

Zastosowanie metody interferometrycznej do oznaczania stężenia roztworu

ćwiczenie nr 1

opracowała dr M. Tkaczyk

Zakres zagadnień obowiązujących do ćwiczenia

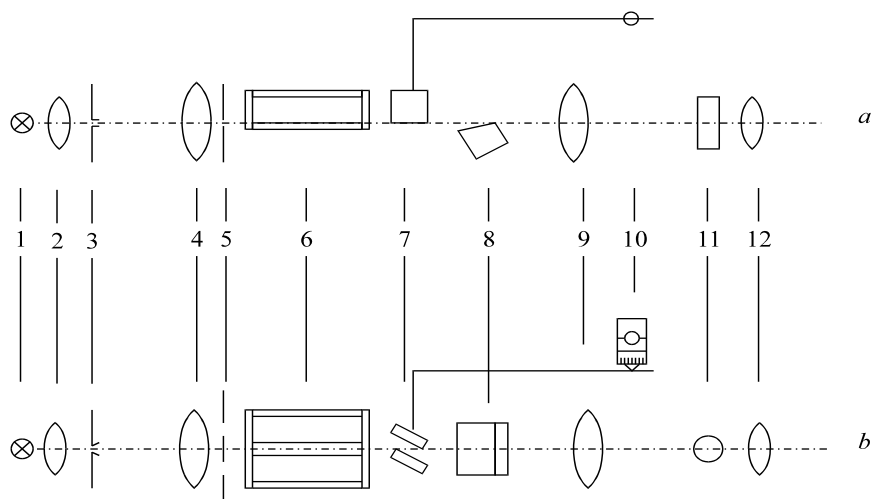
1. Zjawisko interferencji fal świetlnych.
2. Interferometria – podstawy teoretyczne metody, budowa interferometru, pomiar interferometryczny.
3. Zastosowanie interferometrii w analizie ilościowej.

Literatura

1. Praca zbiorowa pod red. Woźnickiej J. i Piekarskiego H., *Ćwiczenia laboratoryjne z chemii fizycznej*, Wydawnictwo UŁ, Łódź 2005.
2. Sobczyk L., Kiszka A., Gatner K., Koll A., *Eksperymentalna chemia fizyczna*, PWN, Warszawa 1982.
3. Szyszko E., *Instrumentalne metody analizy*, PZWL, Warszawa 1982.
4. Garaj J., *Fizyczne i fizykochemiczne metody analizy*, WNT, Warszawa 1981.
5. Halliday D., Resnik R., *Fizyka*, PWN, Warszawa 1994.

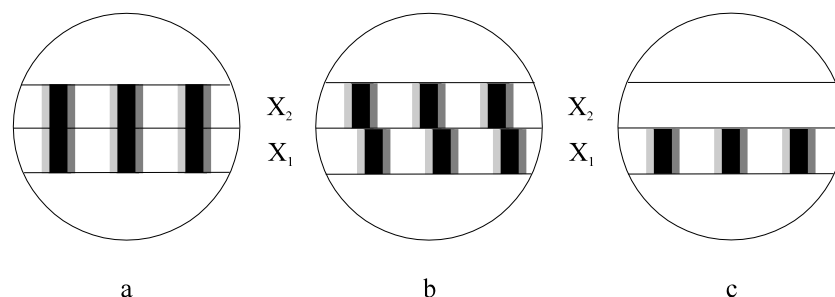
Celem ćwiczenia jest wyznaczenie stężenia procentowego alkoholu etylowego w jego wodnym roztworze.

Układ pomiarowy



Rys. 2. Schemat przekroju pionowego (a) i poziomego (b) interferometru laboratoryjnego firmy Zeiss

Schemat budowy interferometru laboratoryjnego firmy C. Zeiss jest przedstawiony na rysunku 2. Wiązka światła wychodząca ze źródła (1) pada na soczewkę (2), która skupia ją dokładnie na szczelinie (3) kolimatora (4). Wiązka światła po przejściu przez soczewkę zamykającą kolimator i dalej szczelinę staje się równoległa i ma kształt świetlnego walca. Trafiając z kolei na przesłonę z dwiema równoległymi szczelinami (5) rozszczepia się na dwie równoległe biegnące wiązki przechodzące następnie przez termostat, w którym znajdują się dwie identyczne kurtki interferometryczne (6). Termostat ten może być wypełniony powietrzem, wodą destylowaną lub odpowiednim rozpuszczalnikiem. Część promieni przechodzi przez naczynka wypełnione roztworem badanym i odnośnikiem, a część pod naczynkami. Promienie górne, po przejściu przez kurtki interferometryczne, spotykają na swojej drodze dwie płytki kompensacyjne (7). Jedna z nich jest nieruchoma, ale druga może być obracana za pomocą śruby mikrometrycznej (10). Obydwie wiązki promieni górnych po przejściu przez następną soczewkę skupiającą (11), tworzą w okularze (12) obraz prążków interferencyjnych (Rys. 3 X₂).



Rys. 3. Prążki interferencyjne dolne – nieruchome (X_1) i górne – ruchome (X_2). Pola widzenia obserwowane w okularze: a – po skompensowaniu, b – dla małej różnicy współczynników załamania światła, c – dla dużej różnicy współczynników załamania światła.

Promienie biegnące pod naczynkami trafiają na płytkę pomocniczą (8) i po przejściu przez obiektyw lunety (9) i soczewkę skupiającą tworzą w okularze obraz nieruchomych prążków interferencyjnych (Rys. 3 X_1). W przypadku gdy w naczynkach i w komorze pod kuwetami znajduje się ten sam ośrodek – prędkości światła górnych i dolnych wiązek są identyczne – prążki interferencyjne górne (X_2) i dolne (X_1) pokrywają się (Rys. 3 a). Jeżeli ośrodki, przez które przebiegają promienie interferujące różnią się optycznie, czyli prędkości wiązek biegnących przez kuwety są różne, wówczas obraz górnych prążków interferencyjnych jest przesunięty w stosunku do dolnego obserwowanego w okularze (Rys. 3 b i c). Pomiar przy użyciu opisanego wyżej interferometru, polega na znalezieniu różnicy tych przesunięć, która odpowiada różnicy współczynników załamania światła substancji badanej i ośrodka odniesienia. Obrót śruby mikrometrycznej powoduje poruszenie sprzężonej z nią płytki kompensacyjnej i zmianę jej kąta nachylenia w stosunku do kierunku biegu wiązki górnej, przechodzącej przez kuwetę z roztworem badanym. Tym samym, zmienia się długość drogi optycznej wiązki przechodzącej przez roztwór tak, że wraz z wiązką biegnącą przez kuwetę z odnośnikiem, obie dochodzą do okularu w tym samym czasie. Wówczas, dwa najciemniejsze prążki interferencyjne górnego obrazu stanowią przedłużenie prążków dolnego pola. Kąt obrotu płytki, który odczytuje się na liniowej skali śruby mikrometrycznej jest miarą różnicy współczynników załamania światła Δn roztworu i czystego rozpuszczalnika. Jeżeli zachodzi konieczność obliczenia tej różnicy w jednostkach współczynnika załamania, należy przyrząd odpowiednio wyskalować. Do celów analitycznych wystarcza graficzne przedstawienie zależności liczby podziałek W (wartości odczytanej na śrubie mikrometrycznej) od stężenia, czyli wykreślenie krzywej wzorcowej.

Wykonanie ćwiczenia i przedstawienie wyników pomiarów

1. Napełnić wodą destylowaną obydwie kuwety i umieścić je w termostacie.
2. Odczekać około 15 minut dla wyrównania się temperatury w obu naczyniach.
3. Dokonać odczytu liczby podziałek W na śrubie mikrometrycznej dla takiego jej położenia, przy którym system górnych, ruchomych prążków najlepiej pokrywa się ze stałymi prążkami dolnymi (Rys. 3 a). Zanotować wskazanie śruby mikrometrycznej, odpowiadające punktowi zerowemu przyrządu. Opróżnić i wysuszyć obydwie kuwety.
4. Przygotować roztwór wyjściowy, rozcieńczając objętościowo etanol absolutny wodą destylowaną w taki sposób, aby uzyskać 100 cm^3 roztworu o stężeniu $c_p = 5\%$ obj.
5. Sporządzić roztwory wzorcowe o następujących stężeniach etanolu w wodzie: $c_p = 0,5\%, 1\%, 1,5\%, 2\%, 2,5\%, 3\%, 3,5\%, 4\%$ i $4,5\%$ objętościowych, rozcieńczając roztwór wyjściowy (5%) wodą destylowaną.
6. Kuwetę oznaczoną symbolem „R” napełnić roztworem etanolu w wodzie o stężeniu $c_p = 0,5\%$, a drugą – wodą.
7. Dokonać odczytu liczby podziałek W na śrubie mikrometrycznej dla tego roztworu, tak jak opisano to w punkcie 3.
8. Opisane powyżej czynności powtórzyć kolejno dla wszystkich przygotowanych roztworów (1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3%, 3,5%, 4%, 4,5% i 5%).
9. Odczytać na śrubie mikrometrycznej wartość W dla roztworu o nieznanym stężeniu etanolu w wodzie $c_{p,x}$, przygotowanego przez osobę prowadzącą ćwiczenia.

Tabela wyników:

stężenie c_p [% obj.]	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	$c_{p,x}$
liczba podziałek W												

Opracowanie i dyskusja wyników badań

1. Sporządzić wykres zależności wartości W odczytanych na śrubie mikrometrycznej w funkcji stężenia badanych roztworów.
2. Korzystając z zależności $W = f(c_p)$ odczytać wartość stężenia roztworu $c_{p,x}$ przygotowanego przez osobę prowadzącą ćwiczenia.