

Temat lekcji: Ogniwa jako źródła prądu. Budowa ogniwa Daniella.

Cel ogólny lekcji:

Omówienie ogniwa jako źródła prądu oraz zapoznanie z budową ogniwa Daniella.

Cele operacyjne:

Uczeń wie:

1. Co kryje się pod pojęciami: ogniwo, półogniwo, elektroda, katoda, anoda, potencjał standardowy, szereg elektrochemiczny.
2. Jaka jest budowa ogniwa Daniella.
3. Jak przeprowadzić eksperyment z zastosowaniem ogniwa Daniella.
4. Jak wygląda skrócony schemat ogniwa.
5. Jaka jest klasyfikacja ogniw.

Uczeń umie:

1. Wyjaśnić pojęcia: ogniwo, półogniwo, elektroda, katoda, anoda, potencjał standardowy, szereg elektrochemiczny.
2. Zbudować ogniwo Daniella.
3. Przeprowadzić eksperyment z zastosowaniem ogniwa Daniella.
4. Zastosować i zapisać skrócony schemat ogniwa.
5. Interpretować szereg elektrochemiczny.
6. Zastosować regułę zegara.
7. Zapisać i wyjaśnić wzór Nernsta i opisać symbole występujące we wzorze.

Metody pracy:

- Słowna i pogadanka,
- Demonstracyjna: przeprowadzenie doświadczenia.

Forma pracy:

- Indywidualna, karta pracy

Środki dydaktyczne:

- tablica, kreda,
- doświadczenie - pokaz,
- odczynniki: 1 M CuSO₄, 1M ZnSO₄, KCl
- zlewki, płytki Zn, płytki Cu, klucz elektrolityczny.

Przebieg lekcji:

1. Część nawiązująca:

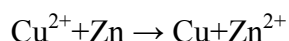
- ❖ Przypomnienie wiadomości o reakcjach redoks.

2. Część właściwa:

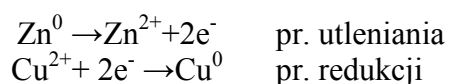
- ❖ Sformułowanie tematu lekcji.
- ❖ Wprowadzenie.

Procesowi redukcji zawsze towarzyszy proces utlenienia. Jednak nie zawsze oba te procesy muszą zachodzić w tym samym roztworze.

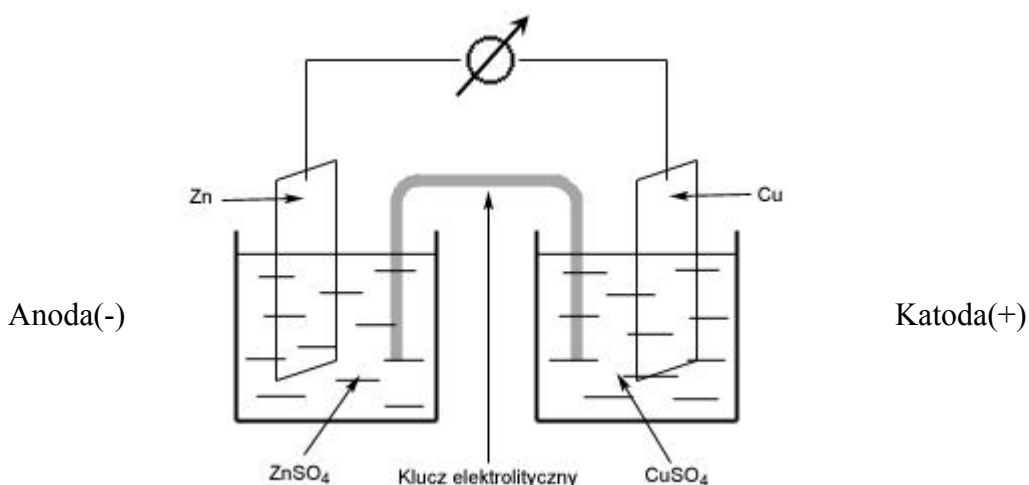
Rozważmy reakcję zapisaną w postaci jonowej:



Uczeń podchodzi do tablicy i zapisuje równania półkowe.



Pierwsza reakcja mogłaby zachodzić w układzie składającym się z blaszki cynkowej zanurzonej w roztworze soli cynku, a druga – w układzie składającym się z blaszki miedzianej zanurzonej w roztworze soli miedzi (II).



Jest to ogniwo (galwaniczne) – w tym przypadku ogniwo Daniella.

❖ Podanie pojęć.

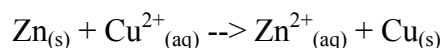
Ogniwo - jest to układ, w którym energia reakcji chemicznych jest zamieniana na energię elektryczną.

Klucz elektrolityczny – zapewnia kontakt elektryczny między dwoma roztworami, równocześnie zapobiega mieszaniu się tych roztworów.

Elektroda – to przewodnik elektryczny (np. blaszka metalowa lub pręcik grafitowy), który zanurza się w roztworze elektrolitu. Lub inaczej metale zanurzone w roztworach elektrolitu.

Półogniwo – to układ składający się z elektrody zanurzonej w roztworze odpowiedniego elektrolitu wraz z tym roztworem.

Ogniwo Daniela, zostało wynalezione przez angielskiego chemika Johna Daniella w 1836 roku. A mianowicie stwierdził on, że na kawałku metalicznego cynku zanurzonego w roztworze siarczanu miedzi(II) osadza się metaliczna miedź, co odpowiadało reakcji chemicznej.



❖ **Doświadczenie:** „Budowa ogniwa Daniella.” **POKAZ**

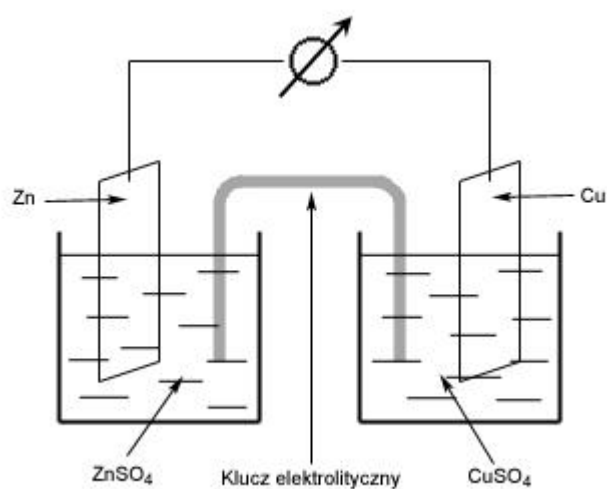
Przygotuj: blaszkę miedzianą i cynkową (elektrody), wodę destylowaną, 2-molowe roztwory siarczanu (VI) miedzi(II) i siarczanu(VI) cynku, 1-molowy roztwór chlorku potasu, dwie niewielkie zlewki, matę U-rurkę (klucz elektrolityczny), bibułę, woltomierz lub miernik uniwersalny, kilka odcinków przewodów elektrycznych, żaróweczkę.

W jednej zlewce umieść roztwór CuSO_4 , a w drugiej - roztwór ZnSO_4 . Roztwory połącz kluczem elektrolitycznym, przygotowanym przez napełnienie U-rurki roztworem KCl (**nie mogą się w niej znajdować pęcherzyki powietrza!**) i zatkanie jej wylotów zwitkami bibuły.

Klucz można też wykonać ze złożonego szerokiego paska bibuły, nasyconego roztworem chlorku potasu. Końce klucza elektrolitycznego należy zanurzyć w roztworach CuSO_4 i ZnSO_4 .

W roztworze CuSO_4 zanurz blaszkę miedzianą, a w roztworze ZnSO_4 - blaszkę cynkową. Do blaszek podłączyć przewody prowadzące do żaróweczki, i dalej do woltomierza. Zmierzyć różnicę potencjałów występującą w układzie.

Prawidłowy schemat:



Obserwacje:

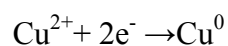
Po podłączeniu zestawu na woltomierzu można zauważyć różnice potencjałów. Woltomierz wskazuje pewną wartość. Jest to różnica potencjałów.

❖ Procesy w ogniwach jako reakcje redoks zachodzące samorzutnie.

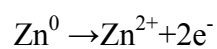
Katoda (+) – elektroda, na której zachodzi proces redukcji (dodatnia).

Anoda (-) – elektroda, na której zachodzi proces utleniania (ujemna).

W ogniwie Daniella katodą jest miedź, na której zachodzi proces redukcji:



W ogniwie Daniella anodą jest cynk, na której zachodzi proces utleniania:



❖ Schemat ogniw.

Każde ogniwo składa się z katody i anody, połączonych ze sobą i zanurzonych w odpowiednich elektrolitach, które także są ze sobą połączone (kluczem elektrolitycznym lub przegrodą porowatą).

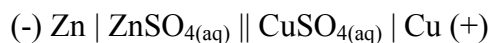
Zgodnie z obowiązującą konwencją, budowę ogniwa zapisuje się schematycznie w następujący sposób:



Symbol \parallel oznacza klucz elektrolityczny (lub przegrodę porowatą). Biorąc pod uwagę budowę półogniw otrzymamy:



Zatem cynkowo-miedziowe ogniwo Daniella można zapisać następująco:



❖ Klasyfikacja ogniw.

Półogniwa I rodzaju – na których następuje reakcja przemiany pierwiastka w jego jon (kation lub anion). Do grupy tej należą ogniwa metalowe np. Daniella., składające się z elektrody wykonanej z metalu i roztworu soli tego metalu np. $\text{Zn} \parallel \text{Zn}^{2+}$.

Półogniwa II rodzaju - zbudowane z metalu pokrytego jego słabo rozpuszczalną solą i zanurzone w roztworze zawierającym aniony tej soli.

Półogniwa redoks – składające się z elektrody nieuczestniczącej w procesie redoks (np. wykonanej z metalu szlachetnego) i roztworu zawierającego związku danego pierwiastka na różnych stopniach utlenienia. Np. półogniwo zawierające roztwór żelaza(II) i żelaza(III) – $\text{Pt} \mid \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}$.

❖ Potencjał standardowy. Wzór Nernsta.

Jedną z wielkości opisujących półogniwo jest jego potencjał elektryczny, który oblicza się ze wzoru Nernsta.

$$E = E^{\circ} \pm \frac{RT}{nF} \ln \frac{[utl]}{[red]}$$

E - potencjał półogniwa

E^o- potencjał standardowy półogniwa

R- stała gazowa R=8,3145 J/molK

T- temperatura bezwzględna w Kelwinach

F – stała Faradaya F=96500 C/mol

n- liczba elektronów biorących udział w reakcji elektrodowej

[utl] – stężenie formy utlenionej pierwiastka występującego w półogniwie

[red] – stężenie formy zredukowanej pierwiastka występującego w półogniwie.

ln – logarytm naturalny

$$E = E^{\circ} + \frac{0,059}{n} \log \frac{[utl]}{[red]}$$

W rzeczywistości nie można zmierzyć wartości potencjału pojedynczego półogniwa mierzy się zawsze różnicę potencjałów między dwoma półogniwami.

Przyjęto, że potencjał tzw. standardowego półogniwa wodorowego (zwanego też normalną elektrodą wodorową) jest w każdej temperaturze równy zero.

Półogniwo to jest zbudowane z blaszki platynowej pokrytej czernią platynową zanurzoną w roztworze o stężeniu H⁺ równym 1 mol/dm³ i opłukiwanej gazowym wodorem.

Potencjał standardowy półogniwa – to wartość potencjału półogniwa mierzona w roztworach jednomolowych względem standardowego półogniwa wodorowego.

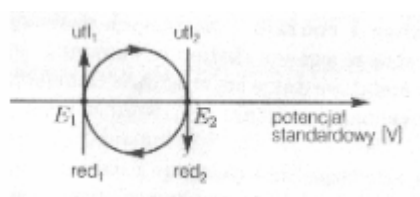
❖ Szereg elektrochemiczny.

Pierwiastki i jony złożone, uszeregowane od najniższego do najwyższego potencjału standardowego tworzą **szereg elektrochemiczny**.

Elektroda	Reakcja elektrodowa	Potencjał standardowy V/
Li/Li ⁺	Li <=> Li ⁺ + e	- 3,05
K/K ⁺	K <=> K ⁺ + e	- 2,93
Ca/Ca ²⁺	Ca <=> Ca ²⁺ + 2e	- 2,84
Na, Na ⁺	Na <=> Na ⁺ + e	- 2,71
Mg/Mg ²⁺	Mg <=> Mg ²⁺ + 2e	- 2,37
Al/Al ³⁺	Al <=> Al ³⁺ + 3e	- 1,66
Zn/Zn ²⁺	Zn <=> Zn ²⁺ + 2e	- 0,76
Cr/Cr ³⁺	Cr <=> Cr ³⁺ + 3e	- 0,71
Fe/Fe ²⁺	Fe <=> Fe ²⁺ + 2e	- 0,44
Cd/Cd ²⁺	Cd <=> Cd ²⁺ + 2e	- 0,43
Co/Co ²⁺	Co <=> Co ²⁺ + 2e	- 0,25
Ni/Ni ²⁺	Ni <=> Ni ²⁺ + 2e	- 0,24
Sn/Sn ²⁺	Sn <=> Sn ²⁺ + 2e	- 0,14
Pb/Pb ²⁺	Pb <=> Pb ²⁺ + 2e	- 0,13
H ₂ /H ⁺	H ₂ <=> 2H ⁺ + 2e	- 0,00 z definicji
Cu/Cu ²⁺	Cu ²⁺ + 2e <=> Cu	+ 0,345
Hg/Hg ²⁺	Hg ²⁺ + 2e <=> Hg	+ 0,854
Ag/Ag ⁺	Ag ⁺ + e <=> Ag	+ 0,800
Au/Au ⁺	Au ⁺ + e <=> Au	+ 1,420

❖ Reguła zegara.

Do ustalenia, które półogniwo będzie katodą, a które anodą można wykorzystać tzw. regułę zegara.



$$E_1 < E_2$$

E_1 oznacza potencjał standardowy metalu o niższej wartości potencjału
 red_1 - postać zredukowaną tego metalu
 utl_1 - postać utlenioną

Podobnie E_2 red_2 utl_2 odpowiedni potencjał standardowy metalu o wyższej wartości potencjału.

Jeśli połączymy kołem punkty szeregu elektrochemicznego, odpowiadające wartościom potencjałów standardowych metali wchodzących w skład ogniwa, to kierunek procesów w półogniwach będą zgodne z ruchami wskazówek zegara. Oznacza to, że metal mniej aktywny (znajdujący się na prawo) będzie przechodził z formy utlenionej w zredukowaną ($utl_1 \rightarrow red_1$) czyli będzie się redukował, a metal bardziej aktywny (znajdujący się na lewo) będzie przechodził z formy zredukowanej w utlenioną ($red_1 \rightarrow utl_1$) czyli będzie się utleniał.

Przykład dla $Cd|Cd^{2+}$ ($E^0 = -0,402V$) $Zn|Zn^{2+}$ ($E^0 = -0,463V$)

3. Podsumowanie:

Powtórzenie wiadomości o budowie i działaniu ogniw, a w szczególności ogniwa Daniella.