

## OZNACZANIE ŚREDNIEJ MASY CZĄSTECZKOWEJ POLIMERU

## WSTĘP

Lepkość roztworu polimeru jest z reguły większa od lepkości rozpuszczalnika. Dla polimeru **lepkość graniczna**  $[\eta]$  określa zmianę lepkości roztworu przypadającą na jednostkę stężenia polimeru lub substancji wielkocząsteczkowej przy stężeniu dążącym do zera.

$$[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} \left[ \frac{\eta - \eta_0}{\eta} \cdot \frac{1}{c} \right] \quad (1)$$

gdzie

$\eta$  – lepkość roztworu,

$\eta_0$  – lepkość rozpuszczalnika zaś  $c$  stężenie molowe substancji rozpuszczonej,

$c$  – stężenie molowe substancji rozpuszczonej.

Związek między graniczną liczbą lepkościową polimeru i jego masą cząsteczkową określa wzór Marka-Kuhna-Houwinka:

$$[\eta] = K M^\alpha \quad (2)$$

gdzie  $K$  oraz  $\alpha$  są stałymi empirycznymi, zależnymi od temperatury i charakterystycznymi dla danego układu rozpuszczalnik – polimer.

Znając stałe  $K$  i  $\alpha$  dla danego polimeru można, metodą pomiaru lepkości, poprzez ekstrapolację wartości  $\eta_{zre}$  do  $c = 0$  i wyznaczenie  $[\eta]$ , określić masę cząsteczkową polimeru. Ta metoda daje dobre wyniki jeżeli pomiary lepkości wykonujemy dla rozcieńczonych roztworów polimerów w dokładnie termostatowanych układach.

## Pomiar lepkości metodą Ostwalda

Jest to metoda przepływu, która opiera się na pomiarze czasu przepływu określonej objętości przez wzorcową rurkę kapilarną pod działaniem określonej różnicy ciśnień. Przepływ cieczy przez rurki kapilarne odbywa się zgodnie z prawem Poiseuillea, można wyrazić równaniem:

$$v = \frac{\pi r^4 p t}{8 \eta l} \quad (3)$$

gdzie

$v$  – objętość cieczy wypływającej w ciągu czasu  $t$ ,

$l$  – długość kapilary,

$r$  – promień kapilary,

$p$  – różnica ciśnień.

Gdy ciecz wypływa tylko pod działaniem własnego ciężaru, mamy zależność:

$$p = \frac{h_1 - h_2}{2} d \cdot g \quad (4)$$

gdzie

$(h_1 - h_2)$  – różnica poziomów,

$d$  – gęstość cieczy,

$g$  – przyspieszenie ziemskie.

Mierząc kolejno czas przepływu równych objętości dwóch różnych cieczy przez tę samą rurkę kapilarną pod działaniem ciężaru, otrzymujemy z prawa Poisseuillea, po uwzględnieniu poprzedniego wzoru, zależność:

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{d_1 \cdot t_1}{d_2 \cdot t_2} \quad (5)$$

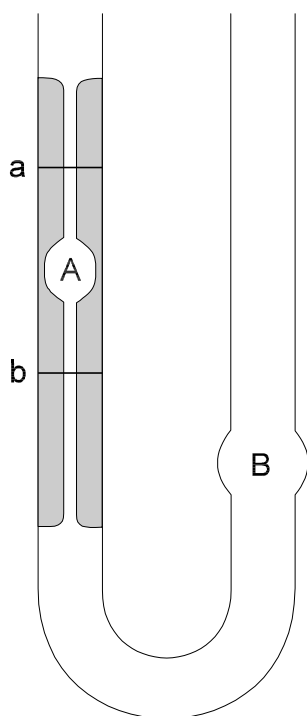
Znając lepkość jednej cieczy możemy obliczyć lepkość drugiej cieczy. Gdy pewną ciecz przyjmiemy za wzorzec, to stosunek lepkości bezwzględnej cieczy badanej do tejże lepkości cieczy wzorcowej jest lepkością względną:

$$\eta' = \frac{\eta_x}{\eta_0} = \frac{d_x \cdot t_x}{d_0 \cdot t_0} \quad (6)$$

gdzie

$d_0, \eta_0, t_0$  – dotyczą cieczy wzorcowej.

Zwykle cieczą wzorcową jest woda i wówczas wystarczy zmierzona lepkość względną pomnożyć przez bezwzględną lepkość wody, aby otrzymać bezwzględną lepkość badanej cieczy. Do pomiaru lepkości tą metodą używa się wiskozymetru Ostwalda (Rys. 22.1). Do zbiornika A wciąga się badaną ciecz (do pomiarów zawsze tą samą dokładnie objętość cieczy). Za pomocą stopera mierzy się czas wypływu objętości cieczy zawartej między poziomami a i b. Wiskozymetr należy umieścić w termostacie.



Rys.1 Wiskozymetr Ostwalda

## CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie średniej masy cząsteczkowej polietylenoglikolu.

## APARATURA

Lepkościomierz Ostwalda  
Termostat  
Stoper

## SZKŁO

Naczyńka wagowe – 2 szt.  
Kolbki miarowe 50 m – 5 szt.

**ODCZYNNIKI**

Polimer – polietylenoglikol (PEG)

Rozpuszczalnik – woda destylowana

**WYKONANIE ĆWICZENIA**

1. Zważyć na wadze analitycznej próbki polimeru o masach: 0,01, 0,05, 0,10, 0,15 i 0,25g.
2. Przenieść próbki do kolbki miarowej i dopełnić rozpuszczalnikiem do kreski.
3. Umieścić lepkościomierz w termostacie, napełniać kolejno roztworami polimeru i po uzyskaniu temp 25°C zmierzyć czas przepływu roztworu.
4. Powtórzyć pomiar trzykrotnie.
5. W taki sam sposób zmierzyć czas przepływu czystego rozpuszczalnika.

**OPRACOWANIE WYNIKÓW**

1. Obliczyć  $\eta_{zre}$  jako:

$$\eta_{zre} = \frac{t_r - t_0}{t_0} \quad (7)$$

gdzie

$t_r$  – czas przepływu roztworu,

$t_0$  – czas przepływu rozpuszczalnika.

2. Sporządzić wykres zależności  $\eta_{zre} = f(c)$ , stężenie wyrazić w g/100 cm<sup>3</sup>.
3. Z wykresu odczytać wartość  $[\eta]$ .
4. Odczytać z tabeli nr 1 wartość  $K$  i  $\alpha$  dla badanego polimeru i rozpuszczalnika.
5. Obliczyć średnią masę cząsteczkową polimeru ze wzoru (1).

**Tabela. 1.** Stałe równania Marka-Kuhna-Houwinka

Polimer	Rozpusz-czalnik	Temperatura °C	$K$	$a$
Polistyren	benzen	25	$0,42 \cdot 10^{-4}$	0,774
Polialkohol winylowy	woda	25	$3 \cdot 10^{-1}$	0,5
Poliocetan winylu	aceton	20	$2,09 \cdot 10^{-4}$	0,68
Poliwinylopirolidon	woda	25	$5,65 \cdot 10^{-2}$	0,55
Polietylenoglikol	woda	20	$4,65 \cdot 10^{-4}$	0,67

Wzór tabeli i schematu opracowania

..... Wydział	..... Imię i Nazwisko studenta	..... Data wykonywania ćwiczenia:
..... Kierunek Studia niestacjonarne		
Nr grupy: .....	..... Nr ćwiczenia:	..... Nazwisko Prowadzącego:
Nr zespołu: .....		

1. Temat ćwiczenia:
2. Cel ćwiczenia:
3. Pomiary:
4. Obliczenia:
5. Wykresy:
6. Wnioski:

template