

**MECHANIZMY REAKCJI CHEMICZNYCH. REAKCJE  
CHARAKTERYSTYCZNE GRUP FUNKCYJNYCH ZWIĄZKÓW  
ORGANICZNYCH**

**Obowiązujące zagadnienia:**

Związki organiczne klasyfikacja, grupy funkcyjne, reakcje charakterystyczne na wykrywanie grup funkcyjnych, reaktywność związków nienasyconych, reakcja haloformowa i jej odmiany (wraz z równaniami redoks), próba Trommera (wraz z równaniem redoks), próba Tollensa (wraz z równaniem redoks), związki kompleksowe- podstawowe pojęcia- atom centralny, ligandy, liczba koordynacyjna.

**Zadania do wykonania:**

Wykonanie ćwiczeń 1-9, zanotowanie obserwacji i wniosków płynących z doświadczeń, zapisanie równań reakcji zachodzących w ćwiczeniach, odpowiedź na zadane w opisie ćwiczeń pytania.

**Wykonanie ćwiczenia:**

**1. Odbarwianie roztworu nadmanganianu potasu przez kwasy karboksylowe.**

**Odczynniki:** kwas oleinowy lub olej roślinny, kwas stearynowy lub dekanowy, 2 %  $\text{KMnO}_4$ , stężony kwas siarkowy (VI)

**Sprzęt:** suche probówki, suche pipety, statyw na probówki, wkapłacz

Przygotować dwie suche probówki. Do pierwszej wprowadzić ok. 1 ml **kwasy oleinowego lub oleju roślinnego**, a do drugiej wprowadzić ok. 0,1 g **kwasy stearynowego lub dekanowego**. Do każdej probówki dodać 1, 2 krople **stężonego kwasu siarkowego (VI)**. Następnie dodać ostrożnie i powoli kilka kropli roztworu  $\text{KMnO}_4$  do obu probówek.

Obserwować, czy w probówkach zachodzą jakieś zmiany i wyciągnąć wnioski płynące z doświadczenia. Wyjaśnić, na czym polega obserwowana w ćwiczeniu reakcja i co warunkuje jej zachodzenie?

## **2. Reakcja haloformowa.**

**Odczynniki:** metanol, aldehyd octowy, stężony kwas octowy (**bezwodny**), roztwór jodu w KI, 10 % NaOH

**Sprzęt:** suche probówki, suche pipety, wkrapłacz, statyw na probówki

Przygotować trzy **suche** probówki. Wprowadzić do nich kolejno po 0,5 ml następujących substancji: **metanolu**, **aldehydu octowego** oraz **kwasu octowego (lodowatego)**, a następnie do każdej dodać ok. 3-4 ml roztworu **jodu w jodku potasu**. Do każdej probówki wkraplać powoli 10 % roztwór **wodorotlenku sodu** tak, aby nastąpiła całkowita zmiana zabarwienia zawartości probówek z ciemnobrunatnej na jasnożółtą. Po uzyskaniu całkowitej zmiany barwy można jeszcze dodać po około 1 ml roztworu wodorotlenku sodu (nadmiar). Następnie przez kilka minut obserwować zmiany zachodzące w poszczególnych probówkach.

W przypadku których połączeń nie obserwowano zajścia reakcji jodoformowej i dlaczego? Poszukać w literaturze, jak wygląda szczegółowy przebieg reakcji jodoformowej i uzasadnić, dla jakich związków ona zachodzi. Zapisać **wraz z bilansem elektronowym** równania reakcji zachodzące w doświadczeniu oraz nazwać poszczególne produkty.

## **3. Reakcja jodoformowa Liebena.**

**Odczynniki:** etanol, roztwór jodu w KI, 10 % NaOH, woda destylowana

**Sprzęt:** sucha probówka, suche pipety, statyw, drewniana łąpa do probówek, łaźnia wodna, palnik

Do 1 ml rozcieńczonego (1:5) **alkoholu etylowego** umieszczonego w probówce dodać 1 ml 10 % roztworu **NaOH** i 1 ml roztworu **jodu w jodku potasu** do zabarwienia jasnożółtego. Mieszaninę ogrzewać w łaźni wodnej aż do wytrącenia się osadu. Zanotować zachodzące zmiany, zbadać zapach roztworu.

Zapisać **wraz z bilansem elektronowym** równanie reakcji zachodzącej w doświadczeniu oraz nazwać poszczególne produkty. Do wykrywania jakiej grupy funkcyjnej (ugrupowania atomów) służy przeprowadzona w ćwiczeniu reakcja?

#### **4. Reakcja jodoformowa Gunninga.**

**Odczynniki:** aceton, roztwór jodu w KI, 2M  $\text{NH}_4\text{OH}$

**Sprzęt:** sucha probówka, suche pipety

Do 1 ml 2M roztworu  $\text{NH}_4\text{OH}$  umieszczonego w probówce dodać 0,5 ml **acetonu**. Następnie dodawać kroplami roztworu **jodu w KI** do momentu pojawienia się żółtego osadu.

Zapisać **wraz z bilansem elektronowym** równanie reakcji zachodzącej w doświadczeniu oraz nazwać poszczególne produkty. Do wykrywania jakiej grupy funkcyjnej (ugrupowania atomów) służy przeprowadzona w ćwiczeniu reakcja?

#### **5. Reakcja Tollensa (lustro srebrowego).**

**Odczynniki:** 0,05M  $\text{AgNO}_3$ , 2M  $\text{NH}_4\text{OH}$ , aldehyd octowy lub mrówkowy

**Sprzęt:** sucha probówka, suche pipety, zlewka z gorącą wodą

Do czystej probówki wlać 1 ml 0,05M roztworu  $\text{AgNO}_3$  a następnie dodawać powoli 2M roztworu  $\text{NH}_4\text{OH}$  aż do momentu, gdy wytrącający się osad ( $\text{Ag}_2\text{O}$ ) ulegnie rozpuszczeniu. Do mieszaniny dodać 1 ml roztworu **aldehydu**. Probówkę z zawartością zanurzyć w zlewce z gorącą wodą. Obserwować zachodzące w probówce zmiany.

Zapisać **wraz z bilansem elektronowym** równanie reakcji zachodzącej w doświadczeniu oraz nazwać poszczególne produkty. Do wykrywania jakiej grupy funkcyjnej służy przeprowadzona w ćwiczeniu reakcja?

#### **6. Mechanizm tworzenia związku kompleksowego.**

**Odczynniki:** 0,1N sól żelaza (III), 0,1N tiocyjanian potasu, woda destylowana

**Sprzęt:** probówki, suche pipety, statyw do probówek

W sześciu jednakowych probówkach umieścić po 0,1 ml 0,1N roztworu **soli żelaza (III)**, a następnie dodać do każdej z nich określoną ilość 0,1N roztworu **tiocyjanianu potasu**: 0,1 ml, 0,2 ml, 0,3 ml, 0,6 ml, 0,9 ml oraz 1,2 ml. Całość rozcieńczyć do 10 ml wodą destylowaną, dodając do każdej probówki odpowiednią ilość wody: 9,8 ml, 9,7 ml, 9,6 ml, 9,3 ml, 9 ml oraz 8,7 ml. Porównać zabarwienie roztworów i pogłębienie się barwy w miarę wiązania większej ilości jonów tiocyjanianowych przez kation żelaza (III).

Czy ostatnie próbki różnią się intensywnością barwy? Czy na podstawie otrzymanych wyników można ustalić maksymalną ilość jonów tiocyjnianowych, wchodzących w skład kompleksu z  $\text{Fe}^{3+}$ ? Czy otrzymywanie wyżej wymienionego kompleksu przebiega od razu, czy też stopniowo, etapami? Zapisać równania reakcji powstawania **wszystkich 6 związków** zachodzące w doświadczeniu oraz nazwać powstające związki. Wskazać atom centralny, ligandy oraz liczbę koordynacyjną kompleksów.

### **7. Redukcja soli miedzi (II) w różnych środowiskach. Próba Trommera.**

**Odczynniki:** 0,5M  $\text{CuSO}_4$ , 2M  $\text{NaOH}$ , 2M amoniak, glukoza, woda

**Sprzęt:** próbki, suche pipety, drewniana łapa do probówek, łaźnia wodna, statyw, trójnóg, siatka ceramiczna, palnik

Do trzech probówek wprowadzić po 1 ml 0,5M roztworu  $\text{CuSO}_4$ . Do pierwszej dodać 0,5 ml 2M roztworu  $\text{NaOH}$ , do drugiej 0,5 ml 2M roztworu **amoniaku**, do trzeciej 0,5 ml wody. Zanotować obserwowane reakcje chemiczne. Do drugiej próbki dodać następną porcję 2M roztworu amoniaku, aż do całkowitego rozтворzenia się osadu i powstania kompleksu tetraaminomiedzi (II), a do pozostałych probówek taką samą objętość wody. Do wszystkich trzech probówek wprowadzić po 0,3 g glukozy. Mieszaniny ogrzewać ostrożnie obserwując zmiany zabarwienia i stadia pośrednie.

Jakie środowisko jest konieczne do przebiegu reakcji? Jakie są stadia przejściowe w czasie reakcji redukcji soli miedzi (II)? Zapisać **wraz z bilansem elektronowym** równania reakcji zachodzące w doświadczeniu oraz nazwać poszczególne produkty.

### **8. Otrzymywanie octanu etylu.**

**Odczynniki:** etanol, stężony kwas octowy (bezwodny), stężony kwas siarkowy (VI), woda

**Sprzęt:** próbka, suche pipety, bagietka szklana, drewniana łapa do probówek, łaźnia wodna, zlewka 50  $\text{cm}^3$ , termometr, statyw, trójnóg, siatka ceramiczna, palnik

Do suchej próbki umocowanej na statywie wprowadzić 2 ml **alkoholu etylowego** oraz 2 ml bezwodnego **kwasu octowego**. Następnie wkroplić do próbki, cały czas mieszając bagietką jej zawartość, około 0,5 ml **stężonego kwasu siarkowego (VI)**. Probówkę z mieszaniną reakcyjną umieścić w łaźni wodnej o temperaturze 80 °C na 10 minut. Obserwować zachodzące w czasie przemiany. Po upływie 10 minut ująć probówkę

w drewnianą łapę i wylać jej zawartość do zlewki zawierającej około 10 ml wody. Nieprzereagowane substraty rozpuszczają się, a na powierzchni wody gromadzą się kropelki powstałego w reakcji produktu. Zbadać zapach powstałego lotnego związku.

Jakie środowisko jest konieczne do przebiegu reakcji? Przedstawić **szczegółowy mechanizm** reakcji zachodzącej w doświadczeniu oraz nazwać poszczególne produkty. Zapisać ogólne równanie tej reakcji zwracając szczególną uwagę na jej kierunkowość oraz środowisko reakcyjne. Jak nazywa się ta reakcja oraz reakcja do niej odwrotna? Jaką grupę funkcyjną pozwala wykryć ta reakcja?

## **9. Reakcje charakterystyczne kwasów karboksylowych.**

**Odczynniki:** stężony kwas octowy (bezwodny), wodorowęglan sodu, 10 % wodorotlenek sodu, fenoloftaleina

**Sprzęt:** probówki, pipety, wkraplacz, statyw na probówki

Do probówki dodać ok. 3 ml kwasu octowego a następnie wsypać niewielką ilość wodorowęglanu sodu. Do drugiej probówki wlać ok. 3 ml roztworu NaOH, dodać 2-3 krople fenoloftaleiny, a następnie wprowadzić ok. 3 ml kwasu octowego.

Opisać przebieg reakcji w obu probówkach. Napisać odpowiednie równania reakcji i wyciągnąć wnioski.

### **Literatura:**

- [1] L. Pajdowski, „Chemia ogólna”, PWN, Warszawa, 1997
- [2] R. T. Morrison, R. M. Boyd, „Chemia organiczna”, PWN, Warszawa, 2012
- [3] John McMurry, „Chemia organiczna. Tomy 1-5,” Wydanie: trzecie, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2007/2010
- [4] A. Bielański, „Chemia ogólna i nieorganiczna”, PWN, Warszawa, 1979
- [5] A. Bielański, „Podstawy chemii nieorganicznej”, PWN, Warszawa, 2010
- [6] M. Cieślak-Golonka, J. Starosta, M. Wasielewski, „Wstęp do chemii koordynacyjnej” Wydawnictwo Naukowe PWN, 2014