

**K02**

*Instrukcja wykonania ćwiczenia*

**Wyznaczanie krytycznego stężenia micelizacji (CMC) z pomiarów napięcia  
powierzchniowego**

**Zakres zagadnień obowiązujących do ćwiczenia**

1. Podział surfaktantów.
2. Zachowanie się cząsteczek amfifilowych w roztworach wodnych.
3. Metody wyznaczania Krytycznego Stężenia Micelizacji.

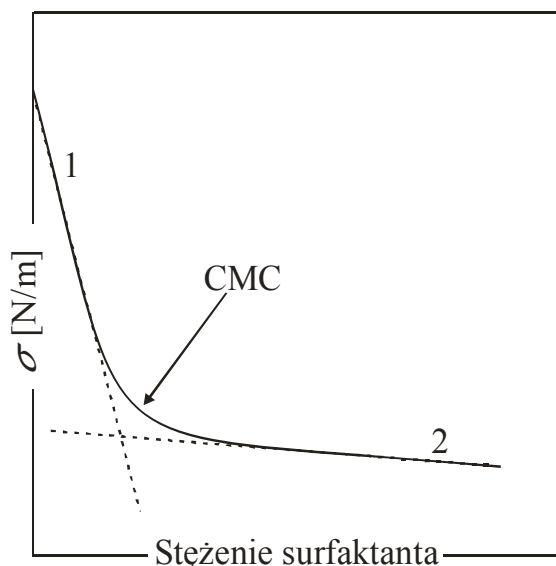
**Literatura**

1. Dutkiewicz E., Fizykochemia powierzchni, WNT, Warszawa 1998.
2. Zieliński R., Surfaktanty. Budowa, właściwości, zastosowania, WUE, Poznań 2017

**Celem ćwiczenia jest wyznaczenie Krytycznego Stężenia Micelizacji (CMC) 2-butoksyetanolu w wodzie przez pomiar napięcia powierzchniowego jego roztworów metodą stalagmometryczną.**

Niektóre cząsteczki organiczne składają się z dwu części (fragmentów), różniących się własnościami: hydrofilowej (polarnej) - o wysokim powinowactwie do rozpuszczalników polarnych, takich jak woda, oraz hydrofobowej (niepolarnej), którą najczęściej stanowi łańcuch węglowodorowy, o powinowactwie do rozpuszczalników niepolarnych (np. węglowodorów). Cząsteczki zawierające zarówno grupy hydrofilowe jak i hydrofobowe nazywane są cząsteczkami amfifilowymi. Obecność cząsteczek amfifilowych na powierzchni wody obniża jej napięcie powierzchniowe, dlatego też substancje te nazywane są związkami powierzchniowo czynnymi lub surfaktantami (tenzydami).

Krytyczne Stężenie Micelizacji (ang. Critical Micelle Concentration – CMC), jest w danej temperaturze parametrem charakterystycznym dla danego związku powierzchniowo czynnego i oznacza jego stężenie, powyżej którego samorzutnie tworzą się micelle.



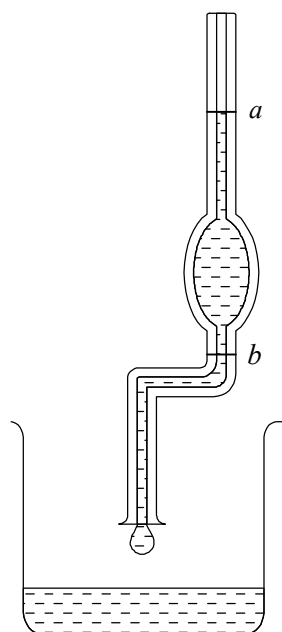
Rys.1. Zależność zmian napięcia powierzchniowego roztworów związku powierzchniowo czynnego od stężenia. Strzałką zaznaczono Krytyczne Stężenie Micelizacji (CMC).

Mierząc napięcie powierzchniowe roztworów związku powierzchniowo czynnego o różnych stężeniach otrzymujemy wykres analogiczny jak na rys.1.

Punkt, w którym prosta obrazująca szybkie zmiany napięcia powierzchniowego (część 1 całej krzywej na Rys.1) przecina się z prostą opisującą powolne zmiany napięcia powierzchniowego (część 2 krzywej) określa wielkość krytycznego stężenia micelizacji (CMC).

### Układ pomiarowy

Układ pomiarowy składa się ze stalagmometru (rys. 2), zamontowanego na statywie.



Rys. 2. Stalagmometr

**Metoda stalagmometryczna wyznaczania napięcia powierzchniowego** związana jest ze zjawiskiem tworzenia się kropelek cieczy przy jej wypływie z kapilary (rys. 2). Ciecz wypływająca powoli z pionowej grubościennej kapilary (o kolistej, gładko zeszlifowanej dolnej powierzchni), zbiera się na niej w postaci kropli.

Kropla odrywa się od powierzchni, gdy jej ciężar stanie się równy co do wielkości iloczynowi napięcia powierzchniowego działającego na obwodzie koła i długości okręgu:

$$mg = 2\pi r\sigma \quad (1)$$

gdzie:

$m$  – masa kropli

$g$  – przyspieszenie ziemskie

$r$  – promień koła wzdłuż obwodu od którego odrywa się kropla

Jeżeli :

- objętość cieczy w stalagmometrze pomiędzy poziomami  $a$  i  $b$  wynosi  $V$
- liczba kropli cieczy wypływających ze stalagmometru przy jej przepływie między poziomami  $a$  i  $b$  –  $n$
- gęstość cieczy badanej –  $d$

to masę jednej kropli wyraża zależność:

$$m = \frac{Vd}{n} \quad (2)$$

Stąd

$$\frac{Vdg}{n} = 2\pi r\sigma \quad (3)$$

$$\sigma = \frac{Vdg}{2\pi rn} \quad (4)$$

Zazwyczaj stosujemy metodę porównawczą, mierząc ilość kropli cieczy wzorcowej o znanym napięciu  $\sigma_0$  i cieczy badanej  $\sigma$ . Zastosowanie metody porównawczej prowadzi do zależności:

$$\frac{\sigma}{\sigma_0} = \frac{n_0 d}{n d_0} \quad (5)$$

Najczęściej cieczą wzorcową jest rozpuszczalnik (np. woda).

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

2-butoksyetanol, woda destylowana, stalagmometr, statyw, 8 kolbek o poj. 50 ml, pipeta miarowa o poj. 25 ml, pipeta miarowa o poj. 5 ml, krystalizator o poj. 50 ml, gruszka gumowa.

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

1. Przygotować po 30 cm<sup>3</sup> roztworów 2-butoksyetanolu o następujących stężeniach: 2, 4, 6, 8, 10, 14 i 18 % wagowych. Przy przygotowywaniu roztworów założyć, że gęstości czystych składników wynoszą 1g/cm<sup>3</sup>.
2. Zmierzyć liczbę kropli cieczy wypływających ze stalagmometru przy jej przepływie między poziomami  $a$  i  $b$ . Pomiarów wykonać trzykrotnie dla wody (cieczy wzorcowej),

oraz dla wszystkich przygotowanych roztworów. Wyniki pomiarów zamieścić w tabeli wyników.

3. Obliczyć napięcie powierzchniowe badanych roztworów, wykorzystując zależność:

$$\sigma = \sigma_0 \frac{n_0 d}{n d_0} \quad (6)$$

gdzie:

$n_0$ ,  $\sigma_0$  i  $d_0$  – odpowiednio liczba kropeł, napięcie powierzchniowe i gęstość cieczy wzorcowej (wody)

$n$ ,  $\sigma$  i  $d$  – liczba kropeł, napięcie powierzchniowe i gęstość cieczy badanej (roztworu).

Wyniki zamieścić w tabeli.

Napięcie powierzchniowe wody odpowiadające temperaturze pomiarów (25<sup>0</sup>C) wynosi 71.85 10<sup>-3</sup> [N m<sup>-1</sup>], a gęstość 0,997044 [g cm<sup>-3</sup>].

Gęstości wodnych roztworów 2-butoksyetanolu w 25<sup>0</sup>C zestawione są w poniższej tabeli:

$C_p$ / %wag.	0	2	4	6	8	10	14	18
$d$ / g/cm <sup>3</sup>	0,99705	0,99667	0,99597	0,99524	0,99448	0,99370	0,99205	0,99026

4. Sporządzić wykres zależności napięcia powierzchniowego od stężenia roztworu  $\sigma=f(c)$ .
5. Obliczyć (metodą najmniejszych kwadratów), współczynniki  $a$  i  $b$  równań prostych, opisujących zależność napięcia powierzchniowego od stężenia w zakresie niskich stężeń (równanie prostej 1, Rys.1) i większych stężeń (równanie prostej 2, Rys.1.), 2-butoksyetanolu.
6. Znaleźć punkt przecięcia obu prostych odpowiadający takiemu stężeniu tenzydu, przy którym napięcia powierzchniowe dla obu zakresów stężeń 2-butoksyetanlu są sobie równe.

Jeżeli równanie prostej (1) ma postać  $y = a_1 + b_1x$ , a równanie prostej (2) postać  $y = a_2 + b_2x$  to obie proste przecinają się w punkcie odpowiadającym krytycznemu stężeniu micelizacji (CMC), które możemy obliczyć równaniem  $CMC = \frac{a_1 - a_2}{b_2 - b_1}$ .

7. Na wykresie  $\sigma=f(c)$  nanieść proste (1) i (2) oraz zaznaczyć punkt ich przecięcia odpowiadający CMC.
8. Sformułować wnioski.

Tabela wyników pomiarów i obliczeń

Nr	Stężenie 2-butoksyetanolu $C_p$ % wag.	Liczba kropeł				Napięcie powierzchniowe $\sigma$ / N·m <sup>-1</sup>
		Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3	Średnia	
1	0 (woda)					
2	2					
3	4					
4	6					
5	8					
6	10					
7	14					
8	18					