

**Zastosowanie destylacji z parą wodną
do oznaczania masy molowej cieczy niemieszającej się z wodą**

ćwiczenie nr 35

opracował prof. B. Palecz

Zakres zagadnień obowiązujących do ćwiczenia

1. Wzajemna rozpuszczalność cieczy.
2. Prężność pary mieszanin dwuskładnikowych jako funkcja składu.
3. Procesy destylacji.

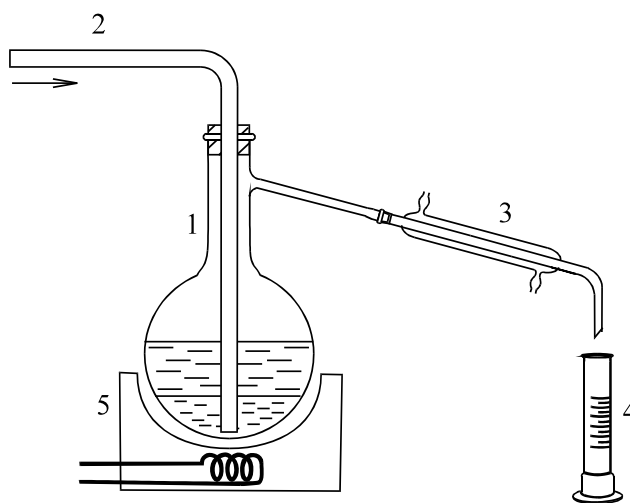
Literatura

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. Barrow G. M., *Chemia fizyczna*, PWN, Warszawa 1971.
4. Brdička R., *Podstawy chemii fizycznej*, PWN, Warszawa 1970.
5. Kroh J., Łaźniewski M., *Chemia fizyczna*, PZWL, Warszawa 1967.
6. Buchowski H., Ufnalski W., *Roztwory*, WNT, Warszawa 1995.
7. Praca zbiorowa pod redakcją Basińskiego A., *Chemia fizyczna*, PWN, Warszawa 1965.

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie masy molowej aniliny metodą destylacji z parą wodną.

Układ pomiarowy

Doświadczenie przeprowadza się w standardowym aparacie do destylacji z parą wodną (Rys. 1). Układ składa się z kolby destylacyjnej (1), rurki doprowadzającej parę wodną (2), chłodnicy (3), cylindra miarowego (4) i podgrzewacza (5). Temperaturę wrzenia wody i mieszaniny (z dokładnością $\pm 0,005^\circ$) oznacza się w ebuliometrze Świętosławskiego, który jest wyposażony w termometr Beckmanna.



Rys. 1. Zestaw pomiarowy do destylacji z parą wodną

Uwaga:

Ze względu na to, że ebuliometr ulega łatwo uszkodzeniu, a jego naprawa jest kosztowna i trudna, przy jego obsłudze należy przestrzegać następujących zasad:

1. Napięcie na autotransformatorze ustala prowadzący zajęcia.
2. Autotransformator włącza się do sieci wtedy, gdy ebuliometr jest napełniony cieczą.
3. Ebuliometr należy napełniać cieczą wówczas, kiedy jest wystudzony.
4. Po zakończeniu pomiarów ebuliometr należy napełnić wodą destylowaną.

Odczynniki chemiczne i sprzęt laboratoryjny:

woda, anilina,

lupka, cylinder miarowy (50 cm³), zlewka (250 cm³).

Wykonanie ćwiczenia i przedstawienie wyników pomiarów

1. Opróżniony i schłodzony ebulliometr napełnić wodą destylowaną (po wcześniejszym kilkukrotnym przemyciu go wodą) i **po ustaleniu się równowagi**, odczytać na termometrze Beckmanna temperaturę wrzenia wody τ_w^* pod ciśnieniem atmosferycznym (*równowaga w ebulliometrze jest osiągnięta gdy odczytywana temperatura jest stała w okresie 8-10 minut*).
2. W czasie ustalania się równowagi w ebulliometrze napełnionym wodą, w aparacie do destylacji oddestylować do cylindra miarowego około 50 cm³ mieszanki wody z aniliną.
3. Po dokładnym rozdzieleniu destylatu w cylindrze odczytać objętości oddestylowanej wody V_w oraz aniliny V_x .
4. Ebulliometr, po opróżnieniu z wody i schłodzeniu, napełnić mieszaniną wody i aniliny (po dokładnym wymieszaniu obu składników).
5. Po ustaleniu się w ebulliometrze równowagi ciecz – para, odczytać na termometrze Beckmanna wartość odpowiadającą temperaturze wrzenia mieszaniny $\tau_{1,2}$.
6. Odczytać na barometrze wartość ciśnienia atmosferycznego p , pod którym został przeprowadzony eksperyment oraz temperaturę otoczenia t_p .
7. Otrzymane wyniki pomiarów zamieścić w poniższej tabeli.
8. Po zakończeniu ćwiczenia, zawartość ebulliometru opróżniamy a ciecz wlewamy do aparatu do destylacji.

Tabela wyników pomiarów

V_w [cm ³]	V_x [cm ³]	$\tau_{1,2}$ [deg]	τ_w^* [deg]	p [hPa]	t_p [°C]

Opracowanie i dyskusja wyników pomiarów

1. Wykreślić zależność prężności pary wodnej od temperatury, korzystając z wartości zamieszczonych w Tabeli 1.
2. Posługując się otrzymaną zależnością $p_w^* = f(T_w^*)$ odczytać temperaturę wrzenia wody T_w^* odpowiadającą ciśnieniu atmosferycznemu p , panującemu w warunkach doświadczenia.
3. Obliczyć wartość rzeczywistej temperatury wrzenia mieszaniny $T_{1,2}$ pod ciśnieniem atmosferycznym. Różnica ΔT pomiędzy rzeczywistą temperaturą wrzenia wody T_w^* oraz badanej mieszaniny $T_{1,2}$ (w Kelvinach) jest równa różnicy temperatur $\Delta \tau$ uzyskanych przy pomocy termometru Beckmanna .
4. Posługując się wykreśloną wcześniej krzywą prężności pary odczytać wartość prężności pary wodnej p_w^* w temperaturze wrzenia wody z aniliną $T_{1,2}$.
5. Z równania (1) obliczyć prężność pary aniliny p_x^* w temperaturze wrzenia mieszaniny:

$$p_x^* = p - p_w^* \quad (1)$$

6. Obliczyć masę wody m_w i aniliny m_x otrzymane w procesie destylacji, korzystając z uzyskanych objętości wody V_w i aniliny V_x oraz gęstości d_w i d_x tych substancji w temperaturze pomiaru t_p (Tabela 2).
7. Ze wzoru (2) obliczyć masę molową aniliny M_x :

$$M_x = M_w \frac{m_x}{m_w} \frac{p_w^*}{p - p_w^*} \quad (2)$$

8. Wyniki obliczeń zamieścić w tabeli wyników.
9. Oblicz maksymalny błąd względny obliczonej masy molowej (patrz Literatura [1]). Znając rzeczywistą masę molową aniliny, oblicz popełniony błąd. Porównaj i przeanalizuj obie wielkości. Przyjmij, że błąd związany z określeniem prężności par, w sumie nie przekracza 2 %. Niezależnie od błędów eksperymentalnych możesz przyjąć, że zastosowanie praw gazu doskonałego wnosi dodatkowy błąd rzędu 5%.

Tabela wyników obliczeń

T_w^* [K]	$T_{1,2}$ [K]	p_w^* [hPa]	p_x^* [hPa]	d_w [g cm ⁻³]	d_x [g cm ⁻³]	m_w [g]	m_x [g]	M_w [g mol ⁻¹]	M_x [g mol ⁻¹]

Tabela 1. Zależność prężności pary wodnej od temperatury

Temperatura t_w [°C]	Temperatura T_w [K]	Prężność pary wodnej p_w^* [mm Hg]	Prężność pary wodnej p_w^* [hPa]
94	367,15	610,9	814
95	368,15	633,9	845
96	369,15	657,6	876
97	370,15	682,1	909
98	371,15	707,3	943
99	372,15	733,2	977
100	373,15	760,0	1013
101	374,15	787,6	1050

Tabela 2. Zależność gęstości wody d_w i aniliny d_x od temperatury

Temperatura t_p [°C]	Gęstość wody d_w [g cm ⁻³]	Gęstość aniliny d_x [g cm ⁻³]
15	0,9991	1,0261
16	0,9989	1,0252
17	0,9987	1,0243
18	0,9986	1,0235
19	0,9984	1,0226
20	0,9982	1, 0217
21	0,9980	1,0209
22	0,9978	1,0200
23	0,9975	1,0192
24	0,9973	1,0183
25	0,9970	1,0175