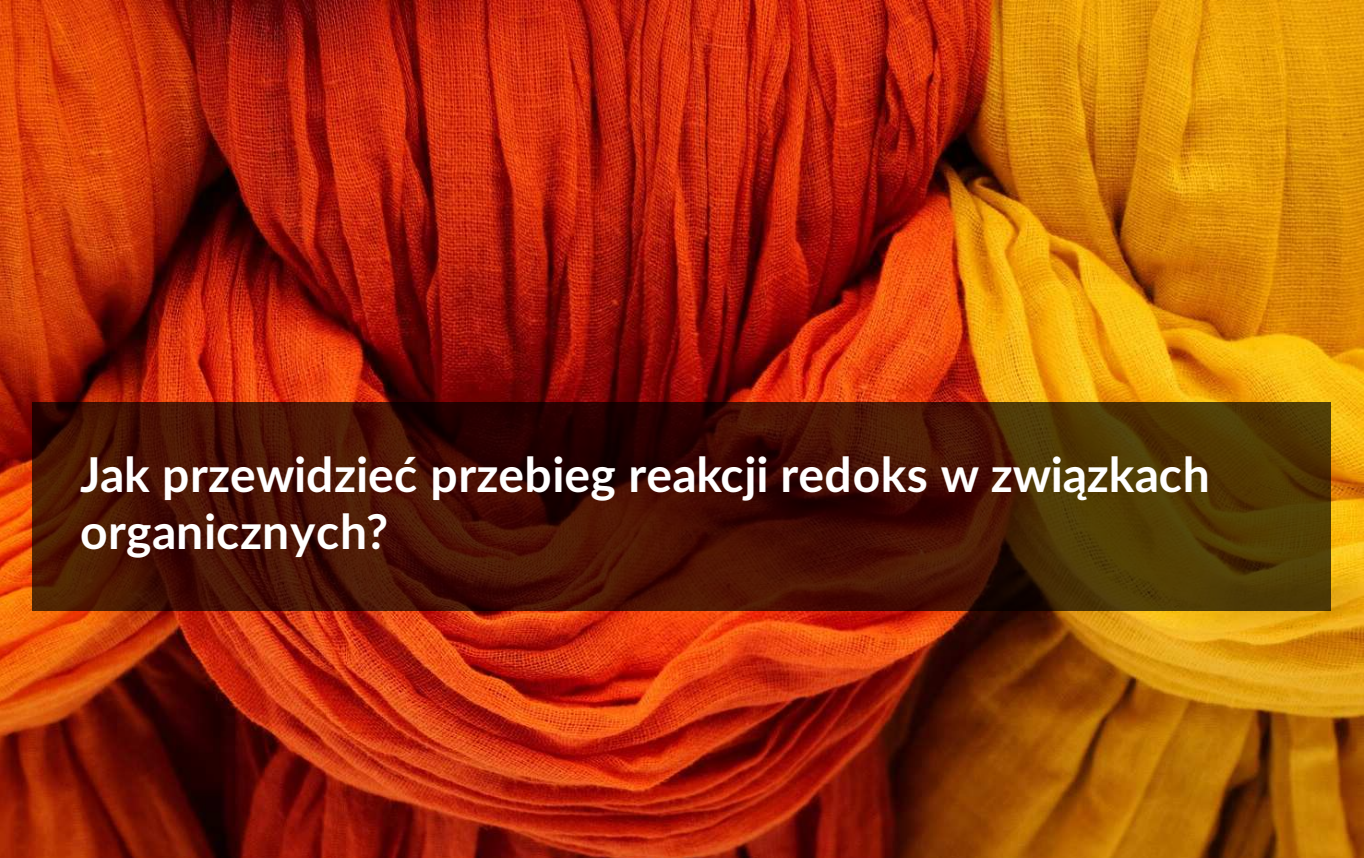




Jak przewidzieć przebieg reakcji redoks w związkach organicznych?

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



Jak przewidzieć przebieg reakcji redoks w związkach organicznych?

Dichromian(VI) potasu ($K_2Cr_2O_7$) ma barwę pomarańczową. Związek ten jest powszechnie stosowany do produkcji barwników.

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

Czy wiesz, że reakcje redoks z udziałem cząsteczek organicznych były dawniej wykorzystywane w podręcznych alkomatach? Czy wiesz, do jakiego związku był utleniany alkohol etylowy, skoro jako utleniacz stosowano **dichromian(VI) potasu**? Jak przewidzieć przebieg tej reakcji, jeśli jest to reakcja typu redoks? Jeśli na te pytania odpowiedź była przecząca, koniecznie zapoznaj się z tą lekcją.

Twoje cele

- Zastosujesz reguły obliczania stopni utlenienia atomów w cząsteczkach związków organicznych do zbilansowania reakcji redoks.
- Wymienisz typowe utleniacze i reduktory stosowane w chemii organicznej.
- Przewidzisz przebieg reakcji redoks.

Utlenianie i redukcja zawsze „idą” ze sobą w parze

Już wiesz

Z pewnością znane są Ci pojęcia utleniania i redukcji. Wiesz już zatem, że reakcja utleniania nigdy nie zachodzi bez udziału reakcji redukcji i odwrotnie. Należy przy tym pamiętać, że reakcje te zachodzą „w parze”. Zatem jeżeli jedno indywiduum chemiczne jest utleniane, to drugie musi zostać zredukowane. Stąd ów termin – reakcja redoks.

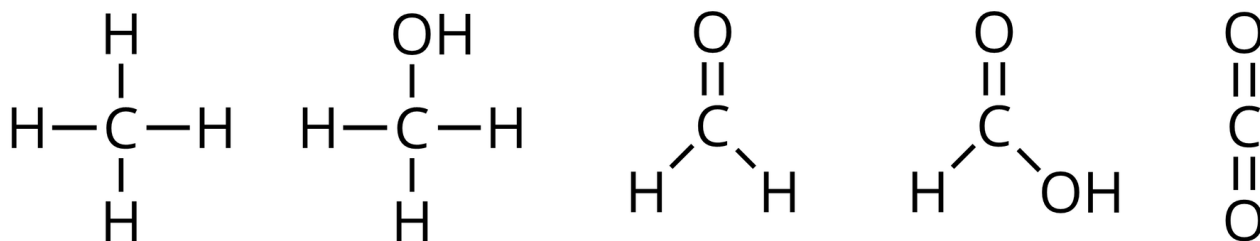
Jak zatem przebiega reakcja typu redoks z udziałem cząsteczek organicznych?

Często zadawanym pytaniem, gdy rozpoczynamy przygodę z **reakcjami redoks** w chemii organicznej, jest: dlaczego proces, w którym atom pozyskuje elektrony, nazywa się redukcją? Przypominając sobie pojęcie **stopnia utlenienia**, zauważymy, że „**redukcja**” oznacza „**dodawanie elektronów**”, a „**utlenianie**” oznacza „**usuwanie elektronów**”. Jeżeli przeanalizujemy stopnie utlenienia atomów w cząsteczkach organicznych, a najczęściej są to stopnie utlenienia atomów węgla, to można przewidzieć, czy mamy do czynienia z utlenianiem, czy redukcją.

Ważne!

Gdy stopień utlenienia staje się bardziej ujemny, to jest to reakcja redukcji (atom pobiera elektrony). Jeżeli jednak stopień utlenienia staje się bardziej dodatni, jest to reakcja utleniania (atom traci elektrony).

Gdy mówimy o **reakcjach redoks** w chemii organicznej, mamy do czynienia z zestawem bardzo rozpoznawalnych przekształceń grup funkcyjnych. Spójrzmy na przykłady zamieszczone poniżej, zwracając uwagę na zmianę stopnia utlenienia atomu węgla. Porównując liczbę wiązań typu węgiel-wodór, możemy uporządkować znane grupy funkcyjne wg zmian stopnia utlenienia.



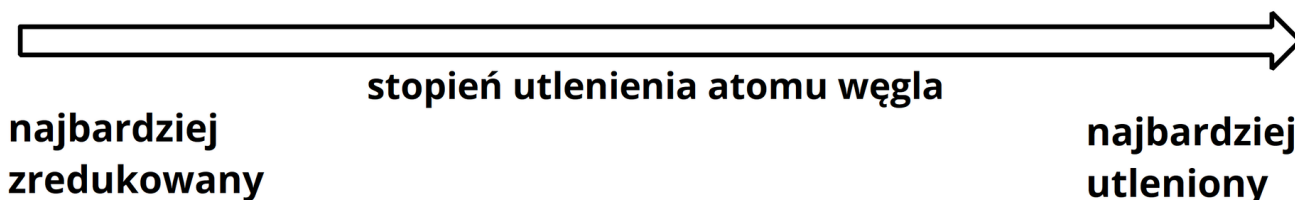
-IV

-II

0

II

IV



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

Z powyższego rysunku wynika, że najbardziej zredukowanym atomem węgla jest ten w cząsteczce metanu o wzorze CH_4 . Jeżeli zaczniemy przesuwając się od strony lewej do prawej, to zauważymy, że stopień utlenienia atomu węgla wzrasta.

Typowe utleniacze i reduktory

Poniżej przedstawiono przykłady najbardziej popularnych **utleniaczy** i **reduktorów**, używanych w reakcjach redoks z udziałem związków organicznych.

utleniacze	reduktory
- dichromian(VI) potasu lub sodu $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	- wodór H_2
	- tetrahydroglinian litu LiAlH_4
- manganian(VII) potasu KMnO_4	- borowodorek sodu NaBH_4
- ozon O_3	
- tlenek chromu(VI) CrO_3	
- chlor Cl_2	

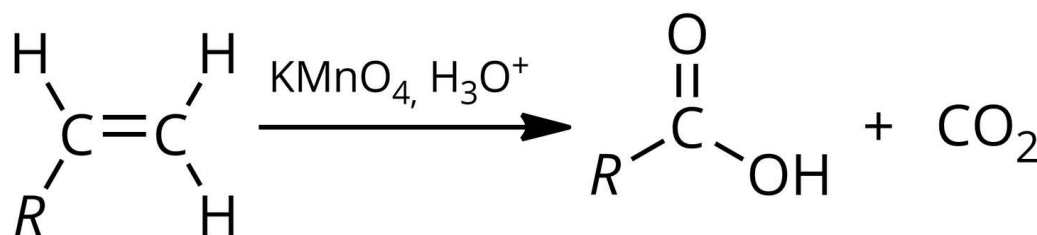
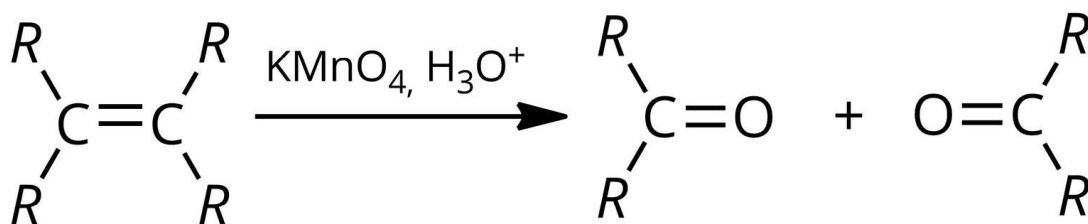
Utleniacze będą stosowane wtedy, gdy będziemy chcieli podwyższyć stopień utlenienia atomu węgla w związku organicznym. Natomiast reduktory, gdy zajdzie konieczność obniżenia stopnia utlenienia atomu węgla.

Manganian(VII) potasu

1. Utlenianie alkenów

Manganian(VII) potasu może utleniać alkeny:

- w środowisku kwasowym dochodzi do całkowitego rozerwania wiązania C = C z wytworzeniem dwóch produktów, których budowa zależy od budowy wyjściowego alkenu:

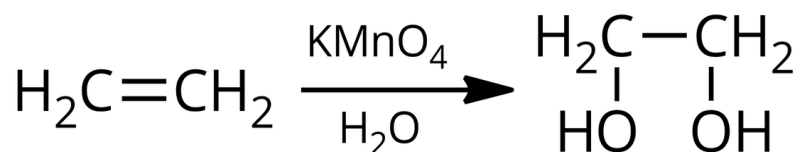


Utlenianie alkenów za pomocą $KMnO_4$ w środowisku kwasowym

R – podstawniki węglowodorowe, alifatyczne

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

- w środowisku obojętnym pęka tylko jedno z dwóch wiązań pomiędzy atomami węgla, pierwotnie związanymi wiązaniem podwójnym – powstają **diole**, czyli alkohole posiadające dwie grupy – OH:



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

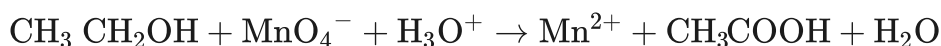
W odpowiednich warunkach diole mogą ulegać dalszemu utlenieniu.

2. Utlenianie alkoholi

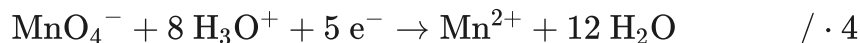
Alkohole w obecności zakwaszonego roztworu manganianu(VII) potasu mogą ulegać utlenieniu do kwasów karboksylowych:

Przykład 1

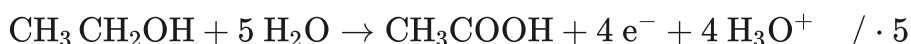
Utlenianie etanolu przy pomocy KMnO_4 w środowisku kwasowym.



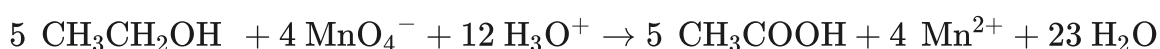
reakcja redukcji:



reakcja utlenienia:

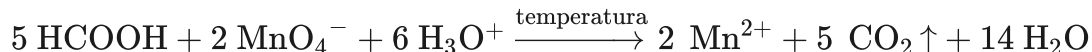


Zbilansowane równanie reakcji:

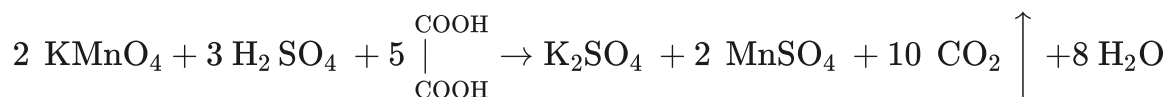


3. Utlenianie kwasów karboksylowych

Kwasy karboksylowe generalnie nie ulegają utlenieniu. Wyjątkiem jest kwas mrówkowy oraz kwas szczawiowy. Kwas mrówkowy posiada atom węgla na formalnym II stopniu utlenienia, co różni go od pozostałych kwasów karboksylowych, w których formalny stopień karboksylowego atomu węgla wynosi III. Sprawia to, że kwas mrówkowy może utleniać się do tlenku węgla(IV).



Utlenienie kwasu szczawiowego (etanodiowego) jest możliwe ze względu na jego specyficzną budowę – bezpośrednie połączeń dwóch grup karboksylowych.



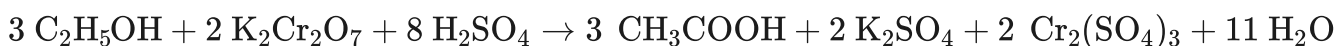
Jony dichromianowe(VI)

Jony dichromianowe(VI) utleniają alkohole do aldehydów, ketonów lub kwasów karboksylowych.

Działanie $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ na alkohole (w środowisku H_3O^+)

Przykład 2

Utlenianie etanolu przy pomocy $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ w środowisku kwasowym.

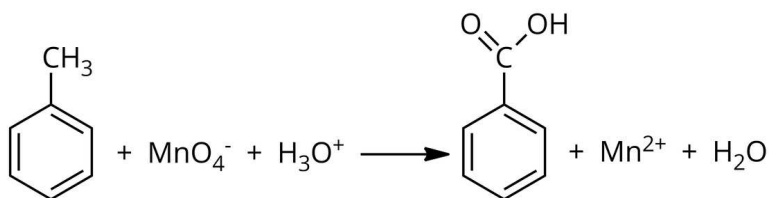


Bilansowanie równań reakcji redoks z udziałem cząsteczek organicznych

W przypadku reakcji redoks z udziałem cząsteczek organicznych, ich zbilansowanie sprowadza się do narysowania wzorów strukturalnych cząsteczek oraz wyznaczenia stopni utlenienia atomów. Dalsza część analizy reakcji redoks jest taka sama, jak w przypadku substratów nieorganicznych.

Przykład 3

Ustal współczynniki stechiometryczne w poniższym równaniu reakcji. Zastosuj bilans jonowo-elektronowy.



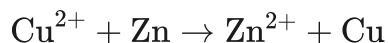
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Rozwiązanie:

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

Przewidywanie przebiegu reakcji redoks

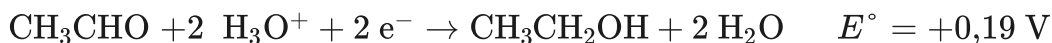
Poznaliśmy przykłady reakcji redoks, zachodzących z udziałem reagentów organicznych. Zastanówmy się teraz, dlaczego jon manganianowy(VII) może w środowisku kwasowym utleniać etanol do aldehydu octowego albo nawet do kwasu octowego. Zanim to zrobimy, przypomnijmy sobie, jakie reguły rządziły reakcjami redoks zachodzącymi z udziałem metali. Przeanalizujemy następującą reakcję:



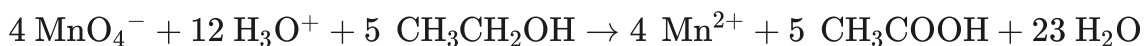
Reakcja ta zachodzi, ponieważ metal aktywniejszy utlenia się kosztem metalu mniej aktywnego. Biorąc pod uwagę potencjały elektrochemiczne, zauważymy, że:



Aktywniejszy metal – Zn – wykazuje bardziej ujemny (a więc niższy) potencjał, a metal mniej aktywny – Cu – wykazuje potencjał bardziej dodatni (zatem wyższy). Popatrzmy teraz na potencjały trzech nieco bardziej skomplikowanych procesów redukcji:



Potencjały te należy rozumieć podobnie jak potencjały zawarte w szeregu elektrochemicznym metali. Jak można zauważyć, najwyższy potencjał wykazuje proces redukcji jonu MnO_4^- . Dlatego jon ten może powodować utlenienie etanolu zarówno do aldehydu octowego, jak i do kwasu octowego.



W podobny sposób można analizować i przewidywać zajście innych procesów, nie tylko z odczynnikami organicznymi.

Słownik

stopień utlenienia

ładunek, jaki zgromadziłby się na atomie danego pierwiastka wchodzącego w skład związku chemicznego, przy założeniu, że wszystkie wiązania chemiczne w związku mają charakter wiązań jonowych

reakcja redukcji

(redukcja; łac. *reductio* „cofnięcie”, „odzyskanie”) proces polegający na przyjmowaniu elektronu (elektronów) przez jon, atom lub grupę atomów, w wyniku czego obniża się stopień utlenienia pierwiastka oddającego elektrony

reakcja utleniania

(utlenianie, oksydacja; fr. *oxygène* dosłownie „kwasoród”, „tlen”) oksydacja, proces polegający na oddaniu elektronu (elektronów) przez jon, atom lub grupę atomów, w wyniku czego podwyższa się stopień utlenienia pierwiastka oddającego elektrony

reduktor

(łac. *reductio* „cofnięcie”, „odzyskanie”) atom, jon lub cząsteczka, które w reakcji redoks są donorem elektronu (elektronów)

utleniacz

(fr. *oxygène*, dosłownie „kwasoród”, „tlen”) atom, jon lub cząsteczka, które w reakcji redoks są akceptorem elektronu (elektronów)

Bibliografia

Encyklopedia PWN

John McMurry, *Chemia organiczna*, cz. 2, Warszawa 2010.

Jurowski K., Jurowska A., Krzeczowska M., *Stopień utlenienia atomów (C, N, O, S i P) w związkach organicznych oraz reakcje utlenienia-redukcji w chemii organicznej i biochemii*, Kraków 2015.

Krzeczowska M., Loch J., Mizera A., *Chemia Repetytorium. Liceum – poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa – Bielsko-Biała 2010.

Litwin M., Styka – Wlazło Sz., Szymońska J., *To jest chemia 2. Chemia organiczna. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum*. Zakres rozszerzony, Warszawa 2016.

Master Organic Chemistry; <https://www.masterorganicchemistry.com> (dostęp: 20.08.2020).

Grafika interaktywna

Doświadczenie

Polecenie 1

Zaprojektuj doświadczenie chemiczne w celu zbadania aktywności chemicznej alkoholi z dichromianem(VI) potasu. Na podstawie problemu badawczego, postaw hipotezę. Opisz przewidywane obserwacje, napisz równania reakcji zachodzących w probówkach i wysuń wnioski. Odpowiedzi porównaj z odpowiedziami zamieszczonymi pod doświadczeniem. Następnie wykonaj ćwiczenie nr 1 i 2.

Uwaga!

W środowisku kwasowym alkohole utleniają się w reakcji z silnym utleniaczem, jak podano poniżej:

- I-rzędowe do aldehydów lub kwasów karboksylowych;
- II-rzędowe do ketonów;
- III-rzędowe nie ulegają reakcji chemicznej.

Problem badawczy:

Czy wszystkie alkohole utleniają się w reakcji z chromianem(VI) potasu?

Hipoteza:

Sprzęt i odczynniki laboratoryjne:

- 5% roztwór dichromianu(VI) potasu (roztwór $K_2Cr_2O_7$);
- $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ roztwór kwasu siarkowego(VI) (roztwór H_2SO_4);
- propan-1-ol;
- propan-2-ol;
- 2-metylopropan-2-ol;
- stojak na probówki;
- trzy probówki;
- trzy korki do probówek;
- trzy zlewki;
- ciepła woda (może być przegotowana w czajniku).

Instrukcja przeprowadzenia doświadczenia

Uszereguj czynności w odpowiedniej kolejności, dzięki czemu otrzymasz instrukcje wykonywania doświadczenia.

Probówki zamykamy korkiem i wstrząsamy przez kilka sekund.



Do każdej z probówek, zawierającej odpowiedni alkohol, dodajemy 1 cm^3 roztworu chromianu(VI) potasu i 1 cm^3 roztworu kwasu siarkowego(VI) o stężeniu $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.



Obserwujemy zmiany kolorów (jeżeli są) i zapisujemy je w obserwacjach.



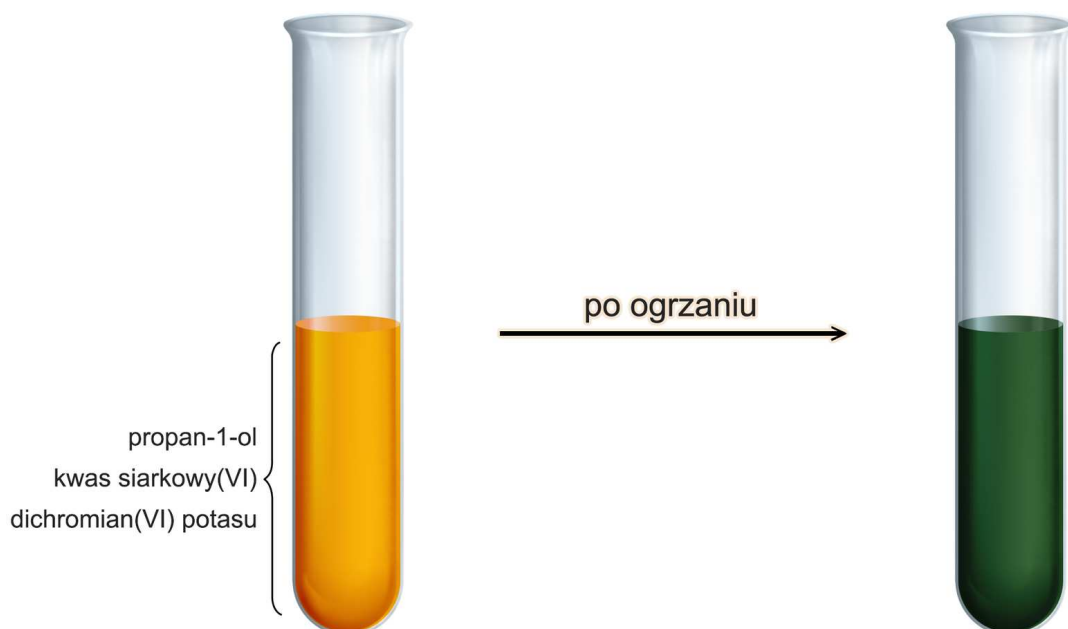
Do każdej z trzech oznakowanych probówek wlewamy po 1 cm^3 odpowiedniego alkoholu: propan-1-ol (1), propan-2-ol (2), 2-metylopropan-2-ol (3).



Korek z probówek usuwamy i umieszczamy je w zlewkach z ciepłą wodą.



Grafika

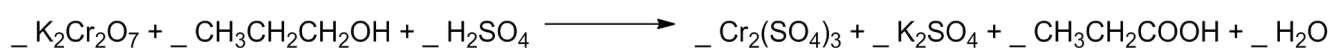


Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Obserwacje w probówce nr 1

Równanie reakcji chemicznej do probówki nr 1

Uwaga: W przypadku utleniania alkoholu pierwszorzędowego za pomocą dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasowym, produktem reakcji może być również aldehyd.

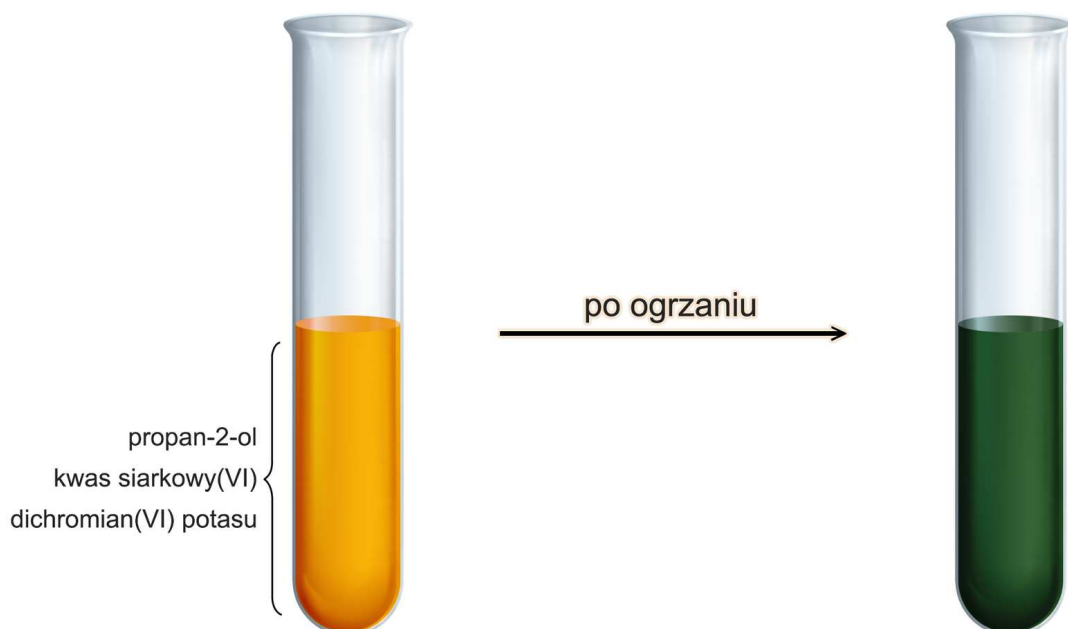


Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Dokonaj bilansu elektronowego reakcji zachodzącej w probówce nr 1, odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

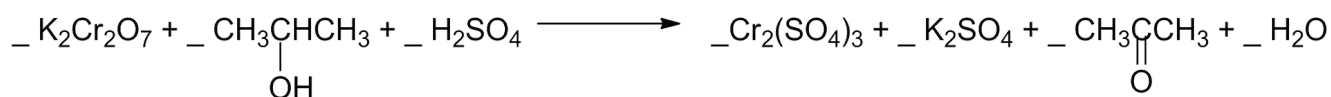
Grafika



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

Obserwacje w probówce nr 2

Równanie reakcji chemicznej do probówki nr 2:

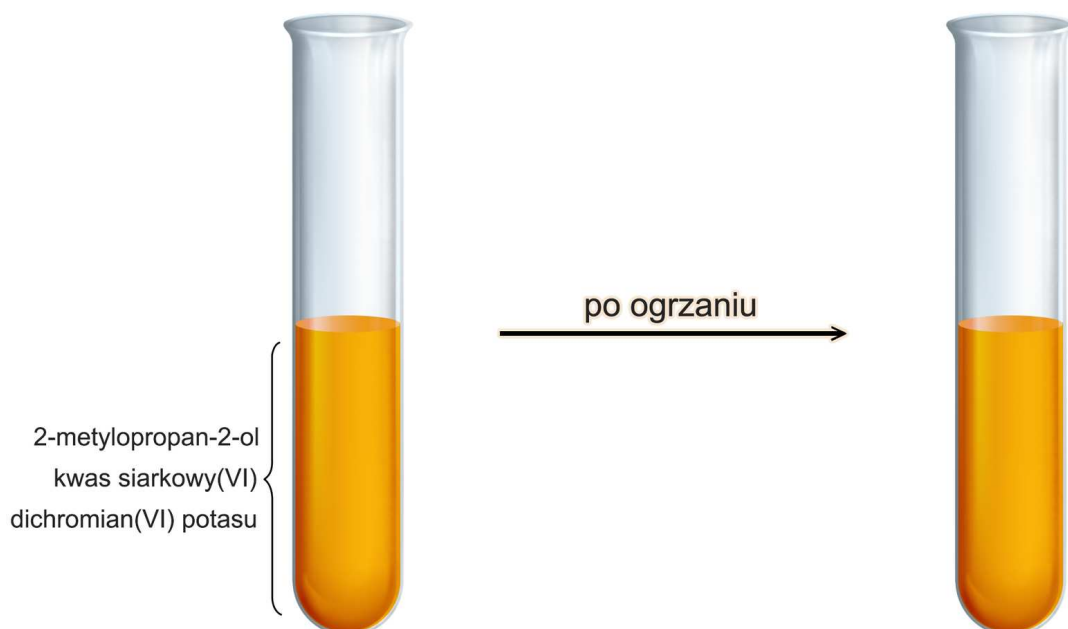


Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Dokonaj bilansu elektronowego reakcji zachodzącej w probówce nr 2, odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Grafika



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

Obserwacje w probówce nr 3

Wnioski

Polecenie 2

Czy reakcje spalania są reakcjami redoks? Jaki stopień utlenienia posiada atom węgla w metanie, a jaki w benzenie? Zapoznaj się z grafiką interaktywną na temat reakcji spalania metanu i benzenu, a następnie wykonaj ćwiczenie nr 3.

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

Ćwiczenie 1

Który z wymienionych alkoholi nie ulegnie reakcji utleniania za pomocą dichromianu(VI) potasu? Zaznacz poprawną odpowiedź.

☐ 2-metylopentan-1-ol

☐ 2-metylopentan-3-ol

☐ etanol

☐ 2-metylopentan-2-ol

Ćwiczenie 2

Uzupełnij poniższy tekst poprawnymi sformułowaniami.

W reakcjach pomiędzy dichromianem(VI) potasu a alkoholami, dichromian(VI) potasu ulega , czyli jest . Atom chromu w dichromianie(VI) potasu ze stopnia utlenienia na . Natomiast odpowiedni alkohol ulega , czyli jest . W cząsteczce alkoholu swój stopień utlenienia zmienia atom węgla, do którego podłączona jest .

reduktorem

+VI

redukcji

+III

grupa hydroksylowa

redukuje się

utleniaczem

utlenianiu

Ćwiczenie 3

Napisz równanie reakcji spalania całkowitego etanu i dokonaj jej bilansu elektronowego.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wśród poniższych indywiduów chemicznych wskaż typowe utleniacze:

☐ H_2O

☐ Cl_2

☐ MnO_4^-

☐ H_2^+

Ćwiczenie 2

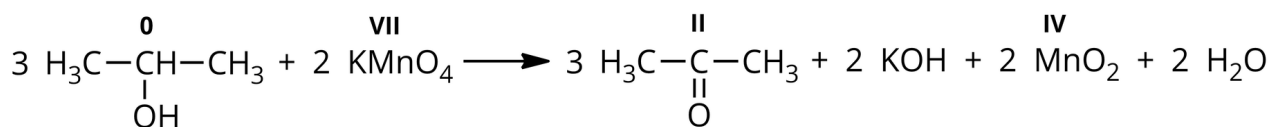


Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 3



Spójrz na poniższe równanie reakcji i zaznacz zdania prawdziwe.



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

☐ Roztwór KMnO_4 odbarwia się w wyniku reakcji.

☐ Atom węgla związany z grupą hydroksylową pobiera elektrony.

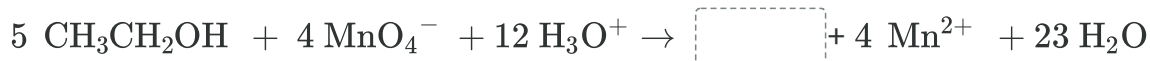
☐ KMnO_4 jest reduktorem w tej reakcji.

☐ Propan-2-ol utlenia się.

Ćwiczenie 4



Określ, jaka cząsteczka powstanie w reakcji etanolu z manganianem(VII) potasu w środowisku kwasowym. Wstaw ją w równanie. Zwróć uwagę na współczynniki reakcji chemicznej.



5 CO₂

5 CH₄

5 CH₃CHO

5 CH₃COOH

Ćwiczenie 5



W poniższym równaniu reakcji zaznacz utleniacz i reduktor. Wskaż strzałkę, która symbolizuje proces utlenienia i strzałkę, która symbolizuje proces redukcji.

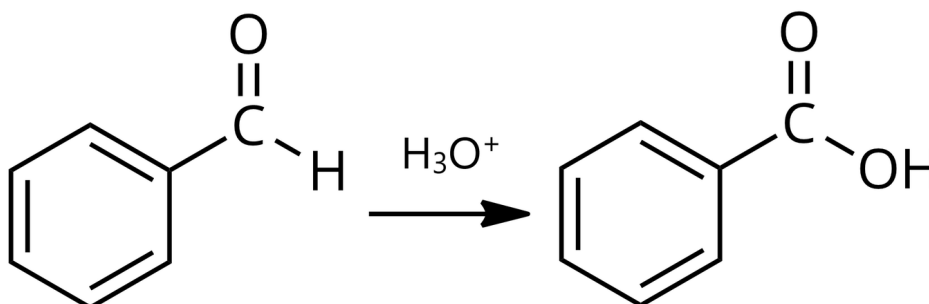
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 6



Jakie środowisko należy zastosować, aby przeprowadzić następującą przemianę? Wybierz jeden z reagentów wymienionych poniżej. Odpowiedź uzasadnij.

K₂Cr₂O₇, NaBH₄, H₂, KCl, C₂H₅OH, H₂O



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

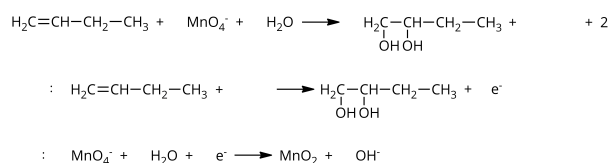
Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Uzupełnij bilans reakcji redoks. Przeciagnij w puste pola odpowiednie wyrażenia.



3

2

4

3

2

utlenianie

redukcja

2

2

2

3

4

MnO₂

OH⁻

OH⁻

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

Ćwiczenie 8



Ułóż równanie reakcji redoks, w wyniku której alkohol benzylowy (fenylometanol) zostanie utleniony do kwasu benzoowego (kwasu benzenokarboksylowego). Jako utleniacz zastosuj K₂Cr₂O₇ w środowisku kwasowym. Równanie zbilansuj metodą bilansu jonowo-elektronowego.

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: Agata Jarszak-Tyl, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jak przewidzieć przebieg reakcji redoks w związkach organicznych?

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

VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Uczeń:

5) przewiduje przebieg reakcji utleniania-redukcji związków organicznych.

Zakres rozszerzony

VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Uczeń:

7) przewiduje przebieg reakcji utleniania-redukcji związków organicznych.

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:

- stosuje reguły obliczania stopni utlenienia atomów w cząsteczkach związków organicznych do zbilansowania reakcji redoks;
- wymienia typowe utleniacze i reduktory stosowane w chemii organicznej;
- przewiduje przebieg reakcji redoks.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- film samouczek;
- róża wiatrów.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje informacje zawarte we wprowadzeniu do e-materiału.
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie: „Co to jest stopień utleniania i jakie są typowe stopnie utlenienia atomu węgla w związkach organicznych”?
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. Uczniowie zapoznają się z treściami zawartymi w e-materiale w części „przeczytaj” dotyczącymi przewidywania przebiegu reakcji redoks. Po zapoznaniu się z materiałem następuje powrót do fazy wstępnej lekcji i weryfikacja odpowiedzi uczniów. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej grafikę z części „przeczytaj”, na której przedstawiony jest przebieg zmian stopni utlenienia atomów węgla w związkach organicznych, omówienie.
2. Nauczyciel poleca uczniom pracę w parach. Uczniowie zapoznają się z grafiką interaktywną, a następnie wykonują zawarte ćwiczenia w medium.

3. Nauczyciel przedstawia na tablicy przykład 1 z części „przeczytaj”. Następnie chętni lub wskazani uczniowie podchodzą do tablicy i krok po kroku analizują z nauczycielem równanie. Na zakończenie nauczyciel przedstawia poprawne rozwiązanie.
4. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują zadania 5-8. 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.
5. Prowadzący zajęcia 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. Róża wiatrów (patrz materiały pomocnicze). Nauczyciel poprzez zastosowanie tego narzędzia może dokonać ewaluacji zajęć, umieszczając nazwy elementu podlegającego ocenie, np. atmosfera zajęć, przydatność materiałów, stopień zaangażowania uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, stopień trudności materiału, atrakcyjność lekcji i etc. Przygotowaną „różę” nauczyciel rozdaje uczniom i prosi o zaznaczenie na każdej osi punktu odpowiadającego ocenie. Następnie punkty na sąsiednich osiach uczniowie łączą ze sobą i w ten sposób każdy z uczniów otrzymuje swoją „różę”, którą wręcza prowadzącemu. Nauczyciel może odnieść się do tego ogólnie na podsumowanie, po wcześniej analizie.

Praca domowa:

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

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Uczniowie mogą medium wykorzystać podczas przygotowywania się do lekcji lub pracy kontrolnej, a uczniowie nieobecni na lekcji do uzupełnienia luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje do ewaluacji lekcji różę wiatrów. Róża wiatrów jest jedną z graficznych metod pozwalających ocenić jednocześnie wiele elementów zajęć. W przypadku ewaluacji zajęć, na osiach w miejsce kierunku umieścić się nazwę

elementu podlegającego ocenie (atmosfera zajęć, przydatność materiałów, stopień zaangażowania uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, stopień trudności materiału, atrakcyjność lekcji). Liczba osi jest dowolna i może być rozbudowywana w zależności od potrzeb. Linie osi podziel na odcinki i przypisz im odpowiednie wartości – od 1 do 10 lub skalę ocen 1-6. Tak przygotowaną „różę” rozdaj uczestnikom i poproś o zaznaczenie na każdej osi punktu odpowiadającego ocenie. Następnie punkty na sąsiednich osiach uczniowie łączą ze sobą i w ten sposób każdy z uczniów otrzymuje swoją „różę”, którą wręcza prowadzącemu.

2. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Czym jest stopień utlenienia?
- Jak obliczyć stopień utlenienia atomu węgla w cząsteczce aniliny?