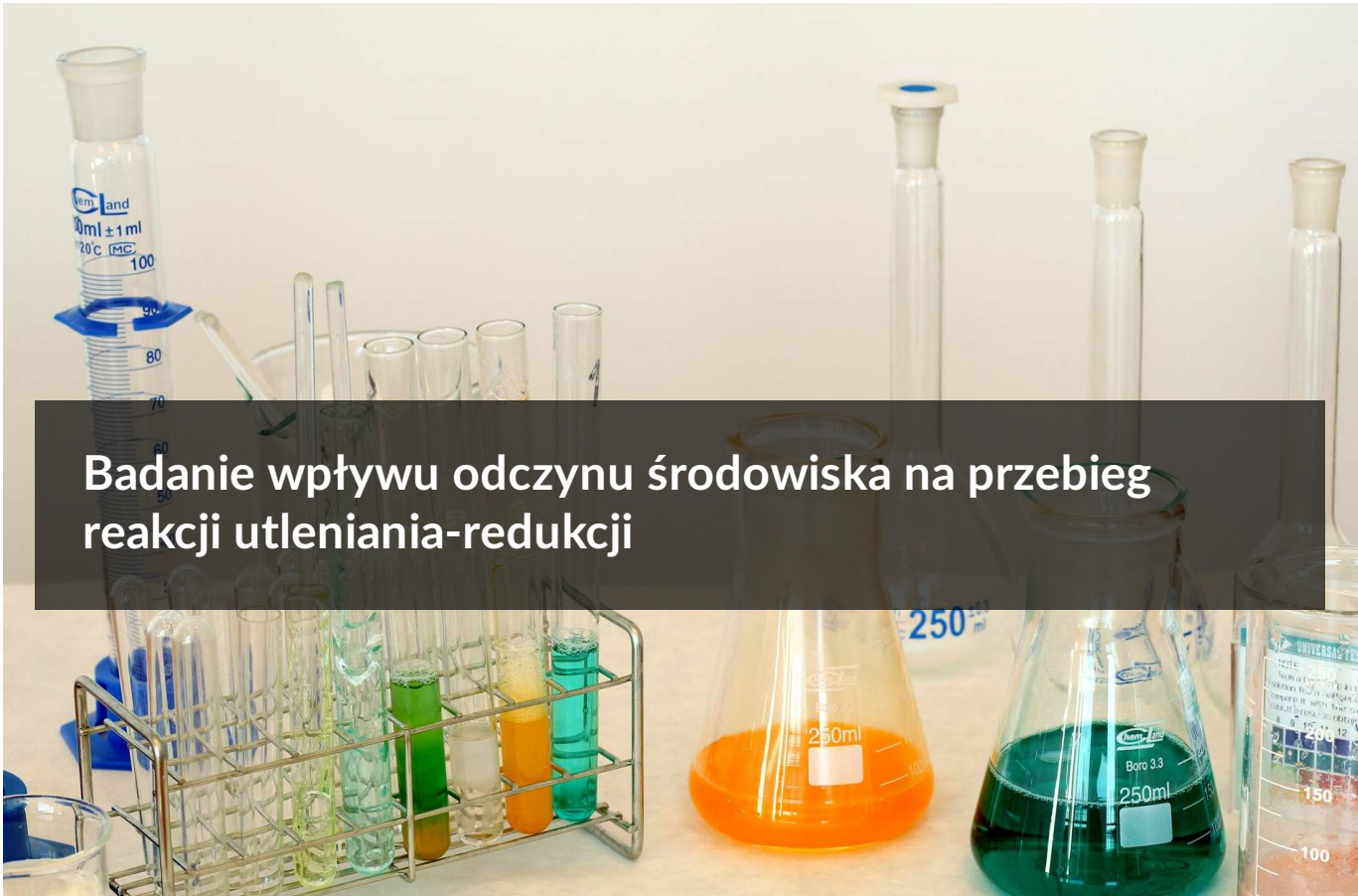




Badanie wpływu odczynu środowiska na przebieg reakcji utleniania-redukcji

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Wirtualne laboratorium – I](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)

A photograph of a laboratory setup. In the foreground, a metal test tube rack holds several test tubes containing liquids of different colors: green, yellow, and blue. To the right of the rack are two Erlenmeyer flasks; the one on the left contains an orange liquid, and the one on the right contains a dark green liquid. In the background, there is a graduated cylinder with blue markings and several other glass bottles. A dark grey rectangular box is superimposed over the middle of the image, containing white text.

Badanie wpływu odczynu środowiska na przebieg reakcji utleniania-redukcji

W zależności od środowiska reakcji, te same substraty mogą dawać różne produkty o innych barwach.

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

Reakcje redoks są typem reakcji, w wyniku których zmienia się stopień utlenienia atomów pierwiastków, które biorą w niej udział. Naturalnym wydaje nam się to, że dwa reagujące ze sobą substraty powinny prowadzić do uzyskania zawsze tego samego produktu. Jednak wcale to nie jest reguła. Czasami wystarczy zmienić odczyn roztworu (dodać kwasu czy zasady), aby zmienić przebieg reakcji chemicznej. Dzięki tej lekcji dowiesz się, jak zmiana odczynu roztworu wpływa na przebieg niektórych reakcji utleniania-redukcji.

Twoje cele

- Zapiszesz równania reakcji utleniania-redukcji w zależności środowiska.
- Wyjaśnisz, jak odczyn środowiska reakcji wpływa na reakcje utleniania-redukcji.
- Wykonasz doświadczenie, na podstawie którego udowodnisz wpływ środowiska na reakcje utleniania-redukcji.

Przeczytaj

Przebieg wielu reakcji redoks jest zależny od środowiska ich prowadzenia (odczynu roztworu). Znany przykład redukcji atomu manganu w manganianie(VII) potasu, w zależności od środowiska reakcji, może prowadzić do powstania różnych produktów:

- w środowisku kwasowym ($\text{pH} < 7$) następuje redukcja anionu manganianowego(VII) do kationu manganu(II);
- w środowisku obojętnym ($\text{pH} = 7$) następuje redukcja anionu manganianowego(VII) do tlenku manganu(IV);
- w środowisku zasadowym ($\text{pH} > 7$) następuje redukcja anionu manganianowego(VII) do anionu manganianowego(VI).

Doświadczenie

Polecenie 1

Badanie wpływu pH na przebieg reakcji utleniania-redukcji.

Ważne:

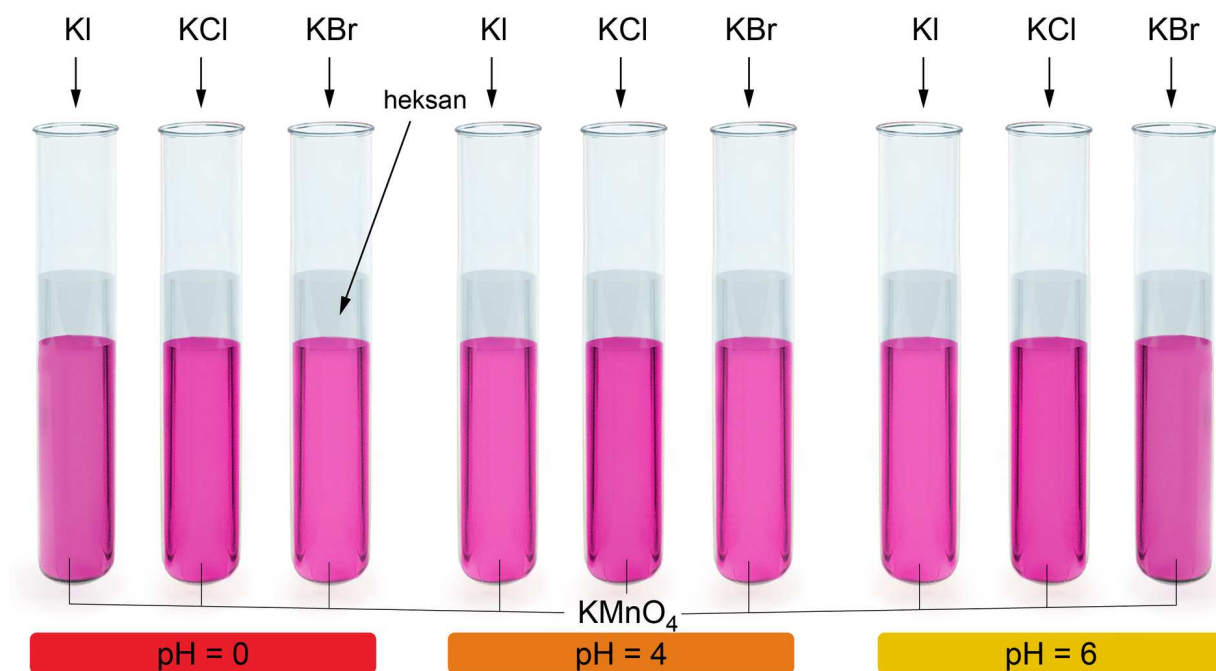
Doświadczenie wykonuj pod wyciągiem.

Instrukcja wykonania doświadczenia:

Przygotuj dziewięć próbek. Do każdej z nich dodaj 5 cm^3 roztworu manganianu(VII) potasu o stężeniu $0,01\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, a następnie podziel próbki na trzy serie po trzy próbki. Do pierwszej serii dodaj po trzy krople kwasu siarkowego(VI) o stężeniu $0,01\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, co pozwoli na uzyskanie pH w zakresie 5-6. Do drugiej serii próbek dodaj $0,5\text{ cm}^3$ kwasu siarkowego(VI) o stężeniu $0,01\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, dzięki czemu zostanie otrzymane pH zbliżone do 4. Do ostatniej partii dodaj 3 cm^3 i 4-5 kropli kwasu siarkowego(VI) o stężeniu $6\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, aby otrzymać roztwór o $\text{pH} = 0$. Wartości pH w każdej z próbek skontroluj za pomocą pH-metru.

Do każdej z próbek z jednej serii dodaj po 1 cm^3 roztworu soli KI, KCl, KBr, a następnie do wszystkich próbek nalej po 1 cm^3 heksanu.

Próbki z KBr i KI odstaw na 5-10 minut. Z kolei próbki z KCl wstaw na 5-10 minut do wrzącej łąźni wodnej. Obserwuj zachodzące zmiany. Po upływie tego czasu, zamieszaj dokładnie szklaną bagietką zawartość każdej próbki. Zaobserwuj efekt reakcji.



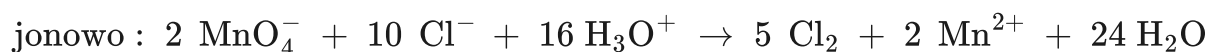
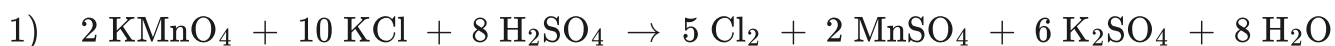
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

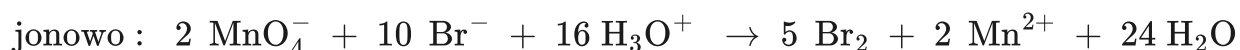
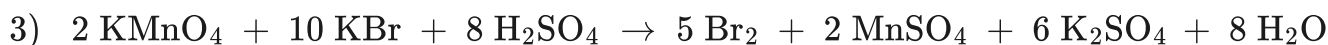
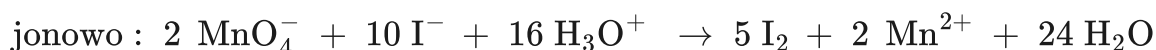
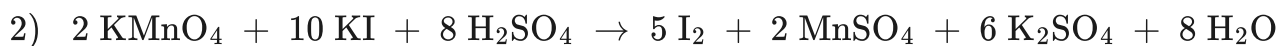
Obserwacje:

Wnioski:

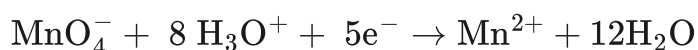
Jak wartość pH wpływa na przebieg reakcji utleniania-redukcji?

W wykonanym wcześniej doświadczeniu, sprawdzaliśmy wpływ odczynu roztworu na właściwości utleniające manganianu(VII) potasu. W probówkach, których wartość pH wynosiła 0, zaszły następujące reakcje redoks:





Jak można zauważyć, w reakcji redoks biorą udział jony oksoniowe, można więc wywnioskować, że wpływają one na **potencjał redoks** reakcji. Zatem równanie reakcji redukcji jonów nadmanganianowych(VII) można zapisać następująco:



W celu redukcji jednego mola jonów manganianowych(VII), potrzebne jest osiem moli jonów oksoniowych oraz pięć moli elektronów. Potencjał standardowy redoks powyższej reakcji wynosi 1,51 V.

Tak jak przedstawiono w doświadczeniu, **wraz ze wzrostem pH układu zmniejsza się potencjał redoks manganianu(VII) potasu.**

Ważne!

W celu wyjaśnienia tego zjawiska, należy się posłużyć równaniem Nernsta, które pozwoli obliczyć potencjał redoks dowolnej reakcji:

$$E = E^0 + E = E^0 + \frac{0,059}{n} \cdot \log \frac{[\text{utl}]^m \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]^o}{[\text{red}]^p}$$

gdzie:

- E^0 – standardowy potencjał redoks, który odczytywany jest z tablic;
- n – liczba moli wymienionych elektronów;
- $[\text{utl}]$ – stężenie jonów utlenionych $\left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]$;
- $[\text{red}]$ – stężenie jonów zredukowanych $\left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]$;
- $[\text{H}_3\text{O}^+]$ – stężenie jonów oksoniowych $\left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]$;

- m, o, p – liczba moli jonów wynikająca z reakcji połówkowej (współczynniki stechiometryczne).

Dla doświadczenia z redukcją jonów nadmanganianowych(VII) wygląda ono następująco:

$$E = E^0 + \frac{0,059}{5} \cdot \log \frac{[\text{MnO}_4^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]^8}{[\text{Mn}^{2+}]}$$

Przykład 1

Oblicz potencjał redoks dla procesu redukcji jonu manganianowego(VII) w środowisku kwasowym, przy pH równym odpowiednio: 0, 4 i 6. W obliczeniach przyjmij stężenie jonów manganianowych(VII) równe $0,001 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

Krok 1. Zapisz równanie reakcji połówkowej redukcji nadmanganianu(VII).



Krok 2. Zapisz wzór Nernsta.

$$E = E^0 + E = E^0 + \frac{0,059}{n} \cdot \log \frac{[\text{utl}]^m \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]^o}{[\text{red}]^p}$$

Krok 3. Odczytaj z tablic fizykochemicznych wartość standardowego potencjału reakcji redukcji jonów manganianowych(VII).

$$E^0 = 1,51 \text{ V}$$

Krok 4. Oblicz stężenie jonów oksoniowych.

Pamiętaj:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{stąd} \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$\text{Dla pH} = 0 \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$\text{Dla pH} = 4 \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4} = 0,0001 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$\text{Dla pH} = 6 \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-6} = 0,000001 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Krok 5. Określ, ile moli elektronów bierze udział w reakcji redoks.

$$n = 5$$

Krok 6. Określ, ile moli jonów oksoniowych bierze udział w reakcji redoks.

$$o = 8$$

Krok 7. Oblicz potencjał redoks w zależności od pH.

Dla pH = 0

$$E = 1,51 \text{ V} + \frac{0,059}{5} \cdot \log \frac{(0,001) \cdot (1)^8}{(0,001)} = 1,51 \text{ V}$$

Dla pH = 4

$$E = 1,51 \text{ V} + \frac{0,059}{5} \cdot \log \frac{\left(0,001 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right) \cdot \left(0,0001 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^8}{\left(0,001 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)} = 1,13 \text{ V}$$

Dla pH = 6

$$E = 1,51 \text{ V} + \frac{0,059}{5} \cdot \log \frac{\left(0,001 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right) \cdot \left(0,000001 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^8}{\left(0,001 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)} = 0,94 \text{ V}$$

Odpowiedź

Potencjał utleniający jonu manganianowego(VII) dla odpowiednich pH wynosi odpowiednio:

$$\text{pH} = 0 \Rightarrow E = 1,51 \text{ V}$$

$$\text{pH} = 4 \Rightarrow E = 1,13 \text{ V}$$

$$\text{pH} = 6 \Rightarrow E = 0,94 \text{ V}$$

Uwaga:

Wraz ze wzrostem pH (co za tym idzie – spadkiem stężenia jonów oksoniowych), potencjał redoks jonów manganianowych(VII) zmniejsza się. Porównajmy wartości potencjału redoks dla pary $\text{MnO}_4^- | \text{Mn}^{2+}$ w różnym pH do wartości potencjału redoks reakcji.

$$E^0 2\text{I}^- | \text{I}_2 = 0,54 \text{ V}$$

$$E^0 \text{ 2 Cl}^- | \text{Cl}_2 = 1,36 \text{ V}$$

$$E^0 \text{ 2 Br}^- | \text{Br}_2 = 1,09 \text{ V}$$

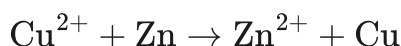
Można zauważyć, że reakcje chemiczne przebiegły tylko w probówkach, w których potencjał redoks $\text{MnO}_4^- | \text{Mn}^{2+}$ był wyższy od potencjału redoks odpowiednich fluorowców.

Porównując potencjały dwóch par redoks, należy pamiętać, że utlenianie zachodzi w tej parze, która wykazuje niższy potencjał w danych warunkach, a redukcja w tej, która wykazuje wyższy potencjał.

Przykładowo, w poniższej parze aktywniejszym metalem jest cynk (Zn), który wykazuje bardziej ujemny (a więc niższy) potencjał, a metalem mniej aktywnym jest miedź (Cu), która wykazuje potencjał bardziej dodatni (zatem wyższy).



Biorąc pod uwagę potencjały elektrochemiczne, zauważymy, że reakcja pomiędzy tymi metalami będzie zachodzić w następujący sposób:



Czyli cynk ulegnie utlenieniu, a miedź redukcji. Natomiast nie jest możliwa reakcja odwrotna, w której cynk ulegnie redukcji, a miedź utlenieniu.

Słownik

odczyn roztworu

cecha roztworu elektrolitu, zależna od wzajemnego stosunku stężeń jonów H_3O^+ i OH^- ; odczyn roztworu wodnego może być kwasowy, zasadowy albo obojętny

potencjał utleniająco-redukujący

potencjał redoks, potencjał pary redoks, potencjał elektrody zbudowanej z danej pary redoks (np. $\text{Pb} | \text{Pb}^{2+}$); służy do określania zdolności tej pary do udziału w reakcjach utleniania-redukcji; im bardziej ujemna wartość potencjału E^0 , tym forma zredukowana danej pary redoks jest silniejszym reduktorem

reakcja oksydacyjno-redukcyjna

reakcja utleniania-redukcji, reakcja redoks, reakcja, w której dochodzi do przeniesienia jednego lub więcej elektronów od atomu, jonu lub cząsteczki donora (czyli reduktora) do akceptora (czyli utleniacza)

Bibliografia

Encyklopedia PWN

Kocjan R., *Chemia analityczna. Podręcznik dla studentów. Analiza jakościowa. Analiza ilościowa klasyczna 1*, Warszawa 2002, wyd. 2.

Minczewski J., Marczenko Z., *Chemia analityczna 1. Podstawy teoretyczne i analiza jakościowa*, Warszawa 2001.

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

Śliwa A., *Obliczenia chemiczne. Zbiór zadań z chemii nieorganicznej i analitycznej wraz z podstawami teoretycznymi*, Warszawa 1976.

Wirtualne laboratorium – I

Polecenie 1

Przeprowadź doświadczenie w laboratorium chemicznym. Twoim zadaniem jest zbadanie wpływu odczynu środowiska na przebieg reakcji manganianu(VII) potasu z tiosiarczanem sodu. Rozwiąż problem badawczy i zweryfikuj hipotezę.

Badanie manganianu(VII) potasu w środowisku kwasowym, obojętnym i zasadowym.

Reakcja manganianu(VII) potasu w środowisku kwasowym
Reakcja manganianu(VII) potasu w środowisku obojętnym
Reakcja manganianu(VII) potasu w środowisku zasadowym

Analiza doświadczenia: Badanie wpływu odczynu środowiska na przebieg reakcji utleniania-redukcji.

Problem badawczy: Czy reakcja manganianu(VII) potasu z tiosiarczanem sodu przebiega zależnie od środowiska prowadzenia reakcji?

Hipoteza: Odczyn środowiska wpływa na przebieg reakcji utleniania-redukcji.

Przebieg doświadczenia:

1. Do probówki umieszczonej na statywie, odmierz niewielką ilość roztworu manganianu(VII) potasu.
 2. Dodaj jeden z wybranych odczynników: roztwór kwasu chlorowodorowego, wodę destylowaną lub roztwór wodorotlenku sodu.
 3. Do probówki dodaj niewielką ilość wodnego roztworu tiosiarczanu sodu.
 4. Wytrząśnij zawartość probówki.
-

Obserwacje:

Wyniki:

Wnioski:

Szafa laboratoryjna



1

probówka

2

zlewka

3

kolba kulista płaskodenna

4

kolba stożkowa

5

szalki Petriego

6

cylinder miarowy

7

lejek szklany

8

bagietka szklana

9

łyżka metalowa

10

łyżka do spalań

11

szczypce laboratoryjne

12

pipety Pasteura

13

łapa drewniana

14

trójnóg z siatką

15

palnik laboratoryjny

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

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz prawidłową odpowiedź.

☐

Wraz ze wzrostem pH układu zwiększa się potencjał redoks manganianu(VII) potasu.

☐

Wraz ze spadkiem pH układu zmniejsza się potencjał redoks manganianu(VII) potasu.

☐

Wraz ze wzrostem pH układu zmniejsza się potencjał redoks manganianu(VII) potasu.

Ćwiczenie 2



Dopasuj wartości pH do odczynu wodnego roztworu.

odczyn kwasowy

14

5,7

10

5

2

7

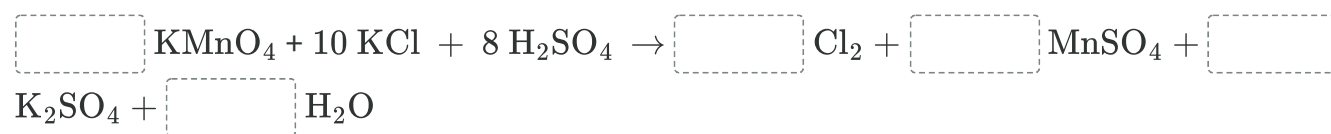
odczyn obojętny

odczyn zasadowy

Ćwiczenie 3



Uzupełnij współczynniki stechiometryczne w przedstawionym równaniu reakcji.



8

2

4

5

3

9

5

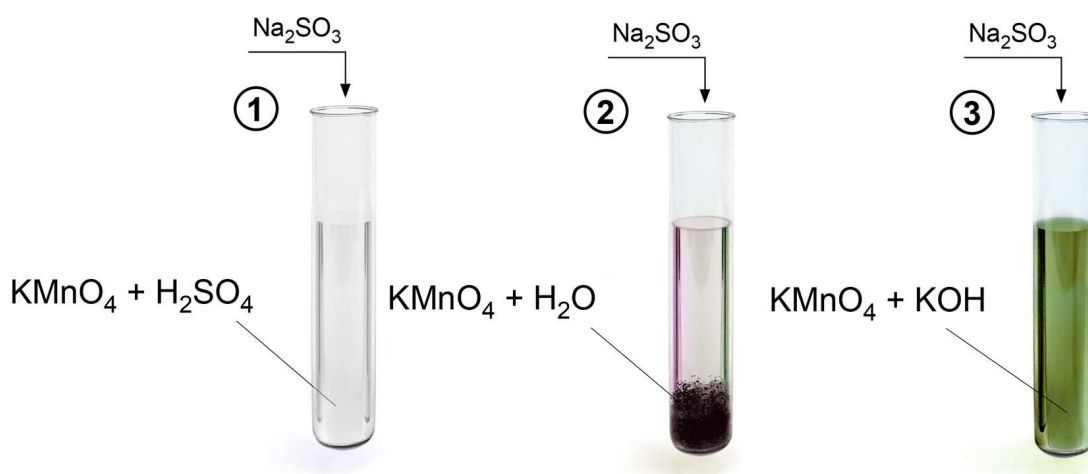
6

2

Ćwiczenie 4



Na podstawie grafiki prezentującej wyniki doświadczenia, wskaż, który ze związków w danej probówce jest utleniaczem, który jest reduktorem, jaki jest odczyn środowiska zachodzącej reakcji oraz w jakiej formie występuje mangan w danej probówce.



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

Probówka	Utleniacz	Reduktor	Odczyn	Forma manganu
1				
2				
3				

siarczan(IV) sodu

manganian(VII) potasu

siarczan(IV) sodu

woda

MnO_2

siarczan(IV) sodu

kwas siarkowy(VI)

Mn^{2+}

wodorotlenek potasu

kwasowy

manganian(VII) potasu

zasadowy

MnO_4^{2-}

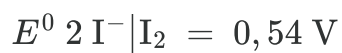
manganian(VII) potasu

obojętny

Ćwiczenie 5



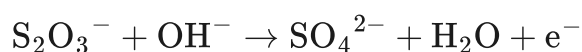
Uzereguj potencjały standardowe par redoks, zgodnie ze wzrastającą mocą utleniającą.



Ćwiczenie 6



Uzupełnij współczynniki stechiometryczne poniższej reakcji połówkowej.



Na podstawie: Śliwa A., *Obliczenia chemiczne. Zbiór zadań z chemii nieorganicznej i analitycznej wraz z podstawami teoretycznymi*, Warszawa 1976.

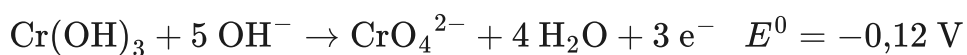
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Określ, jak wpłynie na zdolność redukującą zwiększenie pH następującej reakcji.

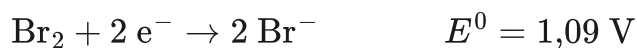


Odpowiedź:

Ćwiczenie 8



Określ, czy będzie możliwe utlenienie jonów bromkowych przy użyciu kwasu arsenowego(V).

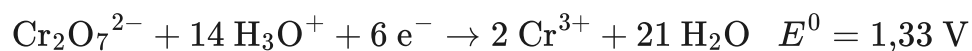


Odpowiedź:

Ćwiczenie 9



Oblicz, jak zmieni się potencjał standardowy poniższej reakcji redoks w roztworze o wartości $\text{pH} = 3$ i 6 i stężeniu jonów dichromianowych(VI), równego $0,01 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.



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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Robert Wróbel, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Badanie wpływu odczynu środowiska na przebieg reakcji utleniania-redukcji

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Cele kształcenia – wymagania ogólne

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Uczeń:

2) ocenia wiarygodność uzyskanych danych.

Zakres rozszerzony

X. Metale, niemetale i ich związki. Uczeń:

7) przewiduje produkty redukcji jonów manganianowych(VII) w zależności od środowiska, a także jonów dichromianowych(VI) w środowisku kwasowym; pisze odpowiednie równania reakcji.

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:

- pisze równania reakcji utleniania-redukcji w zależności od środowiska;
- wyjaśnia, jak odczyn środowiska reakcji wpływa na reakcje utleniania-redukcji;

- wykonuje doświadczenie, w którym udowadnia wpływ środowiska na reakcje utlenienia-redukcji.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- wirtualne laboratorium;
- technika baterii;
- eksperyment chemiczny.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje informacje, zawarte we wprowadzeniu do e-materiału, po czym zadaje uczniom pytanie: „Czy odczyn roztworu może wpływać na przebieg reakcji utleniania-redukcji?”.
2. Rozpoznanie wiedzy wstępnej uczniów. Uczniowie starają się odnaleźć przykłady reakcji utleniania-redukcji, których przebieg jest warunkowany odczynem roztworu? Uczniowie korzystają z dostępnych źródeł informacji.
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. Eksperyment chemiczny – „Badanie wpływu pH na przebieg reakcji utleniania-redukcji”. Nauczyciel dzieli losowo uczniów na grupy, rozdaje karty pracy. Uczniowie wybierają odpowiednie szkło, sprzęt laboratoryjny oraz odczynniki chemiczne. Uczniowie samodzielnie formułują pytanie badawcze i hipotezę, rysują schemat doświadczenia i wykonują kolejno czynności podane w instrukcji (patrz polecenie 1, zawarte w e-materiale w sekcji „Przeczytaj”). Uczniowie obserwują zmiany podczas eksperymentu, zapisują równania reakcji chemicznych, wyciągają wnioski (wszystko zapisują w kartach pracy). Na forum całej klasy następuje weryfikacja pod względem merytorycznym zaprezentowanych przez liderów grup efektów pracy. Równania reakcji chemicznych chętni uczniowie zapisują na tablicy celem sprawdzenia poprawności zapisu. Nauczyciel wyjaśnia ewentualnie zaistniałe niezrozumiałe kwestie.
2. Nauczyciel poleca uczniom pracę w parach z wirtualnym laboratorium. Uczniowie zapoznają się z poleceniem w medium i rozwiązują zawarte tam ćwiczenia.
3. Nauczyciel zapowiada uczniom, że będą rozwiązywać ćwiczenia nr 3-8, zawarte w e-materiale w sekcji „Sprawdź się” – od najprostszych do najtrudniejszych. Uczniowie wykonują zadania w parach. Po ustalonym czasie, wybrane osoby przedstawiają odpowiedzi, a pozostali 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 i 2 z sekcji „Sprawdź się”. Każdy z uczniów wykonuje ćwiczenia samodzielnie. Po ustalonym czasie, znów wybrani uczniowie przedstawiają rozwiązania. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie na planszy z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% zaznaczają samoprzylepnymi karteczkami, w jakim stopniu opanowali zagadnienia wynikające z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji. W przypadku, gdy bateria nie jest naładowana w 100%, zastanawiają się, w jaki sposób podnieść swój poziom posiadanej wiedzy.

Praca domowa:

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

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

WL-I może być wykorzystane podczas lekcji do zobrazowania uczniom wpływu pH na reakcje utleniania-redukcji. Uczniowie mogą wykorzystać medium podczas przygotowywania się do lekcji czy pracy kontrolnej, a uczniowie nieobecni na lekcji do samokształcenia w celu uzupełnienia luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje planszę z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% do oceny stopnia opanowania zagadnień oraz samoprzylepne karteczki dla uczniów.
2. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Czym są reakcje utleniania-redukcji?
 - Jak wartość pH wpływa na reakcję utleniania-redukcji?
3. Doświadczenie chemiczne „Badanie wpływu pH na przebieg reakcji utleniania-redukcji”.

Szkło i sprzęt laboratoryjny, odczynniki chemiczne do przeprowadzenia eksperymentu oraz instrukcja wykonania opisane w poleceniu 1, zawartym w e-materiale w sekcji „Przeczytaj”.

4. Karty charakterystyk substancji chemicznych.
5. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 65.43 KB w języku polskim