i schemat ogniwa:



Anoda (-)



Katoda(+)



Wnioski:

W wyniku reakcji redoks następuje przepływ prądu elektrycznego

Wartości SEM zależą od stężeń jonów Cu^{2+} i Zn^{2+}

$$SEM = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 + \frac{0,059}{2} \log[\text{Cu}^{2+}] - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 - \frac{0,059}{2} \log[\text{Zn}^{2+}]$$

Dziękuję za uwagę