

**Wyznaczanie lepkości wodnych roztworów sacharozy**

**ćwiczenie nr 20**

*opracowała dr A. Kacperska*

**Zakres zagadnień obowiązujących do ćwiczenia**

1. Oddziaływania międzycząsteczkowe.
2. Definicje lepkości dynamicznej i kinematycznej.
3. Prawa Poiseuille'a i Stokesa.
4. Typy przepływu cieczy.
5. Metody wyznaczania lepkości cieczy.
6. Zależność lepkości od temperatury.
7. Zależność lepkości od stężenia roztworów.

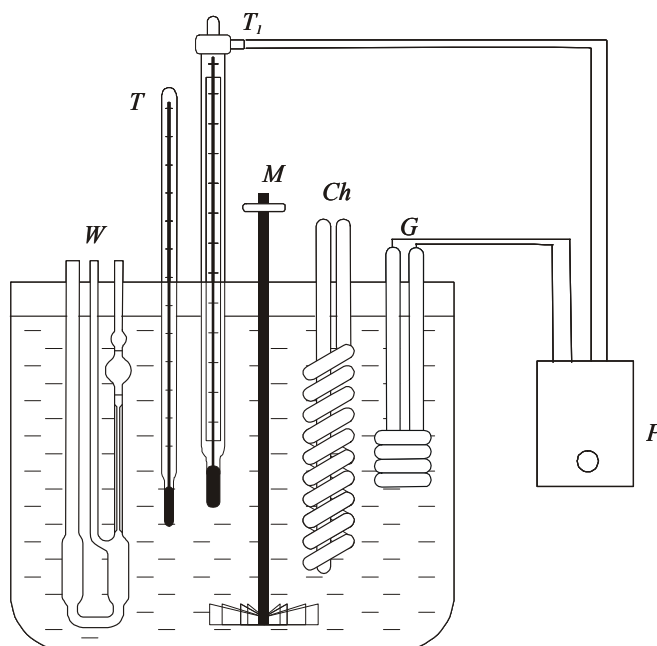
**Literatura**

1. Praca zbiorowa pod red. J. Woźnickiej i H. Piekarskiego, *Ćwiczenia laboratoryjne z chemii fizycznej*, Wydawnictwo UŁ, Łódź 2005
2. Sobczyk L., Kiswa A., Gatner K., Koll A., *Eksperymentalna chemia fizyczna*, PWN, Warszawa 1982.
3. Barrow G., *Chemia fizyczna*, PWN, Warszawa 1978.
4. Sobczyk L., Kiswa A., *Chemia fizyczna dla przyrodników*, PWN, Warszawa 1977.
5. Brdička R., *Podstawy chemii fizycznej*, PWN, Warszawa 1970.

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie współczynnika  $B$  równania Jonesa–Dole’a dla sacharozy w wodzie na podstawie zmierzonych wartości lepkości względnej roztworów o różnych stężeniach.

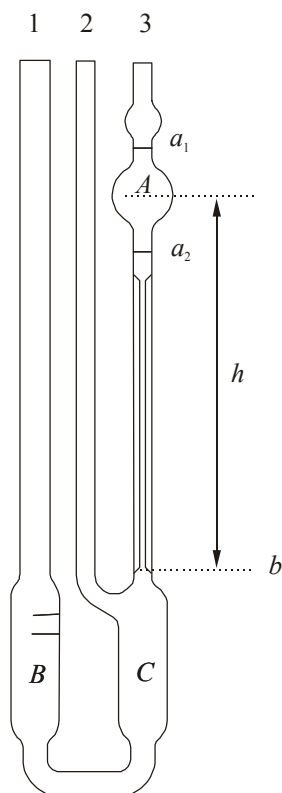
### Układ pomiarowy

Układ pomiarowy (Rys. 1) składa się z termostatu cieczowego (akwarium wypełnione wodą destylowaną), w którym temperatura regulowana jest przy pomocy termoregulatora rtęciowego  $P$ . Czujnikiem temperatury w układzie jest termometr kontaktowy  $T_k$ , który steruje układem przekaźnika rtęciowego  $P$ , zasilającym grzałkę  $G$ . Żądaną temperaturę pracy termostatu ustawia się na termometrze kontaktowym. Termometr  $T$  służy do pomiaru temperatury w termostacie. Dokładność termostatowania wynosi  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ . Chłodnica  $Ch$  zasilana wodą z kranu wspomaga układ termostatujący. Mieszadło  $M$  zapewnia równomierne wymieszanie wody w termostacie. Wiskozymetr  $W$  jest umieszczony w specjalnej oprawie, która zabezpiecza go przed uszkodzeniem. Pomiaru czasu przepływu cieczy dokonuje się przy pomocy czasomierza z dokładnością  $\pm 0,01$  s.



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego.

Pomiary lepkości wodnych roztworów sacharozy przeprowadza się przy użyciu wiskozymetru Ubbelohde'a (Rys. 2) umieszczonego w szklanym termostacie. Jest on zbudowany z trzech rurek połączonych ze sobą w zbiorniku *C*. Szeroka rurka (1) kończy się na dole zbiorniczkiem *B*, na którym zaznaczone są dwie kreski określające poziom, do jakiego należy wlewać ciecz do wiskozymetru. Rurka (3) ma wtopioną kapilare, nad którą znajduje się zbiorniczek *A* z zaznaczonymi poziomami  $a_1$  i  $a_2$ . Aby zmierzyć czas przepływu cieczy w wiskozymetrze, należy napełnić go badaną cieczą tak, aby poziom cieczy w zbiorniku *B* mieścił się między zaznaczonymi kreskami. Następnie, należy zatkać palcem rurkę (2) i gruszką gumową podłączoną do rurki (3) zassać ciecz powyżej poziomu  $a_1$ . Odłączyć gruszkę i odkryć rurkę (2). Po odjęciu palca z rurki (2) ciecz oderwie się na poziomie  $b$ , co zapewnia jednakową wysokość słupa cieczy  $h$  w każdym pomiarze, niezależną od objętości cieczy wlanej do wiskozymetru. Zatem, rurka (2) połączona ze zbiornikiem *C*, powoduje utrzymanie stałego ciśnienia hydrostatycznego cieczy w wiskozymetrze. Mierzy się czas przepływu objętości cieczy zawartej pomiędzy poziomami  $a_1$  i  $a_2$ .



Rys. 2. Wiskozymetr Ubbelohde'a.

### **Odczynniki chemiczne i sprzęt laboratoryjny:**

wodne roztwory sacharozy o stężeniach: 1%, 2%, 3% i 4% wagowych,  
lejek Schotta G1, krystalizator, zlewka (250 cm<sup>3</sup>), gruszka gumowa.

### **Wykonanie ćwiczenia i przedstawienie wyników pomiarów**

Pomiary lepkości względnej roztworów sacharozy o stężeniach 1%, 2%, 3% i 4% wagowych należy wykonać w viskozymetrze Ubbelohde'a w temperaturze 25°C lub 30°C. Temperaturę pomiarów uzgodnić z prowadzącym zajęcia. Ciecz do viskozymetru Ubbelohde'a należy nalewać zawsze przez lejek Schotta.

1. Włączyć termostat i ustawić żadaną temperaturę na termometrze kontaktowym.
2. Przepłukać viskozymetr wodą destylowaną. Płukanie viskozymetru polega na napełnieniu viskozymetru umieszczonego w stojaku wodą destylowaną przez lejek Schotta, a następnie wciągnięciu wody (postępować według wcześniejszego opisu), powyżej zaznaczonej górnej kreski viskozymetru. Odczekać aż woda spłynie z górnego zbiornika przez kapilarę i opróżnić viskozymetr.
3. Napełnić viskozymetr wodą destylowaną i umieścić viskozymetr w termostacie na około 10 min.
4. Zmierzyć czas przepływu wody  $t_0$  między poziomami  $a_1$  i  $a_2$  w viskozymetrze (Rys. 2.) przy pomocy czasomierza z dokładnością  $\pm 0,01$  s. Pomiary czasu przepływu powtórzyć czterokrotnie, a do obliczeń stosować średnią wartość obliczoną z czterech uzyskanych wyników. Zmierzone czasy przepływu powinny mieścić się w granicach  $\pm 0,3$  s. Jeżeli wahania czasów są większe, należy skontrolować temperaturę i zawiadomić prowadzącego ćwiczenia.
5. Wyjąć viskozymetr z termostatu, wylać z niego wodę i przepłukać roztworem sacharozy o najniższym stężeniu, analogicznie jak w przypadku wody (punkt 2).
6. Napełnić viskozymetr ponownie roztworem sacharozy o tym samym stężeniu i umieścić w termostacie na około 10 min.
7. Zmierzyć czterokrotnie czas przepływu  $t$  badanego roztworu w viskozymetrze.
8. Wyjąć viskozymetr z termostatu, wylać z niego roztwór i przepłukać roztworem sacharozy o wyższym stężeniu, analogicznie jak w przypadku wody (punkt 2).
9. Czynności 6–8 powtórzyć dla wszystkich badanych roztworów sacharozy.
10. Po zakończeniu pomiarów viskozymetr należy przepłukać wodą destylowaną.

Tabela wyników pomiarów

Woda	Czas przepływu $t_0$ [s]				
	Pomiar I	Pomiar II	Pomiar III	Pomiar IV	Wartość średnia
Roztwory sacharozy [% wag]	czas przepływu $t$ [s]				
	Pomiar I	Pomiar II	Pomiar III	Pomiar IV	Wartość średnia
1					
2					
3					
4					

### Opracowanie i dyskusja wyników pomiarów

1. Obliczyć lepkość względną  $\eta_{wz}$  badanych roztworów ze wzoru:

$$\eta_{wz} = \frac{\rho t}{\rho_0 t_0} \quad (1)$$

gdzie:  $t$  – średni czas przepływu badanego roztworu,  $t_0$  – średni czas przepływu wody,  $\rho$  – gęstość roztworu sacharozy,  $\rho_0$  – gęstość wody.

Gęstości wody i roztworów sacharozy zaczerpnąć z tabeli 1.

2. Obliczyć stężenie molowe roztworów sacharozy  $c$  [mol dm<sup>-3</sup>].
3. Sporządzić wykres zależności  $\eta_{wz} = f(c)$ .
4. Metodą graficzną obliczyć współczynnik  $B$  równania Jonesa–Dole’a (2) dla sacharozy w wodzie:

$$\eta_{wz} = 1 + Bc \quad (2)$$

5. Zinterpretować otrzymany rezultat badań.

Tabela wyników obliczeń

Roztwór sacharozy [%wag]	$c$ [mol dm <sup>-3</sup> ]	$\eta_{wz}$	$B$ [dm <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> ]
1			
2			
3			
4			

Tabela 1. Gęstości wody  $\rho_0$  i wodnych roztworów sacharozy  $\rho$  [ $\text{g cm}^{-3}$ ]

Temperatura [°C]	Woda	1% wag	2% wag	3% wag	4% wag
25	0,9971	1,0009	1,0048	1,0087	1,0127
30	0,9966	0,9995	1,0034	1,0073	1,0112