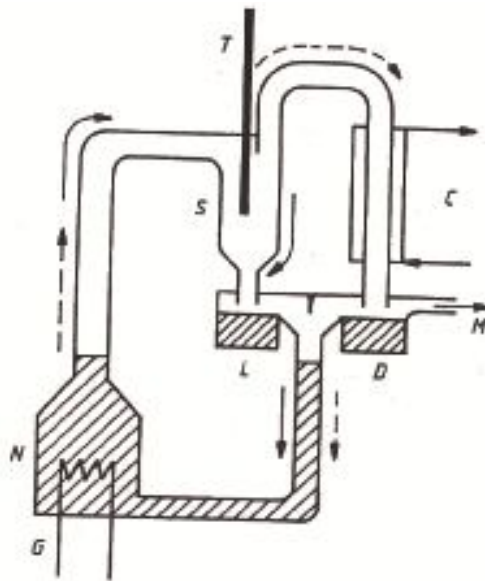


RÓWNOWAGA CIECZ – PARA W UKŁADZIE DWUSKŁADNIKOWYM

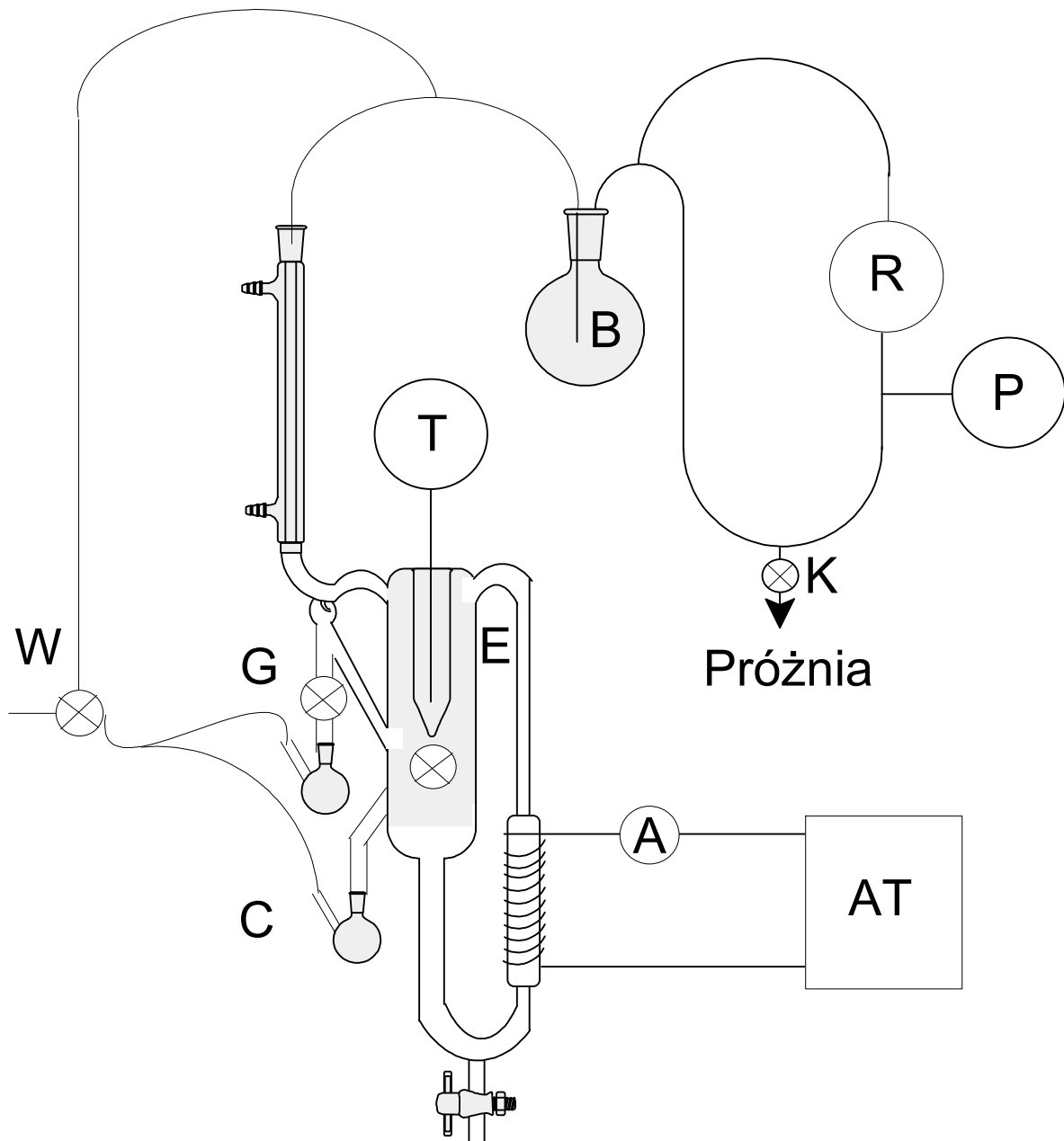
Cel ćwiczenia: wyznaczenie diagramu fazowego ciecz – para w warunkach izobarycznych.

Układ pomiarowy i opis metody: Pomiary wykonywane są metodą recyrkulacyjną z obiegiem obu faz (rys. 1). Do pomiarów stosowany jest zmodyfikowany ebulliometr Świętosławskiego. Wrząca w naczyniu *N* ciecz wyrzucana jest wraz z parą do separatora *S* (w którym umieszczony jest termometr *T*), gdzie następuje rozdzielenie strumieni cieczy i pary. Poprzez zbiorniczki przelewowe *L* i *D*, ciecz i skroplone pary spływają ponownie do naczynia destylacyjnego. Po ustaleniu się równowagi dynamicznej (stałość temperatury a zatem także składów cieczy i kondensatu) próbki obu faz pobierane są ze zbiorniczków *L* i *D* do analizy. Analiza składu realizowana jest poprzez pomiar współczynnika załamania światła.



Rysunek 1. Schemat aparatury do badania równowagi ciecz – para metodą recyrkulacyjną obu faz

Układ pomiarowy (rys. 2) składa się z ebulliometru *E*, autotransformatora *AT*, amperomierza *A*, manometru *P*, buforu ciśnienia *B*, regulatora *R* oraz termometru *T*, zaworu wyrównywania ciśnienia pomiędzy ebulliometrem a naczyniem do pobierania kondensatu *W*, kranu do pobierania kondensatu *G*, kranu do pobierania cieczy wrzącej *C* (ewentualnie może być zastąpiony gumową membraną).



Rysunek 2. Schemat układu pomiarowego

Wykonanie ćwiczenia:

1. Ustawić temperaturę 25 °C w termostacie refraktometru.
2. Nalać do ebuliometru przez chłodnicę ciecz badaną (czysty składnik) do kreski.
3. Włączyć przepływ wody chłodzącej (umiarkowany strumień!)
4. Włączyć transformator do sieci, następnie podpiąć wtyczkę od grzałki do transformatora.
5. Włączyć termometr
6. Ustawić na amperomierzu *A* odpowiednie natężenie prądu (**po konsultacji z prowadzącym**) i doprowadzić ciecz do wrzenia.
7. Zmieniając natężenie prądu zmierzyć zakres, w którym temperatura wrzenia substancji badanej jest stała. Dalsze pomiary prowadzić przy natężeniu prądu ze środka tego zakresu.
8. Sprawdzić, czy do kranu *G* jest podłączony zbiorniczek na kondensat, ewentualnie wpiąć zbiorniczek pomiędzy kran *G* i końcówkę węża prowadzącego do kranu *W*.
9. Włączyć pompę próżniową
10. Sprawdzić, czy regulator próżni *R* jest odkręcony (śruba regulująca w lewą stronę)
11. Sprawdzić, czy kran *W* jest w pozycji zapewniającej odcięcie układu od otoczenia (kran musi być w położeniu zapewniającym połączenie zbiorniczka na kondensat z układem).
12. Włączyć manometr *P*, a następnie przy odkręconym regulatorze próżni za pomocą strzałek ustawić „0”.
13. Zakręcić regulator ciśnienia. Powoli odkręcić kran *K* tak, aby ustalić żądane ciśnienie (wcześniej odczytać ciśnienie atmosferyczne z manometru). W razie zbyt dużego skoku ciśnienia można podwyższyć jego wartość za pomocą regulatora *R*.
14. Po ustaleniu się wartości ciśnienia i temperatury zanotować je (miernik ciśnienia pokazuje ciśnienie względne, czyli różnicę ciśnień pomiędzy układem a otoczeniem).
15. Przez membranę wprowadzić do układu około 5 ml drugiego składnika.
16. Po ustaleniu się równowagi pobrać próbkę kondensatu (ok. 5 ml) ze zbiorniczka podłączonego do kranu *G* (poprzez chwilowe odkręcenie kranu) oraz możliwie szybko próbkę cieczy wrzącej za pomocą strzykawki poprzez membranę *C*.
17. Zmierzyć współczynniki załamania światła dla pobranych próbek.
18. Przez membranę *C* wprowadzić do układu za pomocą strzykawki kolejną porcję (około 5 ml) drugiego składnika.
19. Podpiąć zbiorniczek na kondensat i skorygować wartość ciśnienia (patrz pkt 13).

20. Kontynuować pomiary wg punktów 16 – 19 aż ułamek molowy równowagowej fazy ciekłej osiągnie wartość zbliżoną do 0,5.
21. Zapowietrzyć pompę i wyłączyć.
22. Wyłączyć ogrzewanie, otworzyć zawór regulatora próżni zapowietrzając układ.
23. Po około 5 minutach zebrać ciecz do kolbki i zakręcić wodę w chłodnicy.

Opracowanie wyników:

1. Obliczyć ułamki **wagowe** x każdej z faz w równowadze korzystając z krzywej wzorcowej:

$$x_{wl} = 565.6886 n^3 - 2445.804 n^2 + 3532.707 n - 1703.655$$

gdzie x_{wl} – ułamek wagowy chloroformu, n – współczynnik załamania światła

2. Przeliczyć ułamki wagowe obu faz na **molowe** korzystając z zależności:

$$x_1 = \frac{1}{\left\{ 1 + \frac{M_1(1 - x_{w1})}{M_2 x_{w1}} \right\}}$$

gdzie x_1 – ułamek molowy chloroformu, M_1 , M_2 – masy molowe chloroformu 119.38g/mol i acetonu 58.08g/mol, x_{w1} – ułamek wagowy chloroformu w danej fazie (dalej ułamek molowy fazy gazowej będzie oznaczany jako y).

3. Narysować wykres $y = f(x)$, jeśli: y – ułamek molowy wybranego składnika w fazie gazowej, x – ułamek molowy wybranego składnika w fazie ciekłej
4. Narysować odpowiedni fragment diagramu fazowego $T = f(x,y)$ ($p = \text{const.}$) (wynikający z liczby zmierzonych punktów)
5. Obliczyć współczynniki aktywności składników w fazie ciekłej (γ_1, γ_2) dla każdego zmierzonego składu ze wzoru $y_1 P = x_1 P^0 \gamma_1$, gdzie y_1, x_1 – ułamki molowe fazy gazowej i ciekłej danego składnika w równowadze, P – równowagowe ciśnienie, P^0_1 – prężność pary nasyconej składnika w temperaturze równowagowej (policzona z równania Antoine'a – patrz tablice termodynamiczne do wykładu z termodynamiki)
6. Obliczyć $G^E = RT(x_1 \ln \gamma_1 + x_2 \ln \gamma_2)$ dla każdego zmierzonego składu.