

V.5. Antrenarea cu vapori

Presiunea de vapori a unui amestec format din doi componenți miscibili se obține din presiunile de vapori ale celor doi componenți, conform legii lui Raoult (ecuația (4) de la distilarea la presiune atmosferică). Această presiune se află, de obicei, între presiunile de vapori ale componenților puri, iar temperatura de fierbere este cuprinsă, dacă nu se formează azeotrop, între cele două valori corespunzătoare substanțelor pure. Dacă substanțele sunt *nemiscibile*, presiunile de vapori nu se influențează reciproc:

$$p_A = p_A^0, p_B = p_B^0; p = p_A^0 + p_B^0 \quad (1) \text{ Legea lui Dalton}$$

Presiunea totală p deasupra amestecului eterogen se compune din suma presiunilor de vapori a componenților și este mai mare decât presiunea fiecăruia în parte, prin urmare temperatura de fierbere a amestecului este mai coborâtă decât cea a componentului cel mai volatil.

Dacă se cunosc presiunile de vapori ale celor două componente se pot determina, ușor, temperatura de distilare și compoziția vaporilor care distilă.

Temperatura se determină reprezentând curbele presiunilor de vapori ale celor două componente și o a treia curbă ce redă suma presiunilor lor, în funcție de temperatură. Temperatura căutată va fi dată de ordonata punctului unde suma presiunilor de vapori a celor două componente intersectează (egalează) presiunea atmosferică. În **Figura 1** sunt reprezentate curbele presiunilor de vapori pentru apă și bromobenzen și de asemenea curba care redă suma celor două curbe.

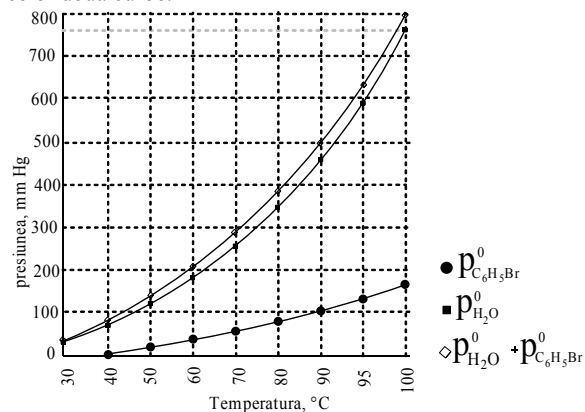


Figura 1. Curbele presiunilor de vapori pentru apă și bromobenzen

Compoziția distilatului este independentă de cantitățile absolute ale componenților, ea depinde numai de raportul celor două presiuni:

$$\frac{n_A}{n_B} = \frac{p_A^0}{p_B^0} \quad (2), n_A \text{ și } n_B - \text{numărul de moli de component A respectiv B}$$

Proporția celor două componente, în procente masice se obține introducând masele molare a celor două componente în relația (2):

$$\frac{\%_A}{\%_B} = \frac{p_A^0 M_A}{p_B^0 M_B} \quad (3)$$

Ecuațiile (2) și (3) sunt totuși numai aproximativ valabilă, pentru că totala nemiscibilitate a două substanțe se întâlnește foarte rar.

Aplicarea principiilor generale, menționate mai sus, poate fi explicată printr-un caz concret – distilarea unui amestec de bromobenzen - apă. Deoarece suma presiunilor parțiale de vapori atinge valoarea presiunii atmosferice (760 mm Hg) la 98°C (**Figura 1**), amestecul va distila la această temperatură. La 98°C presiunile parțiale de vapori sunt: $p_{C_6H_5Br} = 120 \text{ mm Hg}$; $p_{H_2O} = 640 \text{ mm Hg}$.

Ținând cont de legea lui Dalton, vaporii care distilă la 98°C vor fi compuși din bromobenzen și apă, în proporție molară de 120 : 640; raportul de masă se obține introducând masele molare:

$$\frac{C_6H_5Br}{H_2O} = \frac{120 \times 157}{640 \times 18} = \frac{1,63}{1,00}$$

$$\text{Pentru } C_6H_5Br: \frac{1,63}{1,63+1,00} \times 100 = 62\%, \text{ iar pentru } H_2O: \frac{1,00}{1,63+1,00} \times 100 = 38\%$$

Compoziția amestecului va fi de 62 % C_6H_5Br și 38 % H_2O . Am aflat astfel cantitatea minimă de apă în distilat. În practică se utilizează un exces de vapori de apă în vasul de distilare pentru a dirija amestecul de vapori, sistemul nu se mai află astfel în condiții de echilibru.

Pentru ca o substanță să poată fi antrenată cu vapori de apă trebuie să îndeplinească o serie de condiții: - să fie insolubilă sau greu solubilă în apă;

- să nu se descompună prin contact prelungit cu apa la fierbere (să nu hidrolizeze);
- să aibă o presiune de vapori apreciabilă (cel puțin 5 mm Hg la 100°C).

Întrucât apa are masa molară foarte mică ($M = 18 \text{ g/mol}$), comparativ cu compușii organici, aceștia pot fi antrenați cu vapori de apă, într-un ritm apreciabil, chiar și atunci când presiunea lor de vapori este mică la 100°C.

În tehnica de laborator se poate combina distilarea cu vapori de apă cu distilarea la presiune redusă sau cu vapori preîncălziți.

Distilarea cu vapori de apă se realizează într-o instalație ca în **Figura 2**. Înainte de a introduce vaporii de apă, balonul se încălzește până aproape de fierbere, iar în timpul distilării, cu ajutorul unui bec de gaz, se întreține temperatura din balon. În acest fel se evită ca volumul lichidului din balon să crească prea mult prin condensare. Acest lucru se realizează de asemenea prin conectarea unei pâlnii de separare între generatorul de vapori și balonul în care are loc antrenarea.

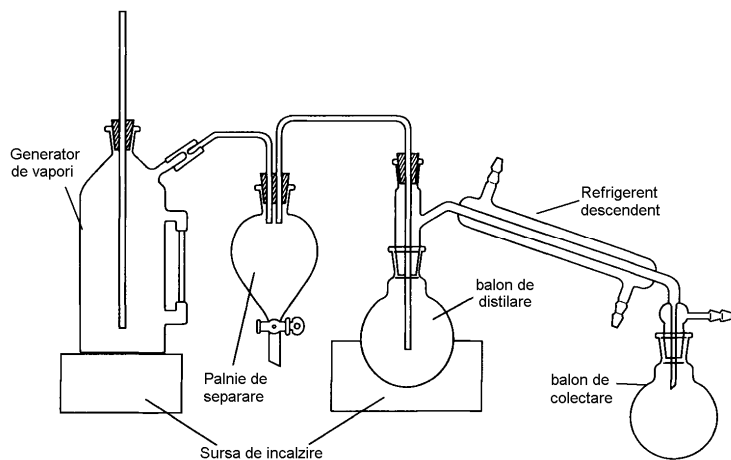


Figura 2. Instalație pentru distilare cu vapori

Pentru a diminua pericolul ca materialul de distilat să fie transportat mecanic prin refrigerent, sub forma de picături fine, de către curentul de abur, balonul se înclină sub un unghi de 30 - 45° față de verticală.

Din cauza căldurii de condensare mari a apei, aparatul trebuie prevăzut cu un refrigerent foarte eficace. Operația se oprește când o probă din distilat indică lipsa substanței antrenate, cu alte cuvinte distilatul este constituit, exclusiv, din apă. Acest lucru se constată colectând într-o eprubetă o cantitate de distilat și prin răcirea acestuia se observă dacă se separă sau nu două faze.

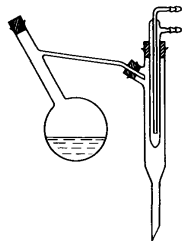


Figura 3. Instalație pentru distilarea cu vapori de apă a unor cantități mici de substanță.

Cantități mici de substanță se pot antrena cu vapori de apă utilizând o instalație asemănătoare cu cea prezentată în **Figura 3**. Instalarea aburilor poate fi înlocuită pur și simplu prin fierberea substanței cu apă.