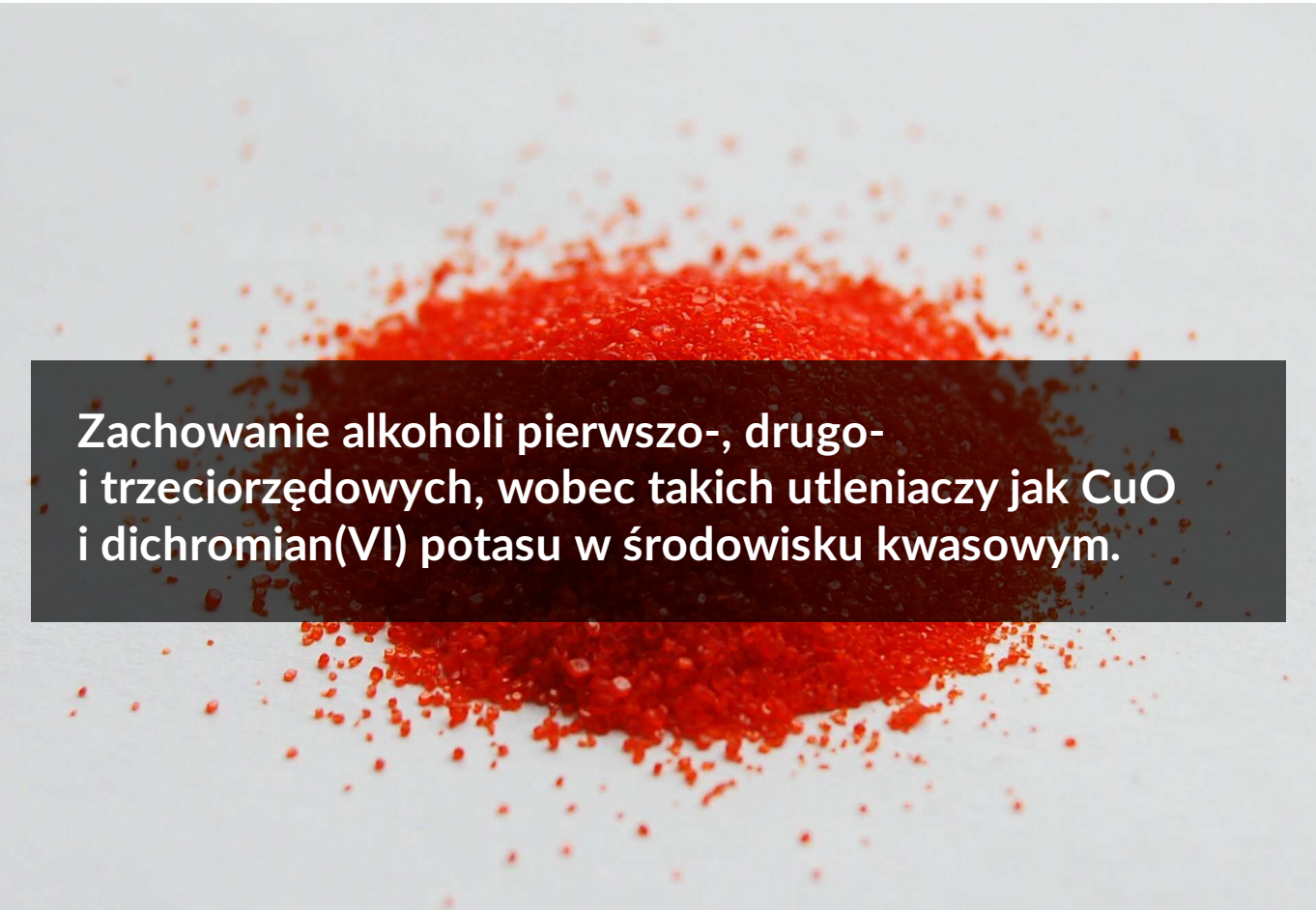




Zachowanie alkoholi pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowych, wobec takich utleniaczy jak CuO i dichromian(VI) potasu w środowisku kwasowym.

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



Zachowanie alkoholi pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowych, wobec takich utleniaczy jak CuO i dichromian(VI) potasu w środowisku kwasowym.

Źródło: dostępny w internecie: en.wikipedia.org, domena publiczna.

Ilość czynników utleniających, które mamy do dyspozycji, jest bardzo duża. Jeśli do alkoholu pierwszorzędowego dodamy łagodnego utleniacza, otrzymamy aldehyd. Jeśli użyjemy silnego utleniacza – otrzymamy kwas karboksylowy. Z kolei w przypadku użycia alkoholu drugorzędowego nie otrzymamy ani aldehydu, ani kwasu karboksylowego. Jakiego więc uzyskamy produkty? Aby odpowiedzieć na to pytanie, zapoznaj się z tym materiałem.

Twoje cele

- Zbadasz zachowanie alkoholi pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowych wobec tlenku miedzi(II) i ogrzewania.
- Zbadasz zachowanie alkoholi pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowych wobec dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI).

Przeczytaj

Alkohole to związki organiczne, podatne na działanie czynników utleniających, które mogą utlenić się do:

- związków karbonylowych (aldehydów lub ketonów) pod wpływem słabych utleniaczy – tlenku miedzi(II) w podwyższonej temperaturze;
- kwasów karboksylowych pod wpływem silnych utleniaczy – dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI).

Utlenianie alkoholi pod wpływem tlenku miedzi(II) i ogrzewania

Alkohole pierwszorzędowe

Alkohole pierwszorzędowe (alkohole, w których grupa hydroksylowa przyłączona jest do atomu węgla, połączonego z jednym atomem węgla) utleniają się za pomocą tlenku miedzi(II) w podwyższonej temperaturze do [aldehydów](#) $R-CHO$, zgodnie ze schematem:



Schemat utleniania alkoholi pierwszorzędowych przy udziale tlenku miedzi(II)

R – grupa alkilowa/pierścień węglowy, pierścień aromatyczny

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

Przykładowo, utlenianie etanolu za pomocą tlenku miedzi(II) prowadzi do otrzymania acetaldehydu:



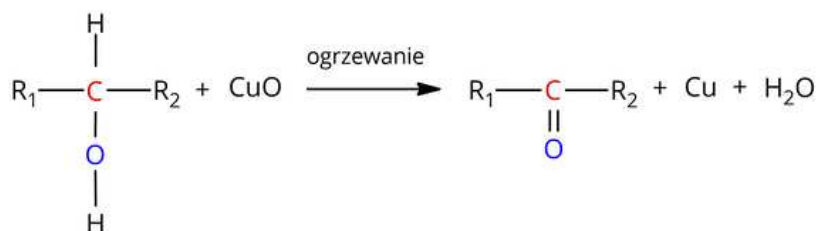
Utlenianie etanolu za pomocą tlenku miedzi(II)

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

W powyższej reakcji nastąpiło utlenienie atomu węgla w ugrupowaniu —CH₂OH (stopień utlenienia: —I) do atomu węgla w grupie aldehydowej —CHO (stopień utlenienia: I) oraz redukcja atomów miedzi z II na 0 stopień utlenienia.

Alkohole drugorzędowe

Alkohole drugorzędowe (alkohole, w których grupa hydroksylowa przyłączona jest do atomu węgla, związanego z dwoma atomami węgla) utleniają się za pomocą tlenku miedzi(II) w podwyższonej temperaturze do [ketonów](#) R₁—C(O)—R₂, zgodnie ze schematem:



Schemat utleniania alkoholi drugorzędowych przy udziale tlenku miedzi(II)

R₁, R₂ – grupa alkilowa/pierścień węglowy/pierścień aromatyczny (mogą być tymi samymi grupami lub różnymi)

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

Przykładowo utlenianie butan-2-olu za pomocą tlenku miedzi(II) prowadzi do otrzymania butan-2-onu:



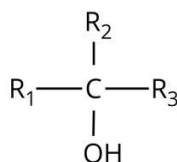
Utlenianie butan-2-olu za pomocą tlenku miedzi(II)

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

W powyższej reakcji nastąpiło utlenienie atomu węgla połączonego z grupą hydroksylową (stopień utlenienia: 0) do atomu węgla w grupie karbonylowej butan-2-onu (stopień utlenienia: II) oraz redukcja atomów miedzi z II na 0 stopień utlenienia.

Alkohole trzeciorzędowe

Alkohole trzeciorzędowe nie ulegają utlenianiu za pomocą tlenku miedzi(II) w podwyższonej temperaturze, ponieważ obecność trzech grup węglowych, przyłączonych do atomu węgla związanego z grupą hydroksylową, uniemożliwia przekształcenie grupy hydroksylowej w grupę karbonylową bez zrywania wiązań węgiel-węgiel (atom węgla nie może być pięciowiązalny).



Schemat budowy alkoholi trzeciorzędowych

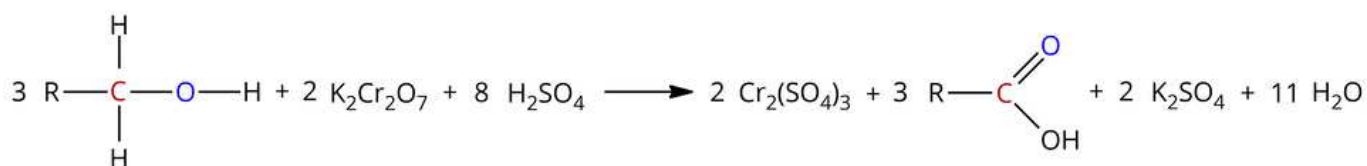
R₁, R₂ R₃ – grupa alkilowa/pierścień węglowy/pierścień aromatyczny (mogą być tymi samymi grupami lub różnymi)

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

Utlenianie alkoholi pod wpływem dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI)

Alkohole pierwszorzędowe

Alkohole pierwszorzędowe (alkohole, w których grupa hydroksylowa przyłączona jest do atomu węgla, związanego z jednym atomem węgla) utleniają się za pomocą dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI) do [kwasów karboksylowych](#) R—COOH, zgodnie ze schematem:

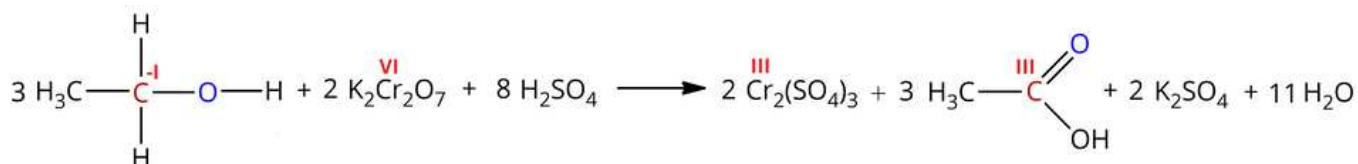


Schemat utleniania alkoholi pierwszorzędowych przy udziale dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI)

R – grupa alkilowa/pierścień węglowy, pierścień aromatyczny

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

Przykładowo, utlenianie etanolu za pomocą dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI) prowadzi do otrzymania kwasu octowego:



Utlenianie etanolu przy udziale dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI)

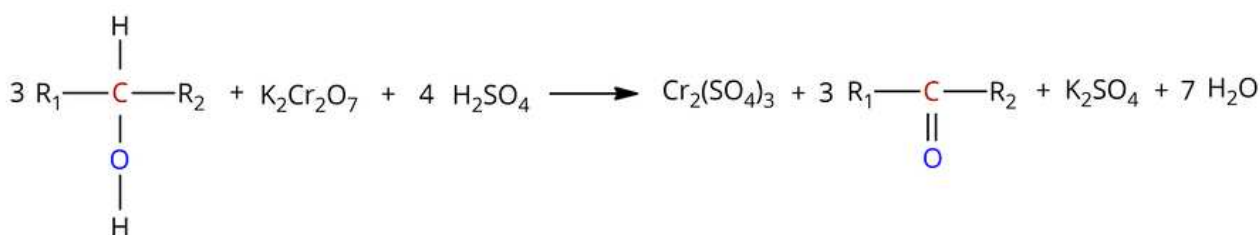
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

W powyższej reakcji nastąpiło utlenienie atomu węgla w ugrupowaniu —CH₂OH (stopień utlenienia: —I) do atomu węgla w grupie karboksylowej —COOH (stopień utlenienia: III) oraz redukcja atomów chromu z VI na III stopień utlenienia.

Obserwując przebieg reakcji, widzimy zmianę zabarwienia roztworu z pomarańczowego (dichromianu(VI) potasu) na zielony (siarczan(VI) chromu(III)).

Alkohole drugorzędowe

Alkohole drugorzędowe (alkohole, w których grupa hydroksylowa przyłączona jest do atomu węgla, związanego z dwoma atomami węgla) utleniają się za pomocą dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI) do [ketonów](#) $R_1-C(O)-R_2$, zgodnie ze schematem:

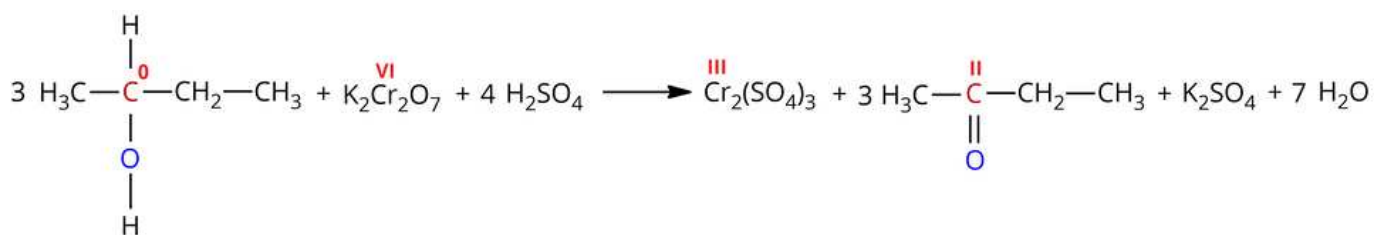


Schemat utleniania alkoholi drugorzędowych przy udziale dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI)

R_1 , R_2 - grupa alkilowa/pierścień węglowy/pierścień aromatyczny (mogą być tymi samymi grupami lub różnymi)

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

Przykładowo, utlenianie butan-2-olu za pomocą dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI) prowadzi do otrzymania butan-2-onu:



Utlenianie butan-2-olu przy udziale dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI)

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

W powyższej reakcji nastąpiło utlenienie atomu węgla, połączonego z grupą hydroksylową (stopień utlenienia: 0) do atomu węgla w grupie karbonylowej butan-2-onu (stopień utlenienia: II) oraz redukcja atomów chromu z VI na III stopień utlenienia.

Alkohole trzeciorzędowe

Alkohole trzeciorzędowe nie ulegają bezpośrednio utlenieniu, jednak w obecności kwasu szybko ulegają dehydratacji do alkenów, a te z kolei już mogą ulegać utlenianiu.

Słownik

utleniacz

czynnik utleniający, substancja powodująca utlenianie innych substancji

aldehyd

(łac. *alcohol dehydrogenatum* alkohol pozbawiony wodoru) związek organiczny, który zawiera grupę aldehydową (—CHO); powstaje przez utlenianie alkoholu pierwszorzędowego

keton

związek organiczny, który zawiera grupę karbonylową (—C(O)—), połączoną z dwoma takimi samymi lub różnymi grupami, powstający przez utlenianie alkoholu drugorzędowego

kwas karboksylowy

związek organiczny, zawierający grupę karboksylową (—COOH)

Bibliografia

Dudek-Różycki K., Płotek M., Wichur T., *Kompendium terminologii oraz nazewnictwa związków organicznych. Poradnik dla nauczycieli i uczniów*, Kraków 2020.

Litwin M., Styka-Wlaziło Sz., Szymońska J., *To jest chemia 2*, Warszawa 2016.

Morrison R. T., Boyd R. N., *Chemia organiczna*, t. 1, tłum. Wiesław Antkowiak i in.,
Warszawa 1985.

Wirtualne laboratorium – I

Laboratorium 1

Przeprowadź doświadczenie w laboratorium chemicznym. Rozwiąż problem badawczy i zweryfikuj hipotezę. W formularzu zapisz swoje obserwacje i wyniki, a następnie sformułuj wnioski.

Zachowanie alkoholi pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowych wobec takich utleniaczy jak dichromian(VI) potasu w środowisku kwasowym

Reakcja etanolu z dichromianem(VI) potasu w środowisku kwasowym




Reakcja propan-2-olu z dichromianem(VI) potasu w środowisku kwasowym

Reakcja 2-metylopropan-2-olu z dichromianem(VI) potasu w środowisku kwasowym

Szafa laboratoryjna

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

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zweryfikuj, które ze zdań są prawdziwe, a które fałszywe.

Zdanie	Prawda	Falsz
Alkohole pierwszorzędowe utleniają się do aldehydów pod wpływem tlenku miedzi(II) i ogrzewania.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alkohole drugorzędowe utleniają się do kwasów karboksylowych pod wpływem dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alkohole pierwszorzędowe i drugorzędowe utleniają się do kwasów karboksylowych pod wpływem dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alkohole trzeciorzędowe nie ulegają utlenieniu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alkohole pierwszorzędowe redukują się do kwasów karboksylowych pod wpływem dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alkohole drugorzędowe redukują się do ketonów pod wpływem dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 2



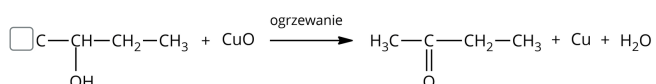
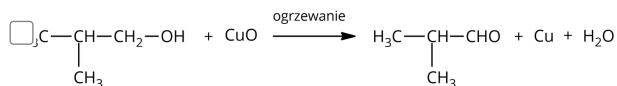
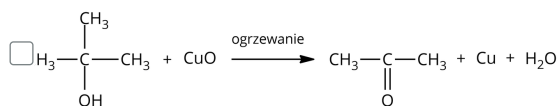
Uzupełnij słowny schemat zapisu reakcji, jakim ulegają alkohole, przeciągając nazwę grupy związków organicznych, do których należą produkty lub napis: „reakcja nie zachodzi”.

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

Ćwiczenie 3

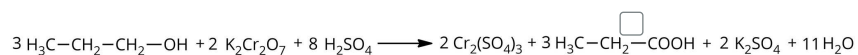
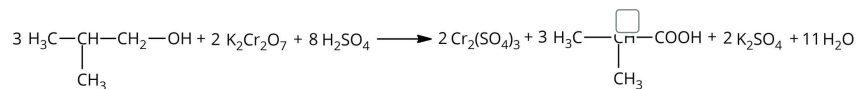
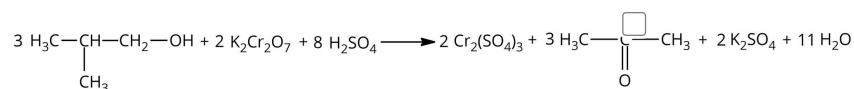
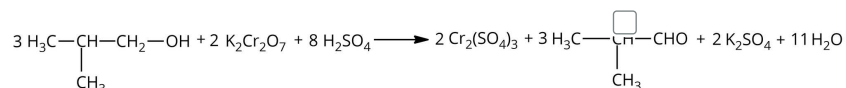


A. Zaznacz równanie reakcji utleniania 2-metylopropan-1-olu za pomocą tlenku miedzi(II) i ogrzewania.



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

B. Zaznacz równanie reakcji utleniania 2-metylopropan-1-olu dichromianem(VI) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI).

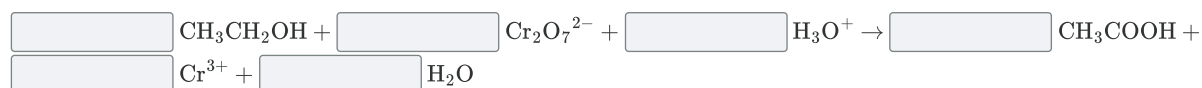


Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 4



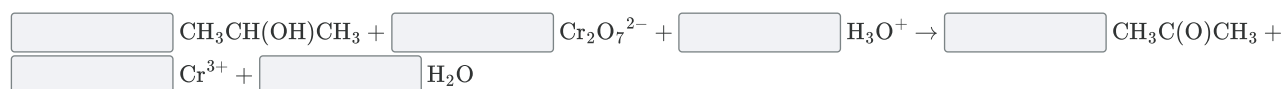
Dobierz współczynniki stechiometryczne metodą bilansu elektronowo-jonowego w poniżej zapisanym równaniu reakcji chemicznej:



Ćwiczenie 5



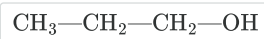
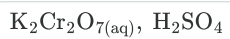
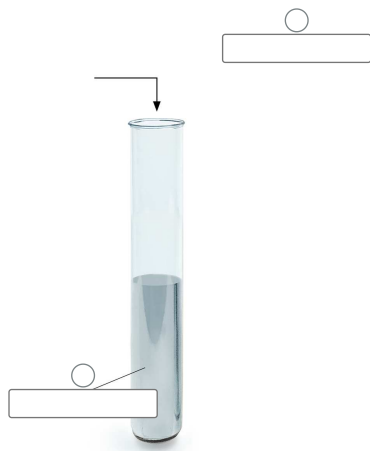
Dobierz współczynniki stechiometryczne metodą bilansu elektronowo-jonowego w poniżej zapisanym równaniu reakcji chemicznej. Zapisz liczbę lub pozostaw puste pole przy danym reagenecie.



Ćwiczenie 6



Zaprojektuj doświadczenie chemiczne, dzięki któremu dokonasz utlenienia propan-1-olu do kwasu propanowego. W tym celu wybierz odczynniki chemiczne spośród zapisanych poniżej, uzupełniając w ten sposób schemat doświadczenia, a następnie zaznacz prawidłowo zapisaną obserwację.



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

Zaznacz prawidłowe obserwacje.

Roztwór zmienił zabarwienie z zielonego na pomarańczowy.

Nastąpiło odbarwienie pomarańczowego roztworu.

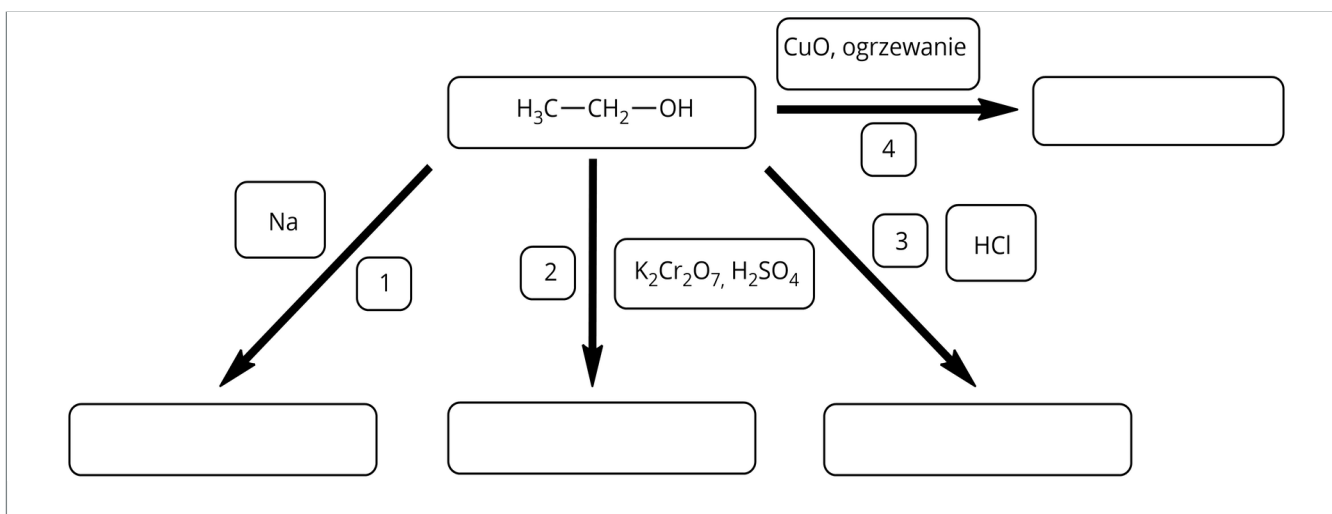
Nastąpiło odbarwienie zielonego roztworu.

Roztwór zmienił zabarwienie z pomarańczowego na zielony.

Ćwiczenie 7



Uzupełnij schemat reakcji chemicznych, wpisując wzory półstrukturalne produktów.



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

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Poniżej przedstawiono schemat przeprowadzonych doświadczeń chemicznych. Wpisz pod każdą probówką nazwę zalecaną uzyskanego produktu organicznego.

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

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: Amanda Gałkowska, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Zachowanie alkoholi pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowych wobec takich utleniaczy jak CuO i dichromian(VI) potasu w środowisku kwasowym.

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Uczeń:

5) opisuje zachowanie: alkoholi pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowych wobec utleniaczy (np. CuO lub $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$); projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego przebieg pozwoli odróżnić alkohol trzeciorzędowy od alkoholu pierwszo- i drugorzędowego; 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:

- bada zachowanie alkoholi pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowych wobec tlenku miedzi(II) i ogrzewania;
- bada zachowanie alkoholi pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowych wobec dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI);
- pisze odpowiednie równanie reakcji chemicznych.

Strategie nauczania:

- problemowa;
- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- eksperyment chemiczny;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- dyskusja dydaktyczna;
- wirtualne laboratorium;
- bateria;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca zbiorowa;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- 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 przedstawia uczniom wybrane wzory półstrukturalne trzech alkoholi o różnej rzędowości. Uczniowie określają ich rzędowość i odpowiadają na pytanie, czy ulegają reakcji utleniania. Jeśli tak, to przewidują, do jakich związków organicznych zostaną one utlenione.
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się udzielić odpowiedzi na pytanie: „Czy moc utleniacza (słaby/silny) wpływa na rodzaj produktu utleniania danego alkoholu, biorąc pod uwagę jego rzędowość?”
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Eksperyment chemiczny – „Utlenianie etanolu za pomocą łagodnego i silnego utleniacza” (wg instrukcji w materiałach pomocniczych). Nauczyciel dzieli losowo uczniów na dwie grupy zadaniowe:

- I grupa – utlenianie etanolu za pomocą łagodnego utleniacza;
- II grupa – utlenianie etanolu za pomocą silnego utleniacza. (Grup roboczych może być więcej). Rozdaje karty pracy. Uczniowie dobierają odpowiednie szkło i sprzęt laboratoryjny oraz odczynniki chemiczne ze stołu laboratoryjnego. Uczniowie samodzielnie formułują pytanie badawcze i hipotezę, rysują schemat doświadczenia; wykonują kolejno czynności podane w instrukcji (patrz materiały pomocnicze), obserwują zmiany podczas eksperymentu, zapisują równanie reakcji chemicznej, wyciągają wnioski (wszystko zapisują w kartach pracy). Następnie, na forum całej klasy, liderzy prezentują efekty pracy grupowej. Pozostali uczniowie i nauczyciel weryfikują pod względem merytorycznym zaprezentowane przez uczniów efekty pracy. Równania reakcji chemicznych uczniowie zapisują na tablicy celem sprawdzenia poprawności zapisu. Powrót do fazy wstępnej i porównanie wypowiedzi uczniów na początku lekcji i po przeprowadzonym eksperymencie. Nauczyciel wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.

3. Nauczyciel losowo dzieli uczniów na kilka grup. Uczniowie w grupach losują cyfrę, która informuje ich o liczbie atomów węgla, z których będzie zbudowany alkohol drugorzędowy. Zadaniem uczniów będzie wykonać prezentacji multimedialnej, w której zawarte będą równania reakcji chemicznych wybranego alkoholu z tlenkiem miedzi(II) i ogrzaniu oraz dichromianem(VI) potasu w środowisku kwasowym. Liderzy grup przedstawiają wyniki na forum klasy. Pozostali uczniowie i nauczyciel weryfikują poprawność merytoryczną zapisów równań reakcji chemicznych.
4. Wirtualne laboratorium – praca w parach. Uczestnicy zajęć zapoznają się z medium bazowym. Wykonują polecenie do medium bazowego.
5. 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. Jeżeli uczniowie nie zdążą wykonać wszystkich ćwiczeń podczas lekcji, pozostałe wykonają w ramach pracy domowej.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie na planszy z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% zaznaczają cenkami 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.

2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie zamieszczają w swoim portfolio:

- Przypomniałem sobie, że...
- Co było dla mnie łatwe...
- Czego się nauczyłam/nauczyłem...
- Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

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

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimediu:

Wirtualne laboratorium może zostać wykorzystane podczas przygotowywania się ucznia do sprawdzianu lub do zdobycia wiedzy w razie nieobecności ucznia na lekcji.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje na arkuszu papieru baterię ze skalą, cenki; kalkulator, tablicę logarytmiczną.
2. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów. Pyta:
 - Jaką barwę posiada dichromian(VI) potasu?
 - Jaką barwę posiada siarczan(VI) chromu(III)?
 - Jaki produkt otrzymujemy z alkoholu pierwszorzędowego pod wpływem łagodnego utleniacza?
 - Co jest produktem reakcji alkoholu drugorzędowego pod wpływem łagodnego utleniacza?
 - Do jakich związków organicznych utleniają się alkohole pierwszorzędowe pod wpływem dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI)?
3. Doświadczenie chemiczne: „Utlenianie etanolu za pomocą łagodnego i silnego utleniacza”.

Sprzęt i szkło laboratoryjne: probówki, statyw na probówek, szczypcy metalowe, palnik spirytusowy, zapalki/zapalniczka.

Odczynniki chemiczne: etanol, drut miedziany, dichromian(VI) potasu, stężony kwas siarkowy(VI).

Instrukcja wykonania doświadczenia I – „Utlenianie etanolu za pomocą łagodnego utleniacza”:

- Do probówki wlej kilka cm^3 etanolu i wstaw ją do statywu na probówce.
- Drut miedziany umieść w szczypcach metalowych i ogrzej w płomieniu palnika spirytusowego (aż do czerwoności).
- Obserwuj wygląd drutu miedzianego po ostygnięciu.
- Drut miedziany ponownie ogrzej w płomieniu palnika spirytusowego.
- Rozżarzony drut zanurz w probówce z etanolem.
- Porównaj wygląd drutu miedzianego po wyciągnięciu z roztworu.
- Delikatnie sprawdź zapach powstałego produktu reakcji i porównaj go z zapachem etanolu.

Instrukcja wykonania doświadczenia II - „Utlenianie etanolu za pomocą silnego utleniacza”:

- Do probówki wlej 3 cm^3 etanolu.
- Dodaj dwie krople roztworu dichromianu(VI) potasu.
- Wprowadź kroplę stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI).
- Delikatnie sprawdź zapach powstałego produktu reakcji i porównaj go z zapachem etanolu.

4. Karty charakterystyk substancji chemicznych.

5. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 81.34 KB w języku polskim