



Jakie dane znajdują się w szeregu elektrochemicznym?

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



Jakie dane znajdują się w szeregu elektrochemicznym?

Czy uszeregowanie kolorystyczne nici może mieć coś wspólnego z chemią?

Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

Na początku lekcji WF-u nauczyciel poprosił Was o ustawienie się w dwuszeregu. Stworzyliście dwa równoległe do siebie szeregi w taki sposób, aby niższa osoba znajdowała się przed wyższą. Zwróć uwagę – w klasach ławki są ustawione w kilku szeregach, także nazwiska w dzienniku są ustawione w szeregu, zgodnie z kolejnością alfabetyczną. Jak widzisz, to pojęcie towarzyszy nam w życiu codziennym, ale zazwyczaj nie zwracamy na nie szczególnej uwagi. W chemii niektóre właściwości chemiczne też możemy uszeregować. Jednym z ważniejszych jest szereg elektrochemiczny – co z niego możemy odczytać? W jaki sposób jest ułożony i na czym polega jego funkcjonalność ?

Twoje cele

- Wymienisz, jakie dane znajdują się w szeregu elektrochemicznym.
- Zapiszesz równania reakcji chemicznych, jakim ulegają drobiny w szeregu elektrochemicznym.
- Omówisz, jakie dane znajdują się w szeregu homologicznym.
- Na podstawie danych zawartych w szeregu elektrochemicznym, przewidzisz przebieg reakcji chemicznej.

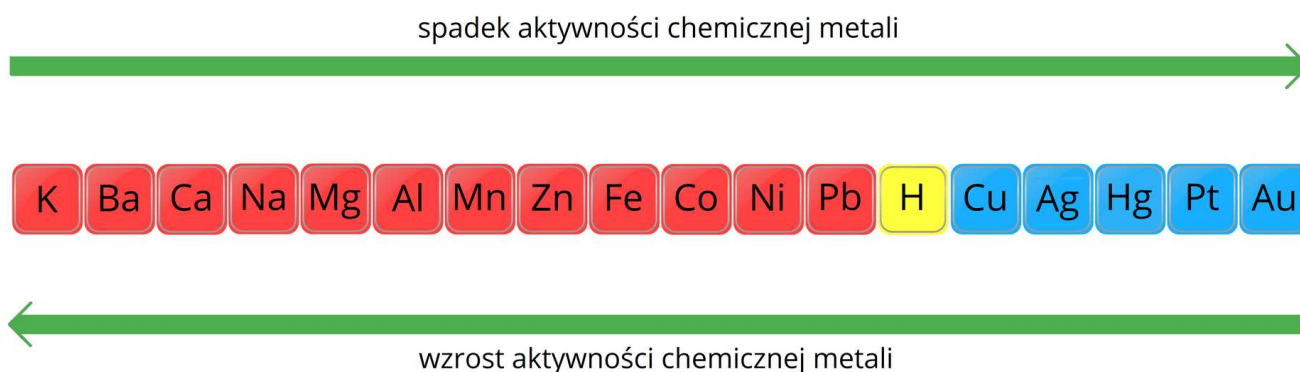
Szereg elektrochemiczny

Pierwszym skojarzeniem ze słowem **elektrochemia** jest ogniwo galwaniczne. To urządzenie, w którym – pod wpływem reakcji chemicznej – wytwarzane jest napięcie elektryczne. Dzięki takim ogniwom możemy korzystać z bezprzewodowych urządzeń elektrycznych. Mowa tu oczywiście o bateriach. Takie ogniwo zawsze składa się z dwóch półogniw, czyli elektrod (kawałków metalu), zanurzonych w roztworze elektrolitu (nie dotyczy to ogniw gazowych).

Półogniwo to elektroda zanurzona w roztworze elektrolitu, E^0 – potencjał standardowy elektrody wyrażany w woltach.

Metale wykazują różną reaktywność. Kawałek sodu wrzucony do wody reaguje tak gwałtownie, że może dojść do eksplozji wydzielonego wodoru. Z kolei wrzucony do wody kawałek srebra nie wykazuje żadnych objawów reakcji.

Gdy metale ułożymy w szereg, w którym będą one ułożone ze względu na ich reaktywność, otrzymamy szereg elektrochemiczny, nazywany również szeregiem napięciowym metali.



Szereg aktywności metali

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Szereg aktywności metali to zestawienie pierwiastków chemicznych wg ich potencjału standardowego. Punktem odniesienia jest elektroda wodorowa, której potencjał standardowy przyjmuje się za zero.

półogniwo	reakcja przebiegająca na półogniwie	E° [V]
$\text{Li}^+ \mid \text{Li}$	$\text{Li}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{Li}$	-3,0
$\text{K}^+ \mid \text{K}$	$\text{K}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{K}$	-2,9
$\text{Ba}^{2+} \mid \text{Ba}$	$\text{Ba}^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Ba}$	-2,9
$\text{Ca}^{2+} \mid \text{Ca}$	$\text{Ca}^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Ca}$	-2,8
$\text{Na}^+ \mid \text{Na}$	$\text{Na}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{Na}$	-2,7
$\text{Mg}^{2+} \mid \text{Mg}$	$\text{Mg}^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Mg}$	-2,3
$\text{Be}^{2+} \mid \text{Be}$	$\text{Be}^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Be}$	-1,9
$\text{Al}^{3+} \mid \text{Al}$	$\text{Al}^{3+} + 3 e^- \rightleftharpoons \text{Al}$	-1,6
$\text{Mn}^{2+} \mid \text{Mn}$	$\text{Mn}^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Mn}$	-1,1
$\text{H}_2\text{O} \mid \text{H}_2, \text{OH}^- (\text{Pt})$	$2 \text{H}_2\text{O} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	-0,8
$\text{Zn}^{2+} \mid \text{Zn}$	$\text{Zn}^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Zn}$	-0,7
$\text{Cr}^{3+} \mid \text{Cr}$	$\text{Cr}^{3+} + 3 e^- \rightleftharpoons \text{Cr}$	-0,7
$\text{Fe}^{2+} \mid \text{Fe}$	$\text{Fe}^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0,4
$\text{Cr}^{3+} \mid \text{Cr}^{2+} (\text{Pt})$	$\text{Cr}^{3+} + e^- \rightleftharpoons \text{Cr}^{2+}$	-0,4
$\text{Co}^{2+} \mid \text{Co}$	$\text{Co}^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Co}$	-0,2
$\text{Ni}^{2+} \mid \text{Ni}$	$\text{Ni}^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Ni}$	-0,2
$\text{AgI} \mid \text{Ag}, \text{I}^-$	$\text{AgI} + e^- \rightleftharpoons \text{Ag} + \text{I}^-$	-0,1
$\text{Sn}^{2+} \mid \text{Sn}$	$\text{Sn}^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Sn}$	-0,1
$\text{Pb}^{2+} \mid \text{Pb}$	$\text{Pb}^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Pb}$	-0,1
$\text{Fe}^{3+} \mid \text{Fe}$	$\text{Fe}^{3+} + 3 e^- \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0,0
$\text{H}_3\text{O}^+ \mid \text{H}_2$	$2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2 e^- \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	0,0
$\text{AgBr} \mid \text{Ag}, \text{Br}^-$	$\text{AgBr} + e^- \rightleftharpoons \text{Ag} + \text{Br}^-$	+0,0
$\text{Sn}^{4+} \mid \text{Sn}^{2+} (\text{Pt})$	$\text{Sn}^{4+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}$	+0,1
$\text{Cu}^{2+} \mid \text{Cu}^+ (\text{Pt})$	$\text{Cu}^{2+} + e^- \rightleftharpoons \text{Cu}^+$	+0,1
$\text{AgCl} \mid \text{Ag}, \text{Cl}^-$	$\text{AgCl} + e^- \rightleftharpoons \text{Ag} + \text{Cl}^-$	+0,2
$\text{Hg}_2 \text{Cl}_2 \mid \text{Hg}, \text{Cl}^-$	$\text{Hg}_2 \text{Cl}_2 + 2 e^- \rightleftharpoons 2 \text{Hg} + 2 \text{Cl}^-$	+0,2
$\text{Cu}^{2+} \mid \text{Cu}$	$\text{Cu}^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	+0,3
$\text{O}_2 \mid \text{OH}^- (\text{Pt})$	$\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 e^- \rightleftharpoons 4 \text{OH}^-$	+0,4

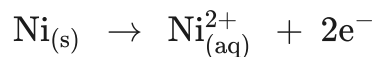
półogniwo	reakcja przebiegająca na półogniwie	E° [V]
$\text{Cu}^+ \mid \text{Cu}$	$\text{Cu}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	+0,5
$\text{I}_2 \mid \text{I}^- (\text{Pt})$	$\text{I}_2 + 2 e^- \rightleftharpoons 2 \text{I}^-$	+0,5
$\text{Fe}^{3+} \mid \text{Fe}^{2+} (\text{Pt})$	$\text{Fe}^{3+} + e^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	+0,7
$\text{Ag}^+ \mid \text{Ag}$	$\text{Ag}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{Ag}$	+0,8
$\text{Hg}^{2+} \mid \text{Hg}$	$\text{Hg}^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Hg}$	+0,8
$\text{Br}_2 \mid \text{Br}^- (\text{Pt})$	$\text{Br}_2 + 2 e^- \rightleftharpoons 2 \text{Br}^-$	+1,0
$\text{MnO}_2, \text{H}_3\text{O}^+ \mid \text{Mn}^{2+} (\text{Pt})$	$\text{MnO}_2 + 4 \text{H}_3\text{O}^+ + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 6 \text{H}_2\text{O}$	+1,2
$\text{O}_2, \text{H}_3\text{O}^+ \mid \text{H}_2\text{O} (\text{Pt})$	$\text{O}_2 + 4 \text{H}_3\text{O}^+ + 4 e^- \rightleftharpoons 6 \text{H}_2\text{O}$	+1,2
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, \text{H}_3\text{O}^+ \mid \text{Cr}^{3+} (\text{Pt})$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14 \text{H}_3\text{O}^+ + 6 e^- \rightleftharpoons 2 \text{Cr}^{3+} + 21 \text{H}_2\text{O}$	+1,3
$\text{Cl}_2 \mid \text{Cl}^- (\text{Pt})$	$\text{Cl}_2 + 2 e^- \rightleftharpoons 2 \text{Cl}^-$	+1,3
$\text{Au}^{3+} \mid \text{Au}$	$\text{Au}^{3+} + 3 e^- \rightleftharpoons \text{Au}$	+1,5
$\text{MnO}_4^-, \text{H}_3\text{O}^+ \mid \text{Mn}^{2+} (\text{Pt})$	$\text{MnO}_4^- + 8 \text{H}_3\text{O}^+ + 5 e^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 12 \text{H}_2\text{O}$	+1,5
$\text{Mn}^{3+} \mid \text{Mn}^{2+} (\text{Pt})$	$\text{Mn}^{3+} + e^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+}$	+1,5
$\text{Ce}^{4+} \mid \text{Ce}^{3+} (\text{Pt})$	$\text{Ce}^{4+} + e^- \rightleftharpoons \text{Ce}^{3+}$	+1,7
$\text{H}_2\text{O}_2, \text{H}_3\text{O}^+ \mid \text{H}_2\text{O} (\text{Pt})$	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2 e^- \rightleftharpoons 4 \text{H}_2\text{O}$	+1,7
$\text{Co}^{3+} \mid \text{Co}^{2+} (\text{Pt})$	$\text{Co}^{3+} + e^- \rightleftharpoons \text{Co}^{2+}$	+1,9
$\text{F}_2 \mid \text{F}^-$	$\text{F}_2 + 2 e^- \rightleftharpoons 2 \text{F}^-$	+2,8

Na podstawie: Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2010 oraz Jones L., Atkins P., *Chemia ogólna: cząsteczki, materia, reakcje*, tłum. J. Kuryłowicz, Warszawa 2012.

Zwróć uwagę, że każda z par przedstawionych w szeregu odpowiada reakcją redukcji.

Jakie dane możemy odczytać z szeregu?

W lewej kolumnie szeregu elektrochemicznego są zapisane pary związków chemicznych, pierwiastków i jonów, które mogą pełnić rolę półogniw. Oznaczają one reakcje redukcji na elektrodzie, jakim ulega pierwiastek lub związek chemiczny, co w efekcie daje jony i pierwiastki – produkty reakcji. Jest to przedstawione w środkowej kolumnie.



W wyniku tej reakcji nikiel roztwarza się, tworząc kationy niklu(II) w roztworze. Utlenienie jednego mola niklu powoduje powstanie dwóch moli elektronów.

W prawej kolumnie przedstawiony jest standardowy potencjał elektrody E^0 , który jest opisem zdolności metalu do ulegania reakcji redoks w temperaturze 25°C. W przypadku gazu, potencjał standardowy odnosi się do reakcji przeprowadzanej pod ciśnieniem 1013 hPa (1 atmosfera), a stanem standardowym potencjału elektrody w roztworze jest stężenie **elektrolitu** równe $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$. Standardowy potencjał elektrody wyrażany jest w woltach, czyli jednostce napięcia.

Ważne!

Zwróć uwagę, że metale i jony, znajdujące się poniżej wodoru w szeregu elektrochemicznym, mają wartości dodatnie E^0 , czyli są **utleniaczami**. Natomiast metale z ujemną wartością E^0 są **reduktorami**.

Dlaczego wodór ma wartość standardowego potencjału równą 0?

Wartość E^0 dla ogniwa $\text{H}_2/\text{H}_3\text{O}^+$ została umownie przyjęta przez chemików i wynosi 0. Odnosi się ona do standardowego ogniwa wodorowego, zbudowanego z blaszki platynowej zanurzonej w roztworze kwasu chlorowodorowego.

Na podstawie standardowych półogniw, możemy obliczyć **siłę elektromotoryczną ogniwa** (SEM, E) zbudowanego z dwóch metali. W celu obliczenia siły elektromotorycznej ogniwa, korzystamy ze standardowych potencjałów elektrody zbudowanej z dwóch półogniw.

$$\text{SEM} = E = E_{\text{katody}}^0 - E_{\text{anody}}^0$$

W powyższym wzorze użyte zostały oznaczenie E_{katody}^0 i E_{anody}^0 . Katoda zawsze ma większy potencjał od anody. To na niej zachodzi reakcja redukcji, zaś na anodzie zachodzi reakcja utlenienia. Znając wartości E^0 , możemy przewidzieć, w jakim kierunku zajdzie reakcja metalu z roztworami kwasów czy soli. Metal bardziej aktywny (o mniejszym potencjale standardowym) będzie wypierał jony metalu (o większym potencjale standardowym).

Wartość SEM jest zawsze wartością dodatnią, ponieważ działanie ogniwa jest procesem samorzutnym – w wyniku którego może popłynąć prąd elektryczny. W przeciwnym wypadku, jeżeli SEM ma wartość ujemną, nie jest to proces samorzutny. Oznacza to, że należy przyłożyć napięcie do układu, aby zaszła reakcja chemiczna. Wówczas katoda staje się anodą i odwrotnie, a proces może stać się samorzutny.

Przykład 1

Przeprowadzono następujące doświadczenie, podczas którego do pięciu probówek dodano roztwór siarczanu(VI) miedzi(II) o stężeniu $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$. W probówkach zanurzono blaszki (w jednej probówce znajdują się jedna blaszka): miedzi, kadmu, manganu, srebra i cyny. Na podstawie standardowego potencjału elektrody określ, w których probówkach zajdzie reakcja chemiczna.

Krok 1. Zlokalizuj w szeregu napięciowym pierwiastki wymienione w zadaniu i zapisz ich potencjały standardowe.

- $\text{Cu} / \text{Cu}^{2+}$ $E_0 = +0,34 \text{ V}$
 - $\text{Cr} / \text{Cr}^{3+}$ $E_0 = -0,74 \text{ V}$
 - $\text{Mn} / \text{Mn}^{2+}$ $E_0 = -1,18 \text{ V}$
 - Ag / Ag^+ $E_0 = +0,80 \text{ V}$
 - $\text{Sn} / \text{Sn}^{2+}$ $E_0 = -0,14 \text{ V}$
-

Krok 2. Uszereguj pierwiastki względem rosnącego standardowego potencjału.

- $\text{Mn} / \text{Mn}^{2+}$ $E_0 = -1,18 \text{ V}$
- $\text{Cr} / \text{Cr}^{3+}$ $E_0 = -0,74 \text{ V}$
- $\text{Sn} / \text{Sn}^{2+}$ $E_0 = -0,14 \text{ V}$
- $\text{Cu} / \text{Cu}^{2+}$ $E_0 = +0,34 \text{ V}$
- Ag / Ag^+ $E_0 = +0,80 \text{ V}$

Metale bardziej aktywne, czyli takie, które mają niższy potencjał standardowy, wypierają jony metali o wyższym potencjale standardowym.

Krok 3. Przeanalizuj położenie metali względem jonu metalu, który występuje w roztworze.

Blaszki metali zanurzone są w roztworze zawierającym jony Cu^{2+} . Potencjał standardowy Cu/Cu^{2+} wynosi $+0,34 \text{ V}$. Zatem metale, które mają niższe wartości potencjału standardowego, będą wypierać jony miedzi z roztworu. Probówki, w których zajdzie reakcja, to próbówki z blaszką manganu, kadmu oraz cyny. Nie zaobserwujemy objawów reakcji w probówce z blaszką srebra i miedzi.

Przykład 2

Wyznacz siłę elektromotoryczną ogniwa zbudowanego z płytki kobaltowej zanurzonej w roztworze azotanu(V) kobaltu o stężeniu $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ i płytki cynkowej zanurzonej w roztworze azotanu(V) cynku o stężeniu $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

Krok 1. Odszukaj w szeregu elektrochemicznym potencjały standardowe elektrod.

- $\text{Co} / \text{Co}^{2+}$ $E_0 = -0,28 \text{ V}$
- $\text{Zn} / \text{Zn}^{2+}$ $E_0 = -0,76 \text{ V}$

Krok 2. Określ, która elektroda będzie anodą, a która katodą?

Anodą będzie elektroda zbudowana z metalu o niższym potencjale standardowym, a katodą z metalu o wyższym potencjale standardowym.

- $\text{Co} / \text{Co}^{2+}$ $E_0 = -0,28 \text{ V}$ - katoda
- $\text{Zn} / \text{Zn}^{2+}$ $E_0 = -0,76 \text{ V}$ - anoda

Krok 3. Skorzystaj ze wzoru na siłę elektromotoryczną ogniwa.

$$\text{SEM} = E = E_{\text{katody}}^0 - E_{\text{anody}}^0 = -0,28 \text{ V} - (-0,76 \text{ V}) = 0,48 \text{ V}$$

Siła elektromotoryczna danego ogniwa wynosi 0,48 V.

Słownik

reaktywność chemiczna

zdolność związków i pierwiastków chemicznych do wejścia w reakcję chemiczną z innym związkiem lub pierwiastkiem.

aktywność chemiczna metalu

zdolność do oddawania elektronów przez metal. Metal bardziej aktywny chemicznie wypiera mniej aktywny metal z wodnego roztworu jego soli.

potencjały standardowe elektrody

siła elektromotoryczna ogniwa, w którym drugą elektrodą jest elektroda wodorowa, której przypisuje się potencjał równy zeru. Dla anody potencjał standardowy jest ujemny, a dla katody dodatni

elektroda

(gr. ἤλεκτρον „bursztyn”, hodós „droga”) układ złożony z przewodnika elektronowego (metal, półprzewodnik) stykającego się z przewodnikiem jonowym (najczęściej ciekły elektrolit), w którym może przebiegać reakcja elektrodowa utleniania-redukcji

elektrolit

(gr. ἤλεκτρον „bursztyn”, λύτος „rozpuszczalny”) przewodnik elektryczny jonowy (zwany też przewodnikiem drugiego rodzaju), w którym poruszające się jony przenoszą ładunki elektryczne i przewodzenie prądu zawsze jest związane z transportem masy.

siła elektromotoryczna, SEM

napięcie źródła energii elektrycznej w stanie jałowym (przy odłączonym obciążeniu)

szereg elektrochemiczny pierwiastków

szereg napięciowy, uszeregowanie pierwiastków chem. w kolejności wzrastającej zdolności do przyjmowania przez nie (lub ich kationy) elektronów w reakcjach utleniania-redukcji (redoks) w warunkach standardowych

Bibliografia

Atkins P., Jones L., *Chemia ogólna. Częstki, materia, reakcje*, Warszawa 2018.

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, t. 2, Warszawa 2007.

Encyklopedia PWN

Hejwowska S., Marcinkowski R., Staluszka J., *Chemia 3. Równowagi i procesy jonowe Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego*, Gdynia 2005.

Pigoń K., Ruziewicz Z., *Chemia Fizyczna. T. 1. Podstawy fenomenologiczne*, Warszawa 2005.

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Co to jest szereg elektrochemiczny i jakie informacje można z niego odczytać? Dla jakich elektrod parametry zmieniają się wraz ze wzrostem potencjału standardowego? Zapoznaj się z grafiką interaktywną zawierającą informacje o danych i zmieniających się właściwościach w szeregu elektrochemicznym, a następnie odpowiedz na pytania zawarte pod grafiką.

Reakcje przebiegające na wybranych półogniwach – grafika interaktywna

Źródło: GroMar Sp. z o.o., Klimaszewska M., *Chemia od A do Z*, Warszawa 2010, oraz materiał został opracowany na podstawie informacji znajdujących się na stronie internetowej: <https://www.toppr.com/content/concept/electrochemical-series-a-detailed-study-203322/>, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 1

Uporządkuj elementy wg ich wzrastających właściwości utleniających.



Ćwiczenie 2

Przyporządkuj elektrodę do odpowiadającego jej potencjału standardowego.

$\text{Fe} / \text{Fe}^{2+}$	0,00
F_2 / F^-	+0,34
$\text{Al} / \text{Al}^{3+}$	-1,66
H_2 / H^+	-0,44
$\text{Cu} / \text{Cu}^{2+}$	+2,87

Ćwiczenie 3

Jakie właściwości metali maleją w kierunku wyższych wartości potencjału standardowego ich elektrod? Zaznacz poprawne odpowiedzi.

☐ stabilność termiczna tlenków metali

☐ aktywność chemiczna

☐ elektrododatni charakter metalu

☐ właściwości redukujące metali

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



W jakich jednostkach wyrażany jest potencjał standardowy półogniwa?

☐ W kelwinach.

☐ W woltach.

☐ W simensach.

☐ W omach.

Ćwiczenie 2



Zapisz, w jakich warunkach jest mierzony potencjał standardowy dla półogniwa?

Odpowiedź zanotuj w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w poniższym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 3



Uszereguj następujące półogniwa względem ich wzrastającej reaktywności:

Mn / Mn²⁺



H₂/H⁺



Mg / Mg²⁺



Cu / Cu²⁺



Ag / Ag⁺



Ćwiczenie 4



Z przedstawionych poniżej półogniw pogrupuj, które są reduktorami bądź utleniaczami.

Właściwości utleniające

Au / Au³⁺

Zn / Zn²⁺

Ca / Ca²⁺

Co / Co²⁺

Bi / Bi³⁺

Al / Al³⁺

Właściwości redukujące

Ag / Ag⁺

Fe / Fe²⁺

Ćwiczenie 5



Oblicz SEM ogniwa zbudowanego z następujących półogniw: $\text{Cr} / \text{Cr}^{3+}$ i $\text{Pb} / \text{Pb}^{2+}$.

Odpowiedź zanotuj w zeszytcie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w poniższym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Wolt jest jednostką napięcia elektrycznego. Większa wartość SEM prowadzi do wytworzenia większego napięcia, co za tym idzie – wykonania większej pracy podczas przepływu prądu.

Zastanów się, dlaczego nie można zbudować ogniwa zbudowanego z następujących półogniw: $\text{Li} / \text{Li}^{+}$ i $\text{Au} / \text{Au}^{3+}$.

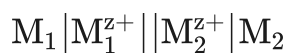
Odpowiedź zanotuj w zeszytcie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w poniższym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Budowę ogniwa galwanicznego można przedstawić w postaci schematu:



gdzie linia ciągła oznacza granicę faz elektrod (M_1 lub M_2) – roztwór (zawierający jony M_1^{z+} lub M_2^{z+}), linia podwójna – klucz elektrolityczny.

Na podstawie: Ogniwo galwaniczne, Encyklopedia PWN, online:

<https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/ogniwo-galwaniczne;3950266.html> (dostęp 14.04.2021).

Zapisz schematycznie budowę ogniwa galwanicznego, zbudowanego z półogniw: Ni / Ni^{2+} oraz Fe / Fe^{3+} .

Odpowiedź zanotuj w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w poniższym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Zaproponuj doświadczenie, za pomocą którego wskażesz większą aktywność metalu: chromu lub miedzi. Narysuj schemat doświadczenia, zapisz obserwacje, reakcje oraz wnioski.

Odpowiedź zanotuj w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w poniższym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Robert Wróbel, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jakie dane znajdują się w szeregu elektrochemicznym?

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:

- wymienia, jakie dane znajdują się w szeregu elektrochemicznym;
- pisze równania reakcji chemicznych, jakim ulegają drobiny w szeregu elektrochemicznym;

- omawia, jakie dane znajdują się w szeregu homologicznym;
- analizuje, jak dane zawarte w szeregu elektrochemicznym pozwalają przewidzieć przebieg reakcji.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- grafika interaktywna;
- technika 423;
- tarcza strzelnicza.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: „Jakie znacie szeregi”?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się podać dane, które znajdują się w szeregu elektrochemicznym i zapisują je na tablicy.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel losowo dzieli uczniów na cztery grupy i informuje, że będą pracowali techniką 423. Wyjaśnia uczniom zasady pracy tą techniką (4- liczba grup; 2 – każda grupa wpisuje po 2 propozycje – propozycje nie mogą się powtarzać; 4 czas przeznaczony dla grupy) oraz rozdaje arkusze papieru A3, mazaki. Zadaniem uczniów

jest wyszukanie informacji w dostępnych źródłach informacji, w tym w e-materiale w sekcji „przeczytaj” na temat danych zawartych w szeregu elektrochemicznym. Uczniowie również mogą wykorzystać informacje zawarte w grafice interaktywnej. Po wyznaczonym czasie uczniowie zapisują dwie propozycje na arkuszu papieru a po dwóch minutach na określony znak nauczyciela, uczniowie przekazują sobie nawzajem arkusze i dopisują kolejne dwie propozycje, aż do powrotu arkusza danego do właścicieli. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów. Liderzy grup na forum prezentują efekty pracy, uzupełniają nawzajem odpowiedzi. Powrót do fazy wstępnej i skorygowanie wcześniejszych wypowiedzi uczniów na temat danych zawartych w szeregu elektrochemicznym.

2. Uczniowie wspólnie na podstawie wcześniejszej pracy wypracowują wnioski wynikające z szeregu elektrochemicznego metali. Propozycje wniosków zapisują na tablicy. Nauczyciel weryfikuje poprawność wyciągniętych wniosków.
3. Nauczyciel zapowiada uczniom, że będą rozwiązywać ćwiczenia nr 5-8 zawarte w e-materiale w sekcji „sprawdź się”. Uczniowie wykonują zadania w parach. Po ustalonym czasie wybrani uczniowie przedstawiają odpowiedzi, a pozostali uczniowie wspólnie ustosunkowują się do nich. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej. Prowadzący zapowiada uczniom, że w kolejnym kroku będą rozwiązywać ćwiczenia nr 1-4 z sekcji „Sprawdź się”. Każdy z uczniów wykonuje ćwiczenia samodzielnie. Po ustalonym czasie wybrani uczniowie przedstawiają rozwiązania. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej.

Faza podsumowująca:

1. Tarcza strzelnicza. Celem tej metody jest bardzo szybkie uzyskanie informacji zwrotnej. Uczniowie na tarczy strzelniczej zawieszanej w sali lekcyjnej, z użyciem cenek, zaznaczają w skali od 0 do 10 swoje „strzały”. Koło można podzielić na części, w których oceniać można różne aspekty pracy, np. przydatność, atrakcyjność, stopień trudności materiału, zaangażowanie uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, itp. Nauczyciel może odnieść się do tego ogólnie na podsumowanie.

Praca domowa:

1. Uczniowie chętni udzielają odpowiedzi na pytanie: Jakie znaczenie ma szereg elektrochemiczny? 2. Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Grafika może być wykorzystana podczas lekcji do zobrazowania uczniom danych zawartych w szeregu elektrochemicznym. Uczniowie nieobecni mogą medium wykorzystać do

samokształcenia celem uzupełnienia luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje planszę z tarczą strzelniczą oraz cenki dla uczniów.
2. Nauczyciel przygotowuje arkusze papieru A3, mazaki, glutaki.
3. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Co to jest szereg elektrochemiczny?
 - Jakie dane znajdują się w szeregu elektrochemicznym?