

Wyznaczanie masy molowej substancji lotnej metodą V. Meyera

ćwiczenie nr 22

opiekun ćwiczenia: dr M. Tkaczyk

Zakres zagadnień obowiązujących do ćwiczenia

1. Gaz doskonały – charakterystyka, prawa opisujące jego zachowanie.
2. Teoria kinetyczno – molekularna gazu doskonałego (ciśnienie, prędkość, energia kinetyczna, zasada ekwipartycji energii).
3. Gazy rzeczywiste (współczynnik ściśliwości, wirjalne równanie stanu, równanie van der Waalsa i jego interpretacja, związki między stałymi a i b a parametrami krytycznymi, zredukowana postać równania van der Waalsa).

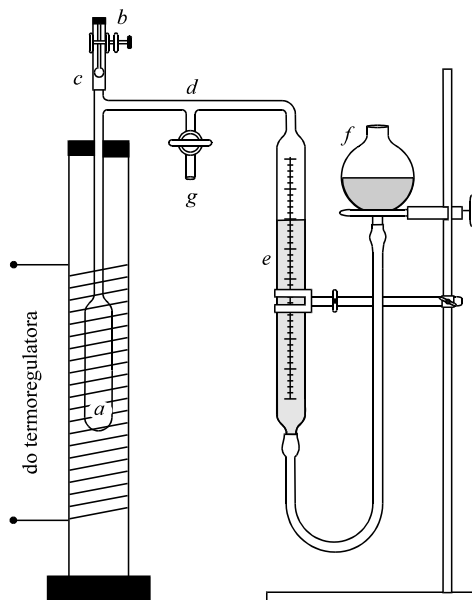
Literatura

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. Brdička R., *Podstawy chemii fizycznej*, PWN, Warszawa 1970.
4. Praca zbiorowa pod red. Basińskiego A., *Chemia fizyczna*, PWN, Warszawa 1980.
5. Sobczyk L., Kiswa A., *Chemia fizyczna dla przyrodników*, PWN, Warszawa 1977.
6. Szarawara J., *Termodynamika chemiczna*, WNT, Warszawa 1985.
7. Atkins P. W., *Chemia fizyczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.

Opracowanie ćwiczenia dr J. Woźnicka

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie masy molowej ciekłej substancji lotnej metodą V. Meyera oraz obliczenie i analiza błędów wyznaczonej wielkości.

Układ pomiarowy



Rys. 1. Schemat układu do pomiaru masy molowej substancji metodą V. Meyera

Aparat V. Meyera (Rys.1) składa się z rurki *a*, w której odparowuje się badaną substancję. Rurka umieszczona jest w piecyku elektrycznym z możliwością regulacji temperatury. Górny wylot rurki zakończony jest wężykiem z polietylenu, w którym osadzony jest korek *b*. Konstrukcja korka umożliwia osadzenie w nim ampułki *c* z badaną substancją. W chwili rozpoczęcia właściwego pomiaru, szyjkę ampułki łamie się przy pomocy ściskacza nakładanego na wężyk z polietylenu. Ampułka opada na dno rurki, a zawarta w niej ciecz wyparowuje i wypycha powietrze zawarte w rurze. Aparat Meyera zaopatrzony jest w boczną rurkę *d*, służącą do doprowadzenia do biurety gazowej *e* wypchniętego powietrza. Z biuretą połączony jest zbiornik *f*, który służy do wyrównania ciśnień. Oba te naczynia wypełnione są wodą. W bocznej rurce umieszczony jest kran *g*. Jego zadaniem jest umożliwienie obserwacji ustalania się temperatury w aparacie.

Odczynniki chemiczne i sprzęt laboratoryjny:

lotna substancja ciekła, którą wybiera prowadzący zajęcia, ampulka, ściskacz.

Wykonanie ćwiczenia i przedstawienie wyników pomiarów

1. Na wadze analitycznej zważyć ampulkę z dokładnością $\pm 0,0002$ g. Po napełnieniu jej przez laboranta badaną substancją, ampulkę ponownie zważyć w celu wyznaczenia masy substancji m .
2. Rurę Meyera dokładnie umyć i wysuszoną umieścić w piecyku. Poprzez autotransformator włączyć piecyk do sieci. W układzie pomiarowym temperatura (250°C) utrzymywana jest z dokładnością $\pm 1^{\circ}\text{C}$ dzięki zastosowaniu termoregulatora.
3. W korku, u wylotu rury Meyera, osadzić ampulkę w taki sposób, aby jej kulisty zbiorniczek skierowany był ku dołowi. Kurek powinien być mocno wciśnięty.
4. Włączyć ogrzewanie i otworzyć boczny kran g .
5. Za pomocą zbiornika f ustawić początkowy poziom wody w biurecie e (np. 5 cm^3).
6. Ogrzewanie rury prowadzić do czasu wyrównania się temperatury w układzie. Następuje to wówczas, gdy po zamknięciu kranu nie obserwuje się zmiany położenia menisku wody w biurecie.
7. Przy zamkniętym kranie, złamać szyjkę ampulki przez ściśnięcie wężyka z polietylenu ściskaczem, co spowoduje opadnięcie ampulki na dno aparatu Meyera i wyparowanie badanej substancji. Powstająca para wypchnie powietrze zawarte w rurze, które z kolei zajmie określoną objętość w biurecie.
8. Po ustaleniu się poziomu wody w biurecie, obniżyć zbiornik f tak, aby poziomy wody w obu naczyniach e i f były jednakowe.
9. Odczekać kilka minut dla wyrównania się temperatury, poprawić ewentualnie położenie zbiornika f i odczytać:
 - temperaturę otoczenia równą temperaturze powietrza w biurecie T_{pow} ,
 - objętość powietrza w biurecie V_{pow} ,
 - ciśnienie atmosferyczne b .
10. Rezultaty badań zamieścić w poniższej tabeli.

Tabela wyników

m [g]	T_{pow} [K]	V_{pow} [m ³]	b [Pa]	$p_{pary\ wod}$ [Pa]	p_{pow} [Pa]	M [g mol ⁻¹]

Opracowanie i dyskusja wyników pomiarów

1. Masę molową badanej substancji M obliczyć ze wzoru:

$$M = \frac{mRT_{pow}}{p_{pow}V_{pow}}$$

gdzie: m – masa badanej substancji, T_{pow} – temperatura otoczenia równa temperaturze powietrza w biurecie, V_{pow} – objętość powietrza w biurecie, p_{pow} – ciśnienie pod jakim znajduje się powietrze w biurecie, R – stała gazowa.

Ciśnienie p_{pow} nie jest równe ciśnieniu atmosferycznemu b ; powietrze to jest nasycone parą wodną o prężności $p_{pary\ wod}$ (Tabela 1). W myśl prawa Daltona:

$$b = p_{pow} + p_{pary\ wod}$$

Zatem:

$$p_{pow} = b - p_{pary\ wod}$$

2. Oblicz maksymalny błąd względny obliczonej masy molowej (patrz Literatura [1]).
Znając rzeczywistą masę molową badanej substancji, oblicz popełniony błąd.
Porównaj i przeanalizuj obie wielkości.

Tabela 1. Prężność pary wodnej w kilku temperaturach

t [°C]	T [K]	$p_{pary\ wod}$ [Pa]	t [°C]	T [K]	$p_{pary\ wod}$ [Pa]
10	283	1200	22	295	2700
12	285	1300	24	297	2900
14	287	1600	26	299	3300
16	289	1700	28	301	3700
18	291	2000	30	303	4300
20	293	2300	32	305	4700