



Wyznaczanie potencjałów standardowych

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Symulacja interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Wyznaczanie potencjałów standardowych

Niektóre ptaki mają w zwyczaju ustawiać się w szeregu. Podobnie jest z metalami, które możemy ułożyć w odpowiedni szereg aktywności.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com/pl/, domena publiczna.

Potencjał standardowy jest to wartość charakterystyczna dla każdego półogniwa. Znając wartość potencjałów poszczególnych półogniw, jesteśmy w stanie zbudować ogniwo o określonej wartości siły elektromotorycznej (SEM). Niektórych z ogniw używamy na co dzień w naszych smartfonach i laptopach oraz innych urządzeniach zawierających akumulatory i baterie. Czy wiesz, jak wyznacza się wartości potencjałów standardowych? Na to pytanie znajdziesz odpowiedź w tym materiale.

Twoje cele

- Przeanalizujesz proces wyznaczania potencjałów standardowych.
- Przedstawisz budowę standardowej elektrody wodorowej.
- Korzystając z symulacji, opracujesz szereg aktywności metali.

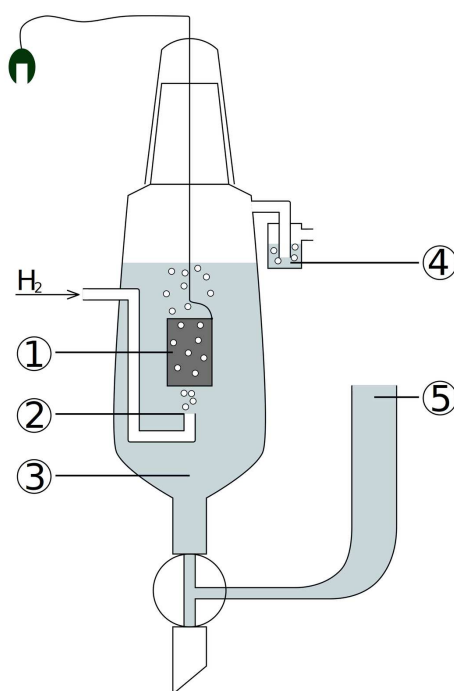
Przeczytaj

Pręt lub płytką wykonaną z metalu, zanurzona w wodzie lub roztworze soli, nazywana jest elektrodą. Z kolei elektroda z roztworem tworzą **półogniwo**, które zbudowane jest z przewodnika elektronowego, zanurzonego w przewodniku jonowym (najczęściej jest to roztwór odpowiedniego elektrolitu). Ponadto charakteryzuje się ono pewną cechą, nazywaną **potencjałem standardowym**.

Łącząc ze sobą dwa półogniwa o różnych potencjałach standardowych, możemy utworzyć jedno odpowiednie ogniwo. Pomiędzy elektrodami ogniwa istnieje mierzalna, przy pomocy [woltomierza](#), różnica potencjałów, czyli napięcie ogniwa elektrycznego. Jednak nie ma takiej możliwości, by móc bezpośrednio zmierzyć potencjał pojedynczego półogniwa.

W związku z powyższym konieczne było wprowadzenie pewnej elektrody, której potencjał uznaje się za zerowy. W tym celu wykorzystuje się tzw. **standardową elektrodę wodorową**.

Standardowa elektroda wodorowa



Schemat przedstawiający półogniwo wodorowe:

- 1 – blaszka platynowa pokryta czernią platynową
- 2 – rurka doprowadzająca pęcherzyki wodoru
- 3 – roztwór zawierający jony H_3O^+

4 – płuczka blokująca dostęp powietrza

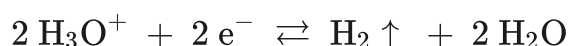
5 – zbiornik z zapasem elektrolitu

Źródło: Henry Mühlpfordt, licencja: CC BY-SA 3.0.

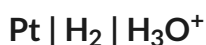
Gazowy wodór nie może być elektrodą, a więc używa się do tego odpowiedniej konstrukcji. Półogniwo wodorowe zbudowane jest z płytki platynowej, pokrytej **czernią platynową**, zanurzoną w roztworze kwasu, w którym stężenie jonów H_3O^+ jest równe $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$. Taką płytkę omywa się gazowym wodorem pod ciśnieniem 1 atmosfery (1013 hPa).

To ze względu na swoją **inertność** i odporność na działanie kwasów, do konstrukcji półogniwa wodorowego wykorzystuje się platynę. Aby zwiększyć powierzchnię całkowitą i absorpcję wodoru na powierzchni elektrody, płytkę platynową pokrywa się wspomnianą wcześniej czernią platynową.

Reakcję tego półogniwa można zapisać równaniem:



Korzystając z **konwencji sztokholmskiej**, schemat powyższego półogniwa możemy zapisać jako:



Zgodnie z konwencją sztokholmską, definiujemy jako potencjał standardowy półogniwa **siłę elektromotoryczną ogniwa (SEM)** zbudowanego w ten sposób, że prawym półogniwem jest w nim rozważane półogniwo, a lewym - półogniwo wodorowe (określenia prawe i lewe półogniwo dotyczą zapisu ogniwa). Zgodnie z tym, SEM ogniwa zbudowanego z danych półogniw równa jest różnicy potencjałów standardowych półogniwa prawego (katody) i lewego (anody).

$$SEM = E^\circ_{\text{katody}} - E^\circ_{\text{anody}}$$

Ważne!

Z definicji potencjału półogniwa, standardowy potencjał półogniwa wodorowego równy jest zeru w każdej temperaturze. Każda elektroda metalowa (półogniwo), zanurzona w roztworze swojej soli, wykazuje charakterystyczne napięcie elektryczne w stosunku do elektrody wodorowej. Mierzac napięcie pomiędzy różnymi elektrodami zanurzonymi w jednomolowych roztworach swoich soli a elektrodą wodorową i odczytując wartość napięcia, możemy skonstruować szereg napięciowy metali ϵ :

Elektroda	ϵ_0 [V]	Elektroda	ϵ_0 [V]
-----------	------------------	-----------	------------------

Elektroda	ϵ_0 [V]	Elektroda	ϵ_0 [V]
Li / Li ⁺	-3,04	Co / Co ²⁺	-0,26
K / K ⁺	-2,92	Ni / Ni ²⁺	-0,25
Ba / Ba ²⁺	-2,91	Sn / Sn ²⁺	-0,14
Ca / Ca ²⁺	-2,76	Pb / Pb ²⁺	-0,13
Na / Na ⁺	-2,71	Fe / Fe ³⁺	-0,04
Mg / Mg ²⁺	-2,36	H ₂ / 2 H ₃ O ⁺	0,00
Al / Al ³⁺	-1,70	Cu / Cu ²⁺	+0,34
Mn / Mn ²⁺	-1,18	Ag / Ag ⁺	+0,80
Zn / Zn ²⁺	-0,76	Hg / Hg ²⁺	+0,85
Cr / Cr ³⁺	-0,74	Pt / Pt ²⁺	+1,19
Fe / Fe ²⁺	-0,44	Au / Au ³⁺	+1,50

Tabela 1. Potencjały standardowe ϵ_0 metali. Opracowano na podstawie „Wybrane wzory i tabele fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki” Centralnej Komisji Egzaminacyjnej.

Ważne!

Wartości napięcia w powyższej tabeli są podane dla płytki metalu zanurzonego w roztworze swojej soli o stężeniu $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, w temperaturze 25°C. Dodatnia wartość potencjału standardowego oznacza, że metal zanurzony w roztworze swojej soli o stężeniu $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ ma mniejszą zdolność do oddawania elektronów względem elektrody wodorowej. Wówczas elektrony gromadzą się na półogniwie wykonanym z danego metalu. Z kolei ujemna wartość oznacza większą zdolność do oddawania elektronów względem elektrody wodorowej. Wówczas elektrony gromadzą się na półogniwie wodorowym.

Słownik

woltomierz

przyrząd służący do pomiaru napięcia

czerń platynowa

drobno rozdrobniona platyna

inertność

bierność w określonych warunkach

konwencja sztokholmska

konwencja zapisu ogniw, w której elektrodę ujemną zapisuje się po lewej stronie,
a dodatnią po prawej

Bibliografia

Encyklopedia PWN

Pigoń K., Ruziewicz K., *Chemia fizyczna*, cz. 1, Warszawa 1986.

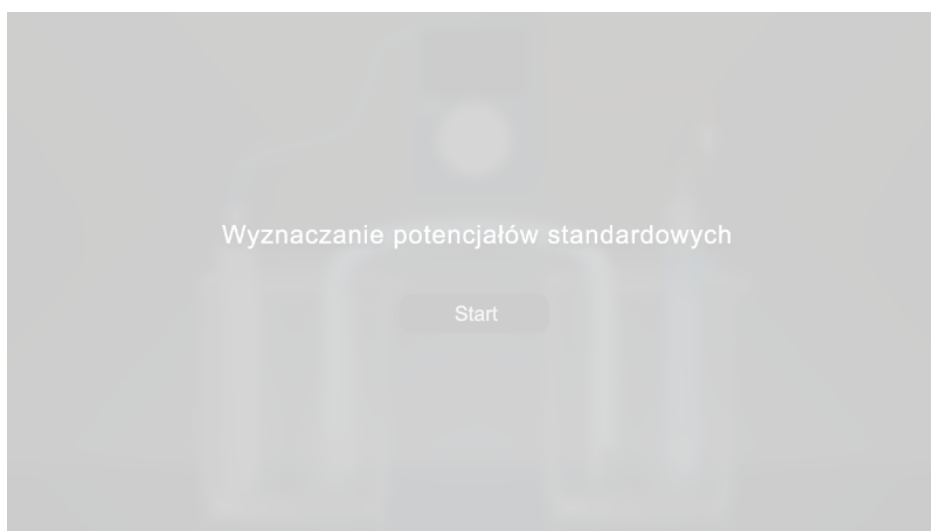
Sołtys Z., *Chemia nieorganiczna dla techników chemicznych*, Warszawa 1981.

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Zapoznaj się z poniższą symulacją i rozwiąż poniższe ćwiczenia.

Wybierz metal tworzący anodę (półogniwo po lewej stronie). Wówczas, płytka wykonana z wybranego przez Ciebie metalu, zostanie zanurzona w roztworze zawierającym jony tego samego metalu. Na woltomierzu (liczniku) wyświetlona zostanie różnica potencjałów między jednym a drugim półogniwem i wyznaczony zostanie potencjał standardowy anody.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1997Hf7V>

Symulacja interaktywna pt. „Wyznaczanie potencjałów standardowych”

Ćwiczenie 1

Na podstawie zmierzonych wartości, stwórz szereg aktywności metali.

							H		

Pb	Fe	Ag	Al	Zn	Mn	Cu	Sn	Pt	Cr
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Ćwiczenie 2

Korzystając z symulacji, uzupełnij wartości napięcia metali.

Elektroda	$E^{\circ}[\text{V}]$
Mn / Mn ²⁺	
Ag / Ag ⁺	
Zn / Zn ²⁺	
Hg / Hg ²⁺	
Sn / Sn ²⁺	
Cr / Cr ³⁺	
Pt / Pt ²⁺	
Pb / Pb ²⁺	
Fe / Fe ³⁺	
Fe / Fe ²⁺	
Cu / Cu ²⁺	

-0,14

-0,74

-0,44

-0,04

-0,76

+1,19

+0,34

+0,80

-0,13

+0,85

-1,18

Bibliografia

Encyklopedia PWN

Pigoń K., Ruziewicz Z., *Chemia fizyczna*, cz. 1, Warszawa 1986.

Sołtys Z., *Chemia nieorganiczna dla techników chemicznych*, Warszawa 1970.

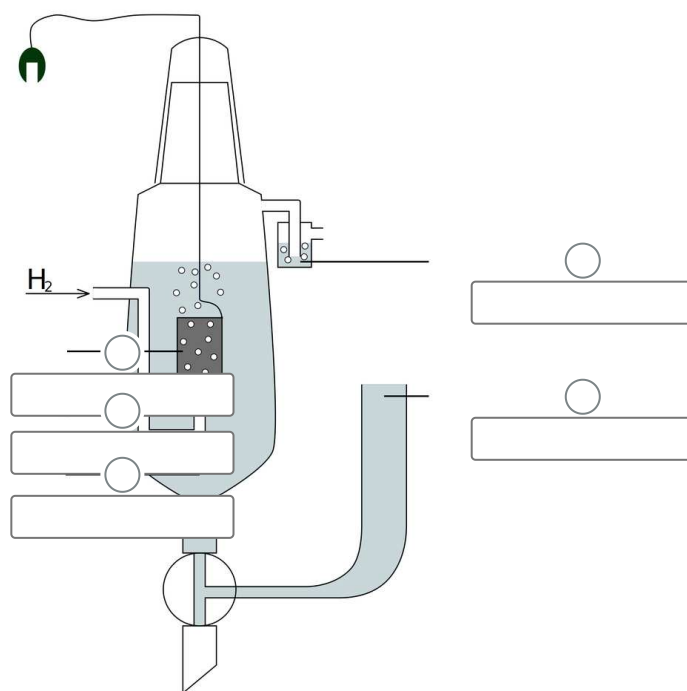
Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij luki na poniższym schemacie elektrody wodorowej.



rukka doprowadzająca pęcherzyki wodoru

zbiornik z zapasem elektrolitu

płuczka blokująca dostęp powietrza

blaszka platynowa pokryta czernią platynową

roztwór zawierający jony H_3O^+

Źródło: Henry Mühlpfordt, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 2



Która z właściwości platyny sprawia, że można ją wykorzystać do produkcji półogniwa wodorowego? Zaznacz poprawną odpowiedź.

☐ Odporność na działanie zasad.

☐ Duża gęstość.

☐ Wysoka temperatura topnienia.

☐ Odporność na działanie kwasów.

Ćwiczenie 3



Oceń prawdziwość zdań, zaznaczając odpowiednie pola w kolumnie „Prawda” – gdy zdanie jest prawdziwe lub w kolumnie „Fałsz” – gdy zdanie jest fałszywe.

Zdanie do weryfikacji	Prawda	Fałsz
Napięcie standardowej elektrody wodorowej jest zależne od temperatury.	☐	☐
Wartość napięcia półogniwa jest to wartość SEM ogniwa, składającego się z tego półogniwa i elektrody wodorowej.	☐	☐
Każdy metal zanurzony w roztworze swojej soli tworzy półogniwo.	☐	☐
Wodór obmywający elektrodę platynową wtłaczany jest pod zmiennym ciśnieniem.	☐	☐

Ćwiczenie 4



Zapisz równanie reakcji, która zachodzi na elektrodzie wodorowej.

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



Korzystając z konwencji sztokholmskiej, zapisz schemat półogniwa wodorowego.

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Oblicz, jakie pH ma roztwór wykorzystywany w standardowej elektrodzie wodorowej.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Korzystając z konwencji sztokholmskiej, zapisz schemat ogniwa zbudowanego z półogniwa cynkowego i elektrody wodorowej.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Uczniowie mieli za zadanie przygotować 100 cm^3 wodnego roztworu soli azotanu(V) srebra(I), o stężeniu pozwalającym na wykorzystanie go do pomiaru napięcia (w warunkach standardowych) względem standardowej elektrody wodorowej. Oblicz, ile gramów soli należy użyć do przygotowania tego roztworu.

$$M_{\text{Ag}} = 107,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{\text{N}} = 14,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{\text{O}} = 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Marcin Sz. Małecki, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Wyznaczanie potencjałów standardowych

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

IX. Elektrochemia. Uczeń:

1) stosuje pojęcia: półogniwo, anoda, katoda, ogniwo galwaniczne, klucz elektrolityczny, potencjał standardowy półogniwa, szereg elektrochemiczny, SEM.

Zakres rozszerzony

IX. Elektrochemia. Uczeń:

1) stosuje pojęcia: półogniwo, anoda, katoda, ogniwo galwaniczne, klucz elektrolityczny, potencjał standardowy półogniwa, szereg elektrochemiczny, SEM.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne

Uczeń:

- analizuje proces wyznaczania potencjałów standardowych;
- przedstawia budowę standardowej elektrody wodorowej;
- korzystając z symulacji opracowuje szereg aktywności metali.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- pogadanka;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- symulacja interaktywna;
- technika termometr;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca zbiorowa;
- praca w grupach;
- praca w parach;
- praca indywidualna.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do Internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- rzutnik multimedialny;
- tablica interaktywna/tablica i kreda/pisak.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla okładkę e-materiału. Następnie zadaje uczniom pytanie: Z czym kojarzy wam się szereg? Jak ustala się odpowiednie szeregi? Co to jest szereg napięciowy metali?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Nauczyciel wprowadza metodę kuli śniegowej, rozdaje uczniom samoprzylepne karteczki: uczniowie najpierw w parach ustalają, co już wiedzą na temat potencjałów standardowych (każdą informację zapisują na osobnej karteczce), następnie ustalają to w grupach czteroosobowych, ośmioosobowych, szesnastoosobowych i całą klasą – powstaje zbiór fiszek z informacjami do uporządkowania. Na podstawie różnych propozycji uczniowskich można stworzyć mapę myśli lub zastosować technikę gadająca ściana, tak by w trakcie lekcji porządkować informacje.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią e-materiału w sekcji „Przeczytaj” i wyszukują informacje dotyczące półogniwa, ogniwa, szeregu napięciowego, po czym chętni uczniowie na forum klasy interpretują te pojęcia. Pozostali uczniowie weryfikują poprawność merytoryczną wypowiedzi kolegów i koleżanek.
2. Nauczyciel odsyła uczniów do symulacji interaktywnej przedstawiającej pomiar potencjałów elektrod względem standardowej elektrody wodorowej. Uczniowie zapoznają się z poleceniami i wykonują zawarte w medium ćwiczenia. Uczniowie w parach ustalają szereg aktywności metali użytych w symulacji.
3. Nauczyciel zapisuje na tablicy „szereg napięciowy metali”. Na środku zapisuje symbol atomu wodoru. Uczniowie kolejno umieszczają w odpowiednich miejscach względem symbolu wodoru, symbole odpowiednich metali. Powrót do fazy wstępnej i konfrontacja propozycji uczniów z informacją z jaką się zapoznali podczas ćwiczeń.
4. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują zadania. Nauczyciel może wyświetlić treść poleceń na tablicy multimedialnej. Po każdym przeczytanym poleceniu nauczyciel daje uczniom określony czas na zastanowienie się, a następnie chętny uczeń z danej pary udziela odpowiedzi/prezentuje rozwiązanie na tablicy. Pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej, proponując ewentualnie swoje pomysły. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej. Ćwiczenia, których uczniowie nie zdążą wykonać podczas lekcji mogą być zlecone do wykonania w ramach pracy domowej.

Faza podsumowująca:

1. Na zakończenie nauczyciel stosuje narzędzie do oceny stopnia opanowania wiadomości i umiejętności przez uczniów, z zastosowaniem termometru. Uczniowie na skali temperatury zaznaczają cenkami, w jakim stopniu opanowali zagadnienia wynikające z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji. Jeżeli ze skali będzie wynikał niski poziom temperatury, uczniowie zastanawiają się, w jaki sposób podnieść swój poziom posiadanej wiedzy.
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego się nauczyłam/łem...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują w e-materiale w sekcji „Sprawdź się” pozostałe ćwiczenia, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Symulacja interaktywna może być wykorzystana w trakcie lekcji oraz jako pomoc przy odrabianiu zadania domowego. Może być też wykorzystana przez uczniów nieobecnych na lekcji celem uzupełnienia luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje arkusz papieru ze schematem termometru ze skalą, cenki dla uczniów.
2. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Co to jest potencjał standardowy?
 - Co to jest SEM?
 - Jak zbudowana jest standardowa elektroda wodorowa?