

**Izoterma rozpuszczalności w układzie trójskładnikowym**

**ćwiczenie nr 28**

**Zakres zagadnień obowiązujących do ćwiczenia**

1. Stan równowagi układu i rodzaje równowag
2. Składnik, faza i stopnie swobody
3. Wyprowadzenie reguły faz i jej zastosowanie
4. Wykres fazowy wody
5. Sposoby przedstawiania równowagi fazowej układu trójskładnikowego

**Literatura**

1. Praca zbiorowa pod red. Woźnickiej J. i Piekarskiego H., *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. Atkins P. W., *Chemia fizyczna*, PWN, Warszawa 2001.
4. Brdička R., *Podstawy chemii fizycznej*, PWN, Warszawa 1970.
5. Praca zbiorowa pod red. Kamieńskiego B., *Chemia fizyczna*, PWN, Warszawa 1980.

**Celem ćwiczenia jest wyznaczenie izoterm rozpuszczalności w układzie trójskładnikowym : woda–toluen–etanol w temperaturach  $T_1 = 293\text{ K}$  i  $T_2 = 308\text{ K}$ .**

### CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

#### **Układ pomiarowy**

Układ pomiarowy składa się z dwóch termostatów służących do utrzymywania stałej temperatury badanych mieszanin trójskładnikowych.

#### **Odczynniki chemiczne i szkło laboratoryjne:**

toluen, alkohol etylowy, woda destylowana;

8 probówek z korkami, 3 pipety miarowe  $5\text{ cm}^3$ , pipeta automatyczna  $0,1\text{ cm}^3$ .

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

1. W probówkach przygotować 6 mieszanin wody z toluenem i etanolem o składach objętościowych  $V_w$ ,  $V_t$  i  $V_0$  podanych w tabeli 1. (Używać różnych pipet miarowych).
2. Probówki umieścić w termostacie o temperaturze  $T_2 = 308\text{ K}$ . W dodatkowej probówce umieścić etanol potrzebny do miareczkowania próbek.
3. Po upływie około 20 minut od momentu ustalenia się temperatury w termostacie, rozpocząć miareczkowanie kolejnych próbek. W tym celu dodawać etanol za pomocą pipety o pojemności  $0,1\text{ cm}^3$ , aż do chwili zaniku zmętnienia roztworu. Zanotować objętości zużytego etanolu  $V_1$ .

*Po dodaniu każdej porcji alkoholu etylowego, probówkę wyjąć z termostatu, intensywnie wstrząsnąć i ponownie umieścić w termostacie.*

*Objętość alkoholu etylowego zużyta na zmiareczkowanie mieszaniny wody z toluenem w temperaturze  $T_2 = 308\text{ K}$  jest sumą objętości  $V_0$  i  $V_1$ .*

4. Po zmiareczkowaniu każdej z mieszanin w temperaturze wyższej, probówkę przenieść do termostatu o temperaturze  $T_1 = 293\text{ K}$  (następuje zmętnienie roztworów).
5. Po 20 minutach rozpocząć miareczkowanie heterogenicznych roztworów, dodając alkohol porcjami po  $0,1\text{ cm}^3$ . Zanotować objętości zużytego etanolu  $V_2$ .

*Objętość alkoholu etylowego zużyta na zmiareczkowanie mieszaniny w temperaturze  $T_1 = 293\text{ K}$  jest sumą objętości  $V_0$ ,  $V_1$  i  $V_2$ .*

6. Po zakończeniu miareczkowania zawartość probówek wylać do butli z napisem **ZLEWKI ORGANICZNE**. Puste probówki umieścić w statywie do góry dnem **(bez dodatkowego mycia wodą !!!)**

Tabela 1: Objętości i masy badanych mieszanin w układzie woda+toluen+etanol

Woda			Toluen		Etanol							
Nr	$V_w$ / cm <sup>3</sup>	$m_w$ / g	$V_t$ / cm <sup>3</sup>	$m_t$ / g	$V_0$ / cm <sup>3</sup>	$m_0$ / g	$V_1$ / cm <sup>3</sup>	$m_1$ / g	$(m_0+m_1)$ / g	$V_2$ / cm <sup>3</sup>	$m_2$ / g	$(m_0+m_1+m_2)$ / g
1	0,5		5,5		2,5							
2	1,0		5,0		3,5							
3	2,0		4,0		6							
4	3,0		3,0		6							
5	4,0		2,0		7							
6	5,0		1,0		7							

Tabela 2: Skład procentowy badanych mieszanin homogenicznych

Woda		Toluen		Etanol		
Nr	293 K	308 K	293 K	308 K	293 K	308 K
	$c$ [%wag]		$c$ [%wag]		$c$ [%wag]	
1						
2						
3						
4						
5						
6						

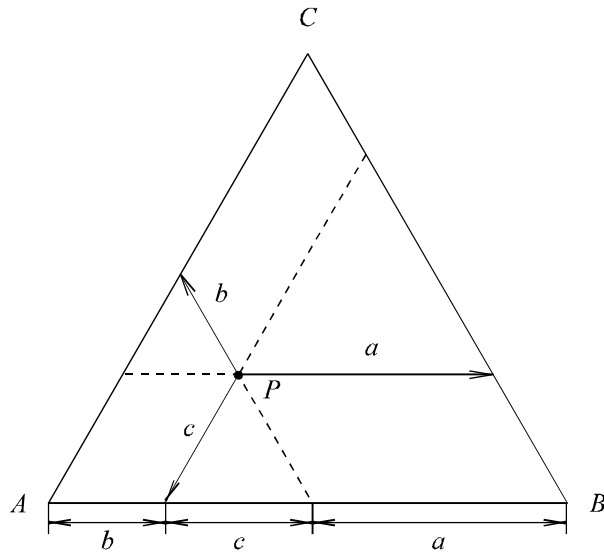
### Opracowanie i dyskusja wyników pomiarów

1. Obliczyć masy poszczególnych składników, tj. wody ( $m_w$ ), toluenu ( $m_t$ ) oraz etanolu ( $m_0$ ) użytych do przygotowania mieszanin w temperaturze otoczenia; masę etanolu potrzebnego do zmiareczkowania układu w 308 K ( $m_1$ ), masę etanolu potrzebnego do zmiareczkowania układu w 293 K ( $m_2$ ). Wartości  $m_w$ ,  $m_t$  i  $m_0$  obliczyć na podstawie gęstości dla temperatury otoczenia (wyinterpolowanej z danych tabeli 3). Wartość  $m_1$  obliczyć na podstawie gęstości w 308 K, wartość  $m_2$  – na podstawie gęstości w 293 K.
2. Obliczyć skład mieszanin i podać go w procentach wagowych  $c$  [% wag] w tabeli 2.
3. Wykreślić izotermy rozpuszczalności w temperaturze 293 K i 308 K. W tym celu wyniki obliczeń przedstawić w trójkącie Gibbsa–Roosebooma (patrz niżej: *Zasada konstrukcji wykresu*). Wykres wykonać na papierze milimetrowym.
4. Zinterpretować uzyskane rezultaty.

Tabela 3. Gęstość cieczy  $d$  [ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ]

Temperatura $T$ / K	Woda	Toluen	Etanol
293	0,99823	0,86696	0,78932
308	0,99406	0,85301	0,77639

### Zasada konstrukcji wykresu



Rys. 1. Sposób wykreślenia izotermy rozpuszczalności w trójkącie Gibbsa–Roosebooma.

Metoda przedstawienia składu układu trójskładnikowego na płaszczyźnie wykorzystuje własność trójkąta równobocznego (Rys. 1). Suma odległości punktu  $P$  od każdego boku trójkąta (mierzonych wzdłuż prostych równoległych do boków) jest stała i równa długości boku trójkąta. Punkt  $P$  odpowiadający układowi  $ABC$  o składzie:  $a\%$  składnika  $A$ ,  $b\%$  składnika  $B$  i  $c\%$  składnika  $C$  można znaleźć w sposób następujący:

- na boku  $AB$  trójkąta zaznaczyć odcinek  $b$  odpowiadający zawartości składnika  $B$  ( $b\%$ ) i wykreślić prostą równoległą do boku przeciwległego wierzchołkowi  $B$
- z wierzchołka  $B$  trójkąta, również na boku  $AB$ , odmierzyć odcinek  $a$  odpowiadający zawartości składnika  $A$  ( $a\%$ ) i przeprowadzić prostą równoległą do boku przeciwległego wierzchołkowi  $A$ . Szukany punkt  $P$  jest punktem przecięcia poprowadzonych dwóch prostych równoległych, a środkowy odcinek  $c$  określa zawartość trzeciego składnika ( $c\%$ )
- zaznaczyć wszystkie punkty  $P$  odpowiadające składom, w których układ dwufazowy przechodzi w jednofazowy i połączyć je w celu uzyskania izotermy rozpuszczalności