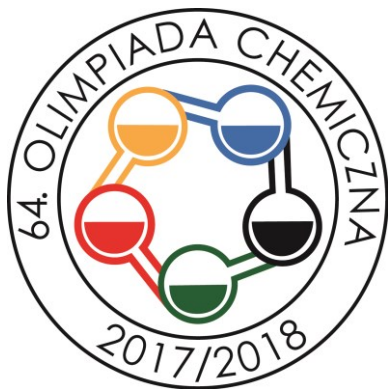




ETAP III

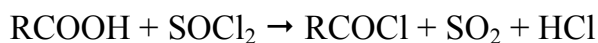
23.03.2018

Zadanie laboratoryjne

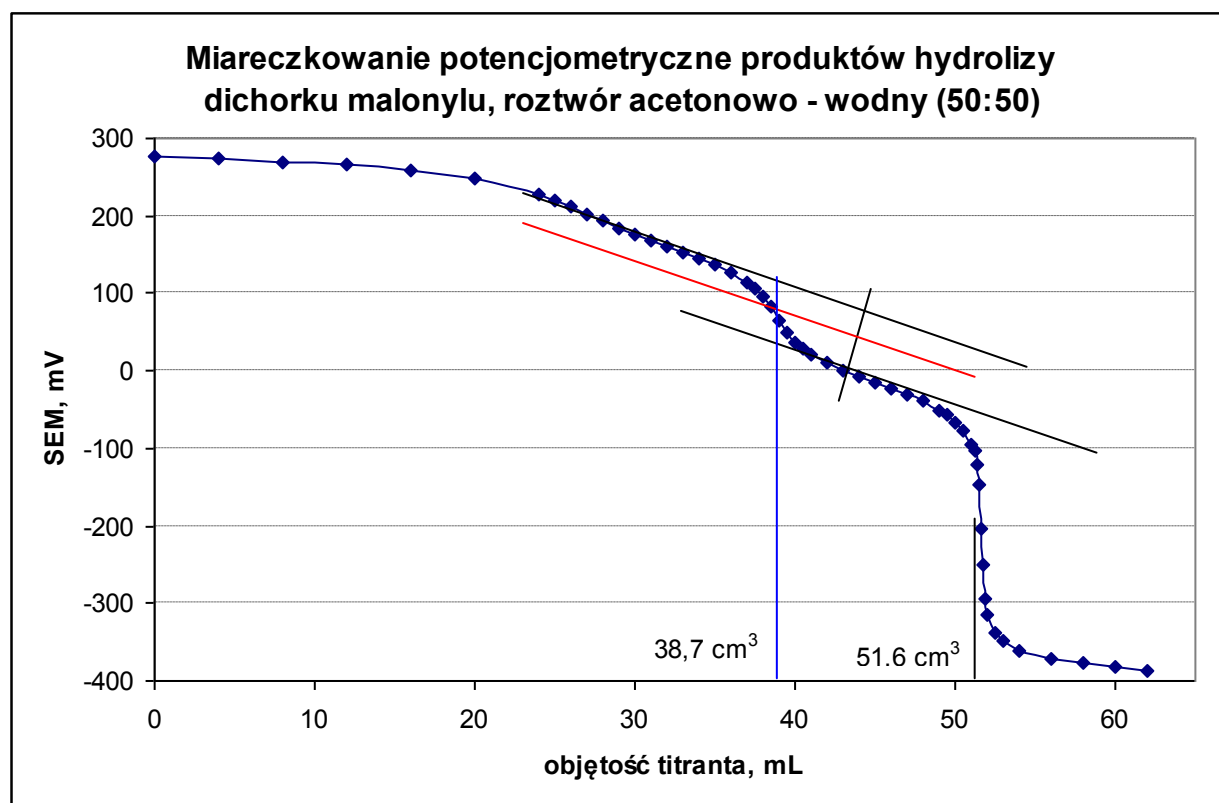
ZADANIE LABORATORYJNE 1

Oznaczanie czystości dichloroku malonylu

Chlorki kwasowe otrzymywane są w reakcji substytucji grupy hydroksylowej przez jony chlorkowe. Następuje to podczas ogrzewania kwasu z chlorkiem tionylu w reakcji przebiegającej według równania:



Produkt finalny może być zanieczyszczony resztkami wyjściowego kwasu organicznego lub kwasu chlorowodorowego. Na rysunku pokazano krzywą miareczkowania potencjometrycznego wodno-acetono-owego roztworu produktów hydrolizy czystego dichloroku malonylu (dichloroku kwasu propanodiowego) mianowanym roztworem wodorotlenku sodu.



Na stanowisku masz opisaną literą P kolbę miarową (o pojemności 200,0 cm³) zawierającą roztwór sporządzony przez rozpuszczenie w wodzie technicznego dichloroku malonylu. Dichlorek malonylu jest substancją bardzo higroskopijną, co bardzo utrudnia sporządzenie jego odważki.

Do dyspozycji masz mianowany roztwór kwasu chlorowodorowego o stężeniu podanym na butelce, roztwór wodorotlenku sodu o stężeniu ok. 0,1 mol·dm⁻³.

Na stanowisku masz biuretę z lejkiem, pipetę jednomiarową o pojemności $25,00\text{ cm}^3$, dwie kolby stożkowe, dwie zlewki, cylinder miarowy.

Na stanowisku zbiorczym znajdują się wskaźniki: oranż metylowy i fenoloftaleina.

W tabelce umieszczonej w odpowiednim miejscu arkusza odpowiedzi podano dane kilku punktów miareczkowania konduktometrycznego roztworu próbki o składzie identycznym z tą, jaką masz w kolbie P. Stężenie titranta jest takie samo jak w Twoim zestawie.

UWAGA! Proszę założyć, że próbka technicznego dichlorku malonylu zawiera tylko **jedną** substancję traktowaną jako zanieczyszczenie.

Polecenia

- a. (2 pkt.)* Na podstawie krzywej miareczkowania potencjometrycznego oraz wiedzy z zakresu chemii organicznej, podaj nazwy substancji znajdujących się w roztworze wziętym do miareczkowania. Podaj równanie reakcji hydrolizy dichlorku malonylu.
- b. (6 pkt.)* Wyznacz, z dokładnością do czterech miejsc po przecinku, stężenie roztworu wodorotlenku sodu zgodnie z podanym przepisem wykonawczym. Uzasadnij wybór wskaźnika.
- c. (6 pkt.)* Wykorzystując dostępny sprzęt i odczynniki wyznacz całkowitą liczbę milimoli kwasów w kolbie P, w przeliczeniu na jony wodorowe.
- d. (6 pkt.)* Naskicuj krzywą miareczkowania konduktometrycznego korzystając z danych podanych w tabeli w arkuszu odpowiedzi. Znajdź równania prostych odpowiadających miareczkowaniu poszczególnych składników i wyznacz ich punkt przecięcia. Oblicz liczbę milimoli poszczególnych składników w kolbie P.
- e. (4 pkt.)* Na podstawie wyników miareczkowań odpowiedz, czym zanieczyszczona jest próbka dichlorku malonylu. Podaj liczbę milimoli substancji zanieczyszczającej w kolbie P.
- f. (6 pkt.)* Oblicz procentową zawartość dichlorku malonylu w próbce poddanej hydrolizie.

Nastawianie miana roztworu wodorotlenku sodu

Napełnić biuretę roztworem wodorotlenku sodu. Do kolb stożkowych odmierzyć po $25,00\text{ cm}^3$ roztworu kwasu chlorowodorowego. Rozcieńczyć wodą do ok. 70 cm^3 , dodać kilka kropel odpowiedniego wskaźnika. Miareczkować do zauważalnej, trwałej zmiany barwy wskaźnika. Zanotować wynik miareczkowania, obliczyć liczbę milimoli titranta zużytego na miareczkowanie. Miareczkowanie powtórzyć do osiągnięcia zbieżnych wyników. Po skończonym miareczkowaniu przemyć biuretę wodą wodociągową, a następnie zdejonizowaną. Obliczyć stężenie roztworu wodorotlenku sodu (z dokładnością do czterech miejsc po przecinku).

UWAGA! Obejrzyj uważnie arkusz odpowiedzi. Zaplanuj i wpisz rozwiązanie tak, by mieściło się w wyznaczonym miejscu. Podaj skróty stosowane w arkuszu odpowiedzi.

Gospodaruj oszczędnie roztworami, dolewki nie są możliwe.

ZADANIE LABORATORYJNE 2

Wpływ składu rozpuszczalnika na barwę roztworu. Spektrofotometryczne oznaczanie wody

Aniony tiocyjanianowe tworzą barwne kompleksy z takimi jonami jak Fe(III), Co(II), Mo(V) i in. Ciekawym przypadkiem jest wykrywanie kobaltu(II). W środowisku wodnym, dla znacznego stężenia dodanych jonów tiocyjanianowych, tworzy się niebieski kompleks kobaltu(II). Czułość metody zależy od użytego stężenia jonów tiocyjanianowych. Jeśli do roztworu wprowadzi się aceton, to czułość reakcji znacznie wzrasta, dla niewielkiego stężenia jonów tiocyjanianowych roztwór wodny jest niemal bezbarwny, zaś dodanie acetonu powoduje powstanie intensywnej, niebieskiej barwy. Świadczy to o znacznym wpływie rodzaju rozpuszczalnika (tzw. solwatochromizm) na intensywność barwy. Podobnie do tiocyjanianu kobaltu(II) zachowuje się chlorek kobaltu(II).

Na rysunkach (**załącznik do zadania 2**) przedstawiono widma absorpcji:

- roztworów bezwodnego chlorku kobaltu w etanolu ze zróżnicowaną zawartością wody,
- roztworów bezwodnego chlorku kobaltu w etanolu ze zróżnicowaną zawartością metanolu na zimno i po ogrzaniu (og),
- roztworów tiocyjanianowego kompleksu kobaltu(II) w mieszaninie acetonu i etanolu (1:1) ze zróżnicowaną zawartością wody,
- roztworów barwnika CI 42051 w etanolu ze zróżnicowaną zawartością wody.

Pokazano także wpływ dodatku kwasu chlorowodorowego do roztworu, na otrzymywane widma.

W ampułkach opisanych cyframi **1**, **2**, **3** znajdują się roztwory: chlorku kobaltu(II) w etanolu, tiocyjanianowego kompleksu kobaltu(II) w mieszaninie etanol-aceton i barwnika CI 42051 w etanolu.

W ampulce opisanej literą **S** znajduje się próbka substancji roślinnej zawierającej wodę i etanol, masa próbki (bez etanolu) podana jest na ampulce. W próbówce z podziałką, opisaną literą **R**, znajduje się próbka mieszaniny etanol-aceton zawierająca wodę.

Dysponujesz rozpuszczalnikami takimi jak: bezwodny skażony etanol, metanol i mieszanina etanolu z acetonem. Na stanowisku znajdują się: zlewka, bagietka, lejeczek z sączkiem, kolbka miarowa o pojemności 25,00 cm³, pipeta wielomiarowa o pojemności 5,00 cm³, próbówka z korkiem, sześć probówek, sześć pipetek polietylenowych.

Uwaga! Wszystkie operacje w tym ćwiczeniu wymagają użycia **suchego** szkła. Szkło mokre może być w ostateczności przemyte skażonym etanolem.

Polecenia

- (6 pkt.) Dysponując danymi z widm absorpcji, przedstawionych w załączniku i na podstawie co najmniej dwóch doświadczeń, dokonaj identyfikacji roztworów w ampułkach **1**, **2** i **3**.
- (8 pkt.) Sporządź krzywą wzorcową przedstawiającą zależność względnego obniżenia absorbancji roztworu tiocyjanianowego kompleksu kobaltu w mieszaninie etanol – aceton – woda (zgodnie z przepisem wykonawczym) od zawartości wody w roztworze. Określ zakres

prostoliniowy zależności, znajdź równanie prostej wzorcowej. Podane wyżej czynności powtórz również dla chlorku kobaltu w etanolu.

- c. (2 pkt.) Określ czułość metody, oraz granicę oznaczalności zakładając, że błąd przygotowania roztworu wody w rozpuszczalniku organicznym jest zaniedbywalny, zaś błąd pomiaru wynosi 0,02 przy absorbancji 1.
- d. (12 pkt.) Oznacz masę wody w próbce R oraz procentową zawartość wilgoci w próbce S, korzystając z podanego przepisu wykonawczego.
- e. (2 pkt.) Czy możliwe jest selektywne oznaczanie metanolu w etanolu? Odpowiedź uzasadnij na podstawie załączonych rysunków.

Przepis wykonawczy

Do próbki w ampułce S dodać skażonego etanolu, wymieszać bagietką, pozostawić w spokoju do opadnięcia osadu. Roztwór nad osadu przenieść do kolby miarowej o pojemności 25,00 cm³. Do ampułki z osadem dodać ok. 7 cm³ etanolu, wymieszać i po opadnięciu osadu roztwór przenieść do kolbki. Operację przemywania osadu w ampułce powtórzyć. Roztwór w kolbce miarowej uzupełnić do kreski skażonym etanolem. Do suchej probówki z podziałką sączyć roztwór z kolbki miarowej, pierwszą partię przesącza odrzucić. Zebrać 5 cm³ przesącza, dodać 2 cm³ roztworu chlorku kobaltu w etanolu, uzupełnić etanolem do 10 cm³. Dokonać pomiaru absorbancji przy długości fali 625 nm (ze względów technicznych)*. Odczytaną absorbancję roztworu A_{roztw} odnieść do absorbancji roztworu niezawierającego wody (wartość A_{bezwodn} będzie podana przez obsługę spektrofotometru). Obliczyć względne obniżenie absorbancji:

$$\Delta A_{\text{wzgl}} = \frac{A_{\text{bezwodn}} - A_{\text{roztw}}}{A_{\text{bezwodn}}}$$

Z krzywej wzorcowej odczytać procentową zawartość wody w badanym roztworze.

Do probówki R dodać 2 cm³ roztworu tiocyjanianowego kompleksu kobaltu(II) w roztworze etanolowo-acetonowym, uzupełnić do 15 cm³ mieszaniną aceton-etanol. Dokonać pomiaru absorbancji przy długości fali 625 nm. Odczytaną absorbancję roztworu odnieść do absorbancji roztworu niezawierającego wody (obliczyć względne obniżenie absorbancji w sposób podany wyżej). Z krzywej wzorcowej obliczyć procentową zawartość wody w badanym roztworze.

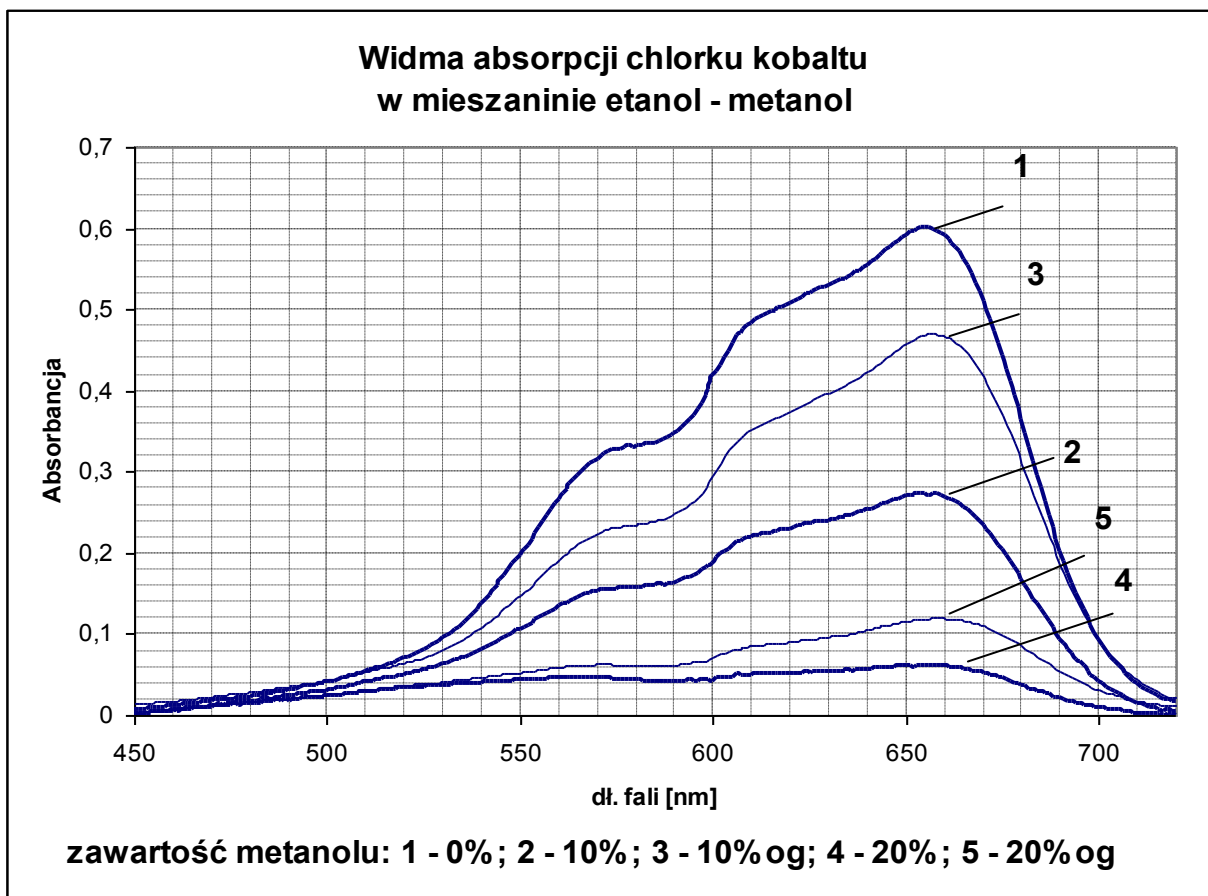
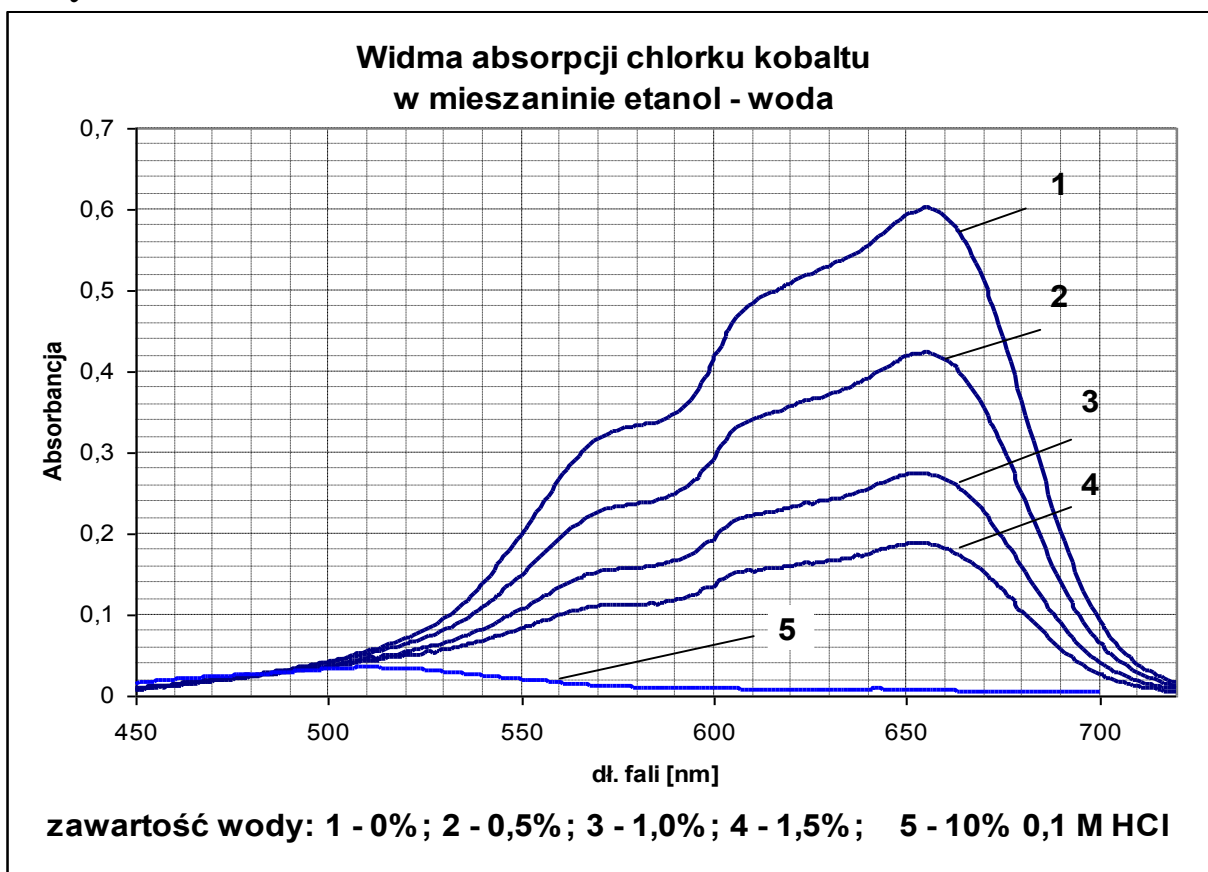
** Mierząc absorbancję przy λ_{max} uzyskuje się największą czułość pomiaru. Gdy pik jest szeroki niewiele traci się na czułości mierząc absorbancję w pobliżu maksimum. W przypadku wykonywanych doświadczeń λ_{max} wynosi odpowiednio 620 nm i 655 nm. Ze względów technicznych zmiana długości fali na dostępnych spektrofotometrach byłaby zbyt czasochłonna, dlatego wybrano do pomiarów pośrednią długość fali 625 nm.*

Pamiętaj o zachowaniu zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania analiz!

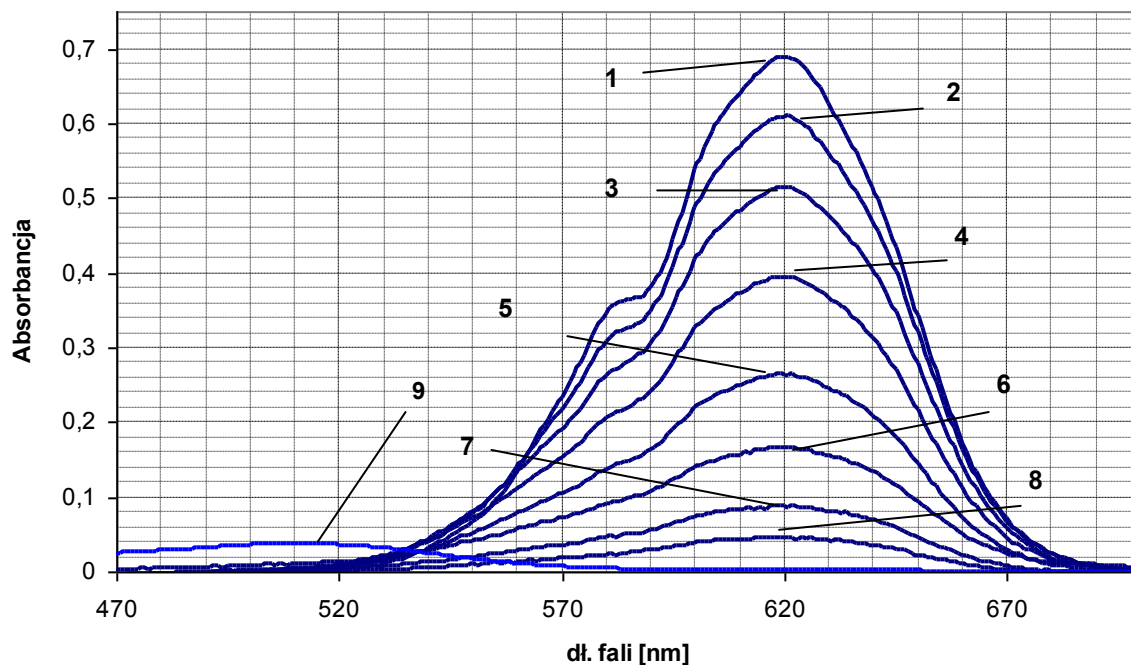
Sumaryczna punktacja za zadania laboratoryjne – 60 pkt.

Czas wykonania zadań 300 minut.

Załącznik do zadania 2.

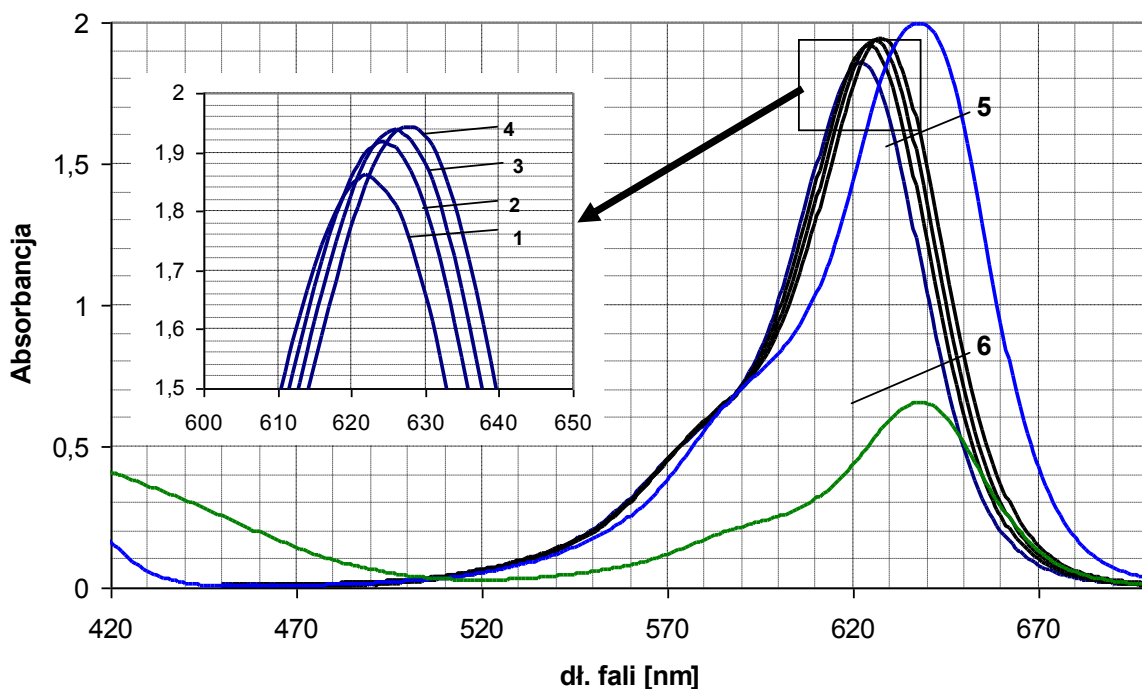


**Wpływ wody na widma absorpcji tiocyjanianowego kompleksu
kobaltu
w mieszaninie alkohol etylowy - aceton (50:50)**

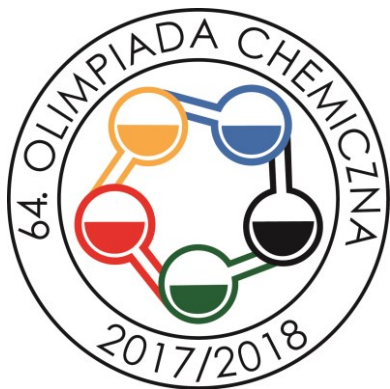


zawartość wody: 1 - 0%; 2 - 2,5%; 3 - 5%; 4 - 7,5%; 5 - 10%; 6 - 12,5%; 7 - 15%; 8 - 17,5%
9 - 50% 1M HCl

**Widma absorpcji barwnika 42051
w mieszaninie etanol - woda**



zawartość wody: 1 - 0%; 2 - 5%; 3 - 10%; 4 - 20%; 5 - 90%; 6 - 90% 0,1 M HCl



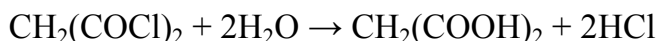
ETAP III

23.03.2018

Rozwiązanie zadania laboratoryjnego

ROZWIĄZANIE ZADANIA 1

Ad **a**. Dichlorek malonylu hydrolizuje w wodzie, produktami tej reakcji są kwas chlorowodorowy i kwas malonowy, który jest kwasem dikarboksylowym. Z wykresu krzywej miareczkowania potencjometrycznego wynika, że stałe dysocjacji tego kwasu K_{a1} i K_{a2} znacznie się różnią. Występują dwa skoki krzywej miareczkowania, pierwszy słabo widoczny przy objętości titranta ok. 39 cm^3 , a drugi przy objętości 52 cm^3 (całkowita objętość titranta na zmiareczkowanie sumy kwasów). Różnica pomiędzy pierwszym i drugim skokiem wynosi 13 cm^3 co stanowi 25% całej objętości zużytego titranta. Tak więc w mieszaninie jest kwas chlorowodorowy (mocny) i kwas malonowy (słaby).



Ad **b**. Do nastawiania miana roztworu wodorotlenku sodu użyję mianowanego roztworu kwasu chlorowodorowego i fenoloftaleiny jako wskaźnika. Stężenie roztworu kwasu chlorowodorowego wynosi **0,1057** $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Miareczkowanie będę prowadził do pierwszej, zauważalnej zmiany barwy wobec roztworu porównawczego (roztwór HCl z dodanym wskaźnikiem). Zmiana barwy wskaźnika powinna przypadać możliwie blisko punktu równoważności, a ten z uwagi na możliwość zanieczyszczenia roztworu wodorotlenku sodu węglanami będzie powyżej pH 7. Oranż metylowy jest wskaźnikiem dwubarwnym, zmieniającym barwę w zakresie pH 3,1 - 4,4 z czerwonej na żółto-pomarańczową. Dodanie zbyt dużej ilości titranta nie powoduje zmiany zabarwienia, nie można określić czy nie nastąpiło przemiareczkowanie. Użycie fenoloftaleiny pozwala na takie obserwacje (po przekroczeniu objętości titranta, koniecznej dla osiągnięcia punktu równoważności, roztwór będzie miał bardziej intensywną barwę). Miareczkowanie powtarzam do uzyskania zbieżnych wyników. Na zmiareczkowanie porcji roztworu HCl zużywam średnio $V_{0\text{NaOH}} \text{ cm}^3$ roztworu NaOH, **28,20** cm^3 . Stężenie roztworu NaOH wyliczę z następującego wzoru:

$$c_{\text{NaOH}} = \frac{c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}}{V_{0\text{NaOH}}} = \frac{0,1057 \cdot 25,00}{28,20} = 0,09371 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Ad **c**. Odmierzyłem do kolby stożkowej pipetą jednomiarową $25,00 \text{ cm}^3$ roztworu próbki P, co stanowi 1/8 całej próbki. Rozcieńczyłem wodą do ok. 70 cm^3 posługując się cylindrem miarowym.

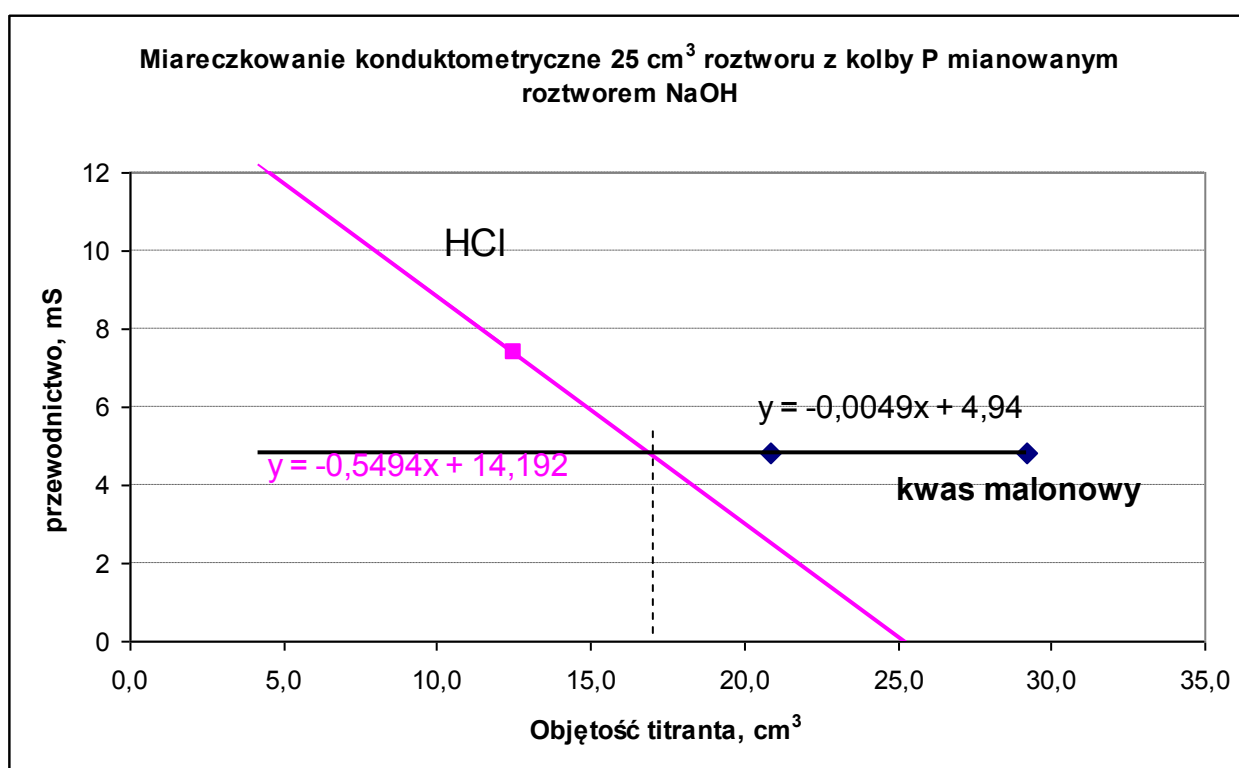
Dodałem kilka kropli roztworu fenoloftaleiny i miareczkowałem mianowanym roztworem NaOH do lekko różowego zabarwienia. Objętość zużytego titranta wyniosła V_{NaOH} . Powtórzyłem miareczkowanie tyle razy, by uzyskać powtarzalne wyniki. Obliczyłem średnią V_{NaOH} . Wyniosła ona **32,70** cm³. Liczbę milimoli jonów wodorowych w kolbie P obliczyłem ze wzoru:

$$n_{\text{H}^+} = 8 \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} = 8 \cdot 0,09371 \cdot 32,7 = \mathbf{24,51 \text{ mmol}}$$

Ad **d**. Sporządzam szkic krzywej miareczkowania konduktometrycznego:

Przykładowe dane

Objętość titranta, cm ³	Przewodnictwo, mS
4,1	11,94
12,2	7,49
20,4	4,84
28,6	4,8



Znajduję współrzędną x (objętość titranta) punktu przecięcia prostych

$$-0,5494 \cdot x + 14,192 = -0,0049 \cdot x + 4,94 \Rightarrow x = 16,99 \text{ cm}^3$$

Pierwsza część krzywej (kwadraty) opisuje odmiareczkowanie kwasu chlorowodorowego, druga (romby) kwasu malonowego. Tak więc w próbce P zawarte jest $16,99 \cdot 8 \cdot c_{\text{NaOH}}$ jonów wodorowych pochodzących od kwasu chlorowodorowego:

$$8 \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot x_{\text{NaOH}} = 8 \cdot 0,09371 \cdot 16,99 = \mathbf{12,74 \text{ milimoli kwasu chlorowodorowego}}$$

Uwzględniając całkowitą liczbę moli jonów wodorowych uzyskanych w miareczkowaniu wobec fenoloftaleiny można stwierdzić, że w kolbie P zawarte jest także

$$8 \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot (V_{\text{NaOH}} - x_{\text{NaOH}}) / 2 = 4 \cdot 0,09371 \cdot (32,70 - 16,99) = \mathbf{5,89 \text{ milimoli kwasu malonowego}}$$

powstałego w wyniku hydrolizy dichlorku malonylu.

Ad *e*. Na podstawie wyników uzyskanych w punkcie *d*. można stwierdzić, że próbka technicznego dichlorku malonylu zawierała jako domieszkę kwas chlorowodorowy bo $2 \cdot x_{\text{NaOH}} > V_{\text{NaOH}}$. Dla $2 \cdot x_{\text{NaOH}} = V_{\text{NaOH}}$ próbka byłaby czystym dichlorkiem malonylu, a dla $2 \cdot x_{\text{NaOH}} < V_{\text{NaOH}}$ próbka byłaby zanieczyszczona kwasem malonowym. Liczba milimoli kwasu chlorowodorowego jako domieszki wynosiła:

$$n_{\text{HCl dom}} = 8 \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot (2 \cdot x_{\text{NaOH}} - V_{\text{NaOH}}) = 8 \cdot 0,09371 \cdot (2 \cdot 16,99 - 32,70) = \mathbf{0,96 \text{ mmol}}$$

Gdyby domieszką był kwas malonowy, wtedy liczba milimoli tej domieszki wynosiłaby:

$$n_{\text{mal dom}} = 4 \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot (V_{\text{NaOH}} - 2 \cdot x_{\text{NaOH}})$$

Ad *f*. Dla $2 \cdot x_{\text{NaOH}} > V_{\text{NaOH}}$ liczba milimoli kwasu malonowego w kolbie P odpowiada liczbie milimoli dichlorku malonylu w próbce poddanej hydrolizie. Masa próbki technicznego dichlorku malonylu wynosi:

$$n_{\text{Clmal}} \cdot M_{\text{Clmal}} + n_{\text{HCl dom}} \cdot M_{\text{HCl}} = 5,89 \cdot 140,92 + 0,96 \cdot 36,46 = \mathbf{865,0 \text{ mg}}$$

Zawartość procentowa dichlorku malonylu w preparacie technicznym wynosi **95,95%**.

Dla $2 \cdot x_{\text{NaOH}} < V_{\text{NaOH}}$ liczba milimoli dichlorku malonylu w próbce poddanej hydrolizie odpowiada połowie liczby milimoli kwasu chlorowodorowego w kolbie P.

ROZWIĄZANIE ZADANIA 2

Rozmieszczenie substancji

Nr ampułki	1	2	3
Układ barwny	Barwnik CI 42051	Etanol CoCl_2	Etanol-aceton $\text{Co}(\text{SCN})_n$

Ad *a*. Układy barwne przedstawione na rysunkach w załączniku wykazują różną wrażliwość zmiany barwy na skład rozpuszczalnika. Najmniej wrażliwy na zawartość wody jest układ zawierający barwnik CI 42051, bardziej wrażliwy jest układ zawierający tiocyjanianowy kompleks kobaltu, a najbardziej wrażliwy jest etanolowy roztwór chlorku kobaltu. Roztwór chlorku kobaltu w etanolu jest także wrażliwy na zawartość metanolu, przy czym taki roztwór zmienia barwę na różową w temperaturze pokojowej, a po podgrzaniu staje się niebieski (jest to przykład termochromizmu).

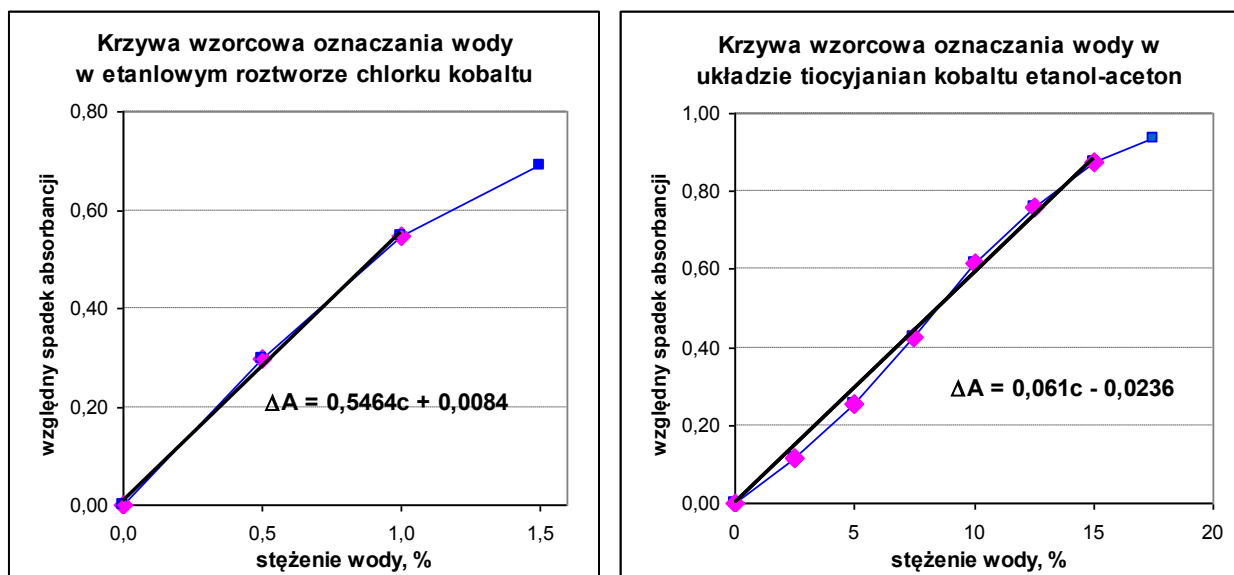
Odmierzam ok. 1 cm^3 każdego roztworu do suchych probówek i wkraplam do każdej wodę. Roztwór 1 nie odbarwia się, mimo dodatku ok. 1 cm^3 wody. Drugi roztwór odbarwia się już po dodaniu 1 kropli wody, zaś trzeci odbarwia się po dodaniu 5 kropli wody.

Drugi roztwór, jako jedyny, odbarwia się po dodaniu ok. 1 cm^3 metanolu (przyjmuje nikłe, różowe zabarwienie), a po ogrzaniu w gorącej wodzie niebieskie zabarwienie powraca. Jeden z roztworów

zmienia barwę na zieloną pod wpływem kwasu chlorowodorowego, co pozwala potwierdzić identyfikację barwnika CI 42051.

Zaobserwowane obserwacje pozwalają na stwierdzenie, że w ampułce **1** zawarty jest roztwór barwnika CI 42051, w ampułce **2** - roztwór chlorku kobaltu, zaś w ampułce **3** - roztwór tiocyjanianowego kompleksu kobaltu.

Ad **b**. Wykresy krzywej wzorcowej dla pomiarów absorbancji przy 625 nm dla układu kompleks tiocyjanianowy kobaltu w mieszaninie etanol-aceton i chlorku kobaltu w etanolu przedstawiono na rysunku.



Dla układu: chlorek kobaltu w etanolu, zależność względnego spadku absorbancji mieszaniny w funkcji procentowej zawartości wody wykreślona dla całego badanego zakresu nie ma przebiegu prostoliniowego, natomiast w zakresie zawartości wody w mieszaninie od 0 do 1% ma charakter prostoliniowy ze współczynnikiem kierunkowym 0,5464. Dla układu: tiocyjanianowy kompleks kobaltu w mieszaninie etanol-aceton, zależność względnego spadku absorbancji roztworu od procentowej zawartości wody, wykreślona dla całego zakresu nie ma charakteru prostoliniowego, natomiast w zakresie zawartości wody w mieszaninie od 0% do 15% ma charakter prostoliniowy ze współczynnikiem kierunkowym 0,061.

Ad **c**. Współczynnik kierunkowy prostej wzorcowej wyznacza czułość metody spektrofotometrycznej. Wzrost zawartości wody powoduje względny spadek absorbancji (o 0,546 jednostki na 1 % zawartości wody dla chlorku kobaltu w etanolu i 0,061 dla układu tiocyjanian kobaltu etanol-aceton). Granica oznaczalności w prostoliniowym zakresie krzywej wynosi 0,05% zawartości wody dla etanolu z chlorkiem kobaltu a dla tiocyjanianowego kompleksu kobaltu w mieszaninie etanol – aceton jest znacznie wyższa i wynosi 0,71% zawartości wody.

Ad **d**. Odważkę próbki o masie 2,23 g wymieszano z kilkoma porcjami etanolu, roztwór zgromadzono w kolbce miarowej o pojemności 25 cm³. Uzupełniono etanolem do kreski i sączono do probówki o

pojemności 10 cm^3 . Zebrano 5 cm^3 przesącza, dodano roztwór chlorku kobaltu w etanolu i uzupełniono etanolem do 10 cm^3 . Po wymieszaniu zmierzono absorbancję roztworu przy długości fali 625 nm .

Absorbancja roztworu nie zawierającego wody wynosiła $0,785$, zaś absorbancja roztworu badanego $0,572$. Tak więc względny spadek absorbancji wyniósł $0,271$. Z równania krzywej wzorcowej obliczam stężenie wody w roztworze, które wynosi $0,48\%$. Tak więc w 10 cm^3 roztworu zawarte jest 48 mg wody. W całej próbce zawarte będzie $25/5$ razy więcej wody, a więc 240 mg . Procentowa zawartość wody w próbce wynosi $0,240 \cdot 100\% / 2,23 = \mathbf{10,8\%}$.

Zawartość wody w próbce **R** oznaczę przez pomiar absorbancji roztworu sporządzonego przez dodanie 2 cm^3 roztworu tiocyjanianu kobaltu i uzupełnienie mieszaniną aceton-etanol do 15 cm^3 . Absorbancja roztworu nie zawierającego wody wynosiła $1,035$, zaś absorbancja roztworu badanego wyniosła $0,572$. Tak więc względny spadek absorbancji wyniósł $0,355$. Obliczone z krzywej wzorcowej stężenie wody w roztworze wynosi $6,2\%$, tak więc ilość wody w próbce **R** to $0,062 \cdot 15 = \mathbf{0,93\text{ g}}$.

Ad **e**. Obniżenie absorbancji roztworu chlorku kobaltu w etanolu spowodowane obecnością w roztworze metanolu mogłoby stanowić podstawę do oznaczenia zawartości metanolu w etanolu. Wynik byłby jednak zakłócany silnym wpływem wody. Kontrolę nad tym, czy obniżenie absorbancji nie jest spowodowane obecnością wody, mogłoby stanowić ogrzanie odbarwionego roztworu. W przypadku metanolu niebieska barwa roztworu powraca, co nie ma miejsca w obecności wody.