

全壓法에 의한 二成分 (Acetone-Water) 系の 等溫氣液平衡

林 鎮 男 · 朴 聖 信 · 李 學 敎

漢陽大學校 工科大学 化學工學科

(접수 1974. 2. 27)

Isothermal Vapor-Liquid Equilibrium for the Binary System Acetone-Water by the Total Pressure Method

J. N. Rhim · S. S. Park · H. O. Lee

Dept. of Chem. Eng., College of Eng., Hanyang Univ., Seoul, Korea

요 약

全壓法에 의하여 15°C, 25°C, 35°C, 45°C에서 acetone-water 系の 等溫氣液平衡 데이터를 얻었다. 平衡蒸氣組成을 計算하기 위하여 Barker's approximation method를 사용했으며 또한 wilson parameter도 求했다. 等溫氣液平衡 데이터를 利用하여 一定壓力下의 氣液平衡 데이터를 推算하는 方法을 提示했으며 그 方法의 妥當性을 確認했다.

Abstract

Isothermal vapour-liquid equilibrium data was obtained by the total pressure method for the binary system acetone-water at 15°, 25°, 35°, and 45°C, respectively.

Barker's approximation method was employed for the calculations of the vapour composition and Wilson parameters.

A new method of deriving vapour-liquid equilibrium data at constant pressure from isothermal vapour-liquid equilibria was presented and the calculated values using this method were found to be in good agreement with the literature values.

I. 緒 論

物質傳達裝置의 設計와 運轉에 使用되는 가장 基本

的 데이터 中の 하나가 氣液平衡 데이터이다.

또한 學問的인 重要性도 큰 比重을 차지하고 있는데, 그中 VanNess 등^(1~3)이 等溫氣液平衡 데이터를 熱力學的 諸函數들과 相關시킴으로써 더욱 그 重要性이 強調

되고 있다. 等溫氣液平衡 데이터는 平衡蒸溜器나 全壓測定으로부터 求하는 方法들이 지금까지 알려진 것들이다. 本 研究에서는 우선 等溫氣液平衡 데이터를 장차 熱力學的 諸函數들과 相關시키는 研究의 一環으로서 acetone-water 系에 對하여 改良된 Smith-Menzies의 isoteniscope⁽⁴⁾를 利用하여 全壓을 測定했다.

測定한 全壓으로부터 平衡蒸氣組成을 計算하는 方法은 文獻⁽⁵⁻⁷⁾에서 많이 볼 수 있으나 여기서는 氣相의 非理想的 舉動을 考慮한 Barker의 漸近法⁽⁸⁾으로 Redlich-Kister 式⁽⁹⁾의 세 係數를 決定하여, 여기서 얻은 活動度係數와 Scatchard와 Raymond⁽¹⁰⁾의 過剩化學 potential 과의 相關式으로부터 氣相의 組成을 計算하였다.

또한 Barker의 方法에 Redlich-Kister 式代身 Wilson 式^(11,12)을 適用하여 Wilson parameter를 求했으며, 이 값으로부터 分子相互間의 作用과 parameter의 溫度에 對한 依存性을 考察하였다.

以上과 같은 方法을 통해 얻어진 等溫氣液平衡 데이터를 利用하여 一定壓力下의 氣液平衡 데이터를 推算했으며, 推算値와 문헌치⁽¹⁸⁾를 比較하여 本 研究에서 試圖된 推算方法의 妥當性을 確認했다.

II. 實驗裝置 및 方法

一定溫度下에서 既知 濃度 二成分溶液의 平衡蒸氣壓을 測定하기 위해서 Fig. 1에 表示한 것과 같은 改良된 Smith-Menzies의 isoteniscope를 使用하였다.

이 裝置는 液體混合物을 넣는 約 20 ml 程度의 圓筒形容器 M와 平衡狀態를 感知하는 水銀을 넣은 毛細管 N과 1500mmHg 까지 測定할 수 있도록 만들어진 水銀 manometer F로 되어 있다.

二成分 液體混合物은 acetone과 물을 Bell 理論⁽¹³⁾에 依한 脫氣裝置로 溶存가스를 除去한 後에 圓筒形容器 M에서 自動天秤으로 秤量하여 만들었다.

實驗方法은 cock H를 잠그고 E를 通하여 裝置內를 眞空으로 한 後, 液體混合物을 넣은 M을 裝置에 接合시키고 cock H를 열어 水銀을 毛細管 N으로 보낸 다음 恒溫水槽에 넣는다.

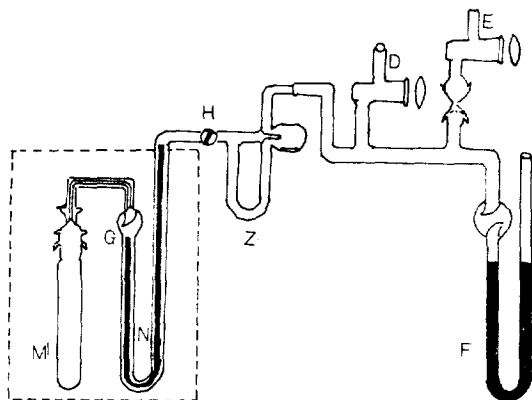


Fig. 1. Experimental Apparatus

平衡蒸氣壓은 各 溫度에서 毛細管 N의 水銀柱 높이가 같아지도록 D를 通하여 N_2 gas를 넣어 주어 壓力計로 測定한 大氣壓과 manometer F로 測定한 壓力의 差異로부터 얻는다.

實驗에 使用된 自動天秤 및 恒溫水槽의 誤差범위는 $\pm 0.00005g$, $\pm 0.05^\circ C$ 이었고, 試料로 使用한 acetone은 再蒸溜하여 初半의 溜出部分과 後半의 殘存部分을 除外한 中間部分을 採取하여 使用했으며 물은 蒸溜 後 ion 交換樹脂을 通過시켜 使用했다. acetone과 물의 物性値는 Table 1과 같다.

III. 實驗結果 및 考察

III-1 實驗 데이터

Acetone-water 系 全組成範圍에 걸쳐 $15^\circ C$, $25^\circ C$, $35^\circ C$, $45^\circ C$ 에서 全壓을 測定하여 各各을 Table 2, 3, 4, 5에 表示하였다.

III-2 平衡蒸氣組成의 計算

各 溫度에 對하여 測定한 x - P 데이터로부터 氣相의 非理想的 舉動을 考慮한 Barker의 漸近法⁽⁸⁾에 依해 Redlich-Kister 係數를 決定하였다.

活動度係數는 Redlich-Kister 式⁽⁹⁾으로부터 얻었다.

Table 1. Properties of materials

Material	Source	Density, d_4^t		Refractive Index	
		Measured	Literature	Measured	Literature
Acetone	Showa chemicals reagent grade	$d^{25}=0.7850$	0.7848 ⁽¹⁹⁾	$n_D^{25}=1.3562$	1.3561 ⁽²⁰⁾
Water		$d^{25}=0.9974$	0.9971 ⁽²¹⁾	$n_D^{25}=1.3328$	1.3330 ⁽²²⁾

Table 2. Data for the System Acetone-Water at 15°C.

x_1	$P_{exp.}$ (mmHg)	Redlich-Kister eq.				Wilson eq.
		$P_{cal.}$	$P_{exp.}-P_{cal.}$	γ_1	γ_2	$P_{exp.}-P_{cal.}$
0.0000	12.6	12.6	-0.0	6.8087	1.0000	-0.0
0.0201	30.1	30.4	-0.3	6.1937	1.0010	-0.3
0.0918	72.1	72.8	-0.7	4.5809	1.0188	-0.3
0.1135	80.7	81.3	-0.6	4.2232	1.0283	-0.0
0.2084	104.1	105.2	-1.1	3.0975	1.0909	-0.5
0.3260	120.5	119.6	0.9	2.2880	1.2177	1.4
0.4171	125.8	125.7	0.1	1.8918	1.3625	0.5
0.5314	130.0	130.4	-0.4	1.5497	1.6314	-0.3
0.6141	132.8	132.8	0.0	1.3703	1.9244	-0.2
0.7273	136.0	135.7	0.3	1.1890	2.5734	-0.5
0.8016	138.2	138.0	0.2	1.1033	3.2834	-0.7
0.9452	143.2	144.3	-1.9	1.0087	6.1849	-1.6
1.0000	146.8	146.9	-0.1	1.0000	8.4572	-0.1
				$\sigma=0.57$		
						$\sigma=0.68$

Table 3. Data for the System Acetone-Water at 25°C.

x_1	$P_{exp.}$ (mmHg)	Redlich-Kister eq.				Wilson eq.
		$P_{cal.}$	$P_{exp.}-P_{cal.}$	γ_1	γ_2	$P_{exp.}-P_{cal.}$
0.0000	23.5	23.6	-0.1	6.7744	1.0000	-0.1
0.0201	49.8	51.0	-1.2	6.1363	1.0010	-2.3
0.0918	115.3	115.2	0.1	4.4700	1.0198	-0.2
0.1135	128.0	127.6	0.4	4.1207	1.0298	0.5
0.0284	161.4	161.4	-0.0	2.9576	1.0960	1.1
0.3260	180.9	180.5	0.4	2.1544	1.2296	1.0
0.4171	187.7	188.7	-1.0	1.7748	1.3786	-0.9
0.5314	196.4	196.3	0.1	1.4606	1.6432	-0.3
0.6141	201.9	201.2	0.7	1.3031	1.9147	0.1
0.7273	208.1	208.2	-0.1	1.1506	2.4690	-0.8
0.8016	213.7	213.4	0.3	1.0810	3.0240	-0.4
0.9452	225.0	225.4	-0.4	1.0067	4.9882	-0.7
1.0000	229.0	230.1	-1.1	1.0000	6.3323	-1.2
				$\sigma=0.66$		
						$\sigma=0.94$

$$\ln = Ax_2^2 - Bx_2^2(1-4x_1) + Cx_2^2(1-8x_1+12x_1^2) \dots (1)$$

$$\ln = Ax_1^2 - Bx_1^2(1-4x_2) + Cx_1^2(1-8x_2+12x_2^2) \dots (1)$$

平衡蒸氣組成은 式(1)에서 얻은 活動度係數를 利用하여 Scatchard-Raymond⁽¹⁰⁾의 式에서부터 求하였다.

$$\ln = \ln(py_1/p_1^0x_1) + [(v_1 - \beta_{11})(p_1^0 - p) + p\delta_{12}y_2^2]/RT \dots (2)$$

$$\ln = \ln(py_2/p_2^0x_2) + [(v_2 - \beta_{22})(p_2^0 - p) + p\delta_{12}y_1^2]/RT \dots (2)$$

$$\delta_{12} = 2\beta_{12} - \beta_{11} - \beta_{22} \dots (2a)$$

Acetone 과 water 의 純成分에 對한 second virial 係數는 Black⁽¹⁴⁾의 方法에 依해 求했다.

$$\beta_{ii} = d_i - e_i z_i / RT \dots (3)$$

또한 混合物의 second virial 係數는 純成分의 virial 係數로부터 Battino⁽¹⁵⁾의 方法에 依해 求하였다.

$$\beta_{ij} = (\sqrt[3]{\beta_{ii}} + \sqrt[3]{\beta_{jj}})^3 / 8 \dots (4)$$

Table 4. Data for the system acetone-water at 35°C.

x_1	$P_{exp.}$ (mmHg)	Redlich-Kister eq.				Wilson eq.
		$P_{cal.}$	$P_{exp.} - P_{cal.}$	γ_1	γ_2	$P_{exp.} - P_{cal.}$
0.0000	42.0	42.0	-0.0	7.0554	1.0000	-0.0
0.0201	84.5	84.8	-0.3	6.3714	1.0010	-3.4
0.0918	185.2	183.7	1.5	4.5907	1.0205	0.4
0.1135	202.1	202.4	-0.3	4.1998	1.0309	-0.1
0.2084	250.3	251.8	-1.5	2.9875	1.1001	1.5
0.3260	278.8	277.8	1.0	2.1475	1.2399	2.9
0.4171	288.6	288.5	0.1	1.7572	1.3957	0.4
0.5314	299.3	298.7	0.6	1.4406	1.6691	-0.6
0.6141	306.0	305.9	0.1	1.2856	1.9441	-1.6
0.7273	317.2	316.7	0.5	1.1391	2.4881	-1.3
0.8016	324.1	324.7	-0.6	1.0740	3.0129	-2.2
0.9452	338.8	342.1	-3.3	1.0060	4.7605	-3.9
1.0000	348.7	348.4	0.3	1.0000	5.8886	0.2
$\sigma = 1.20$				$\sigma = 1.89$		

Table 5. Data for the system acetone-water at 45°C.

x_1	$P_{exp.}$ (mmHg)	Redlich-Kister eq.				Wilson eq.
		$P_{cal.}$	$P_{exp.} - P_{cal.}$	γ_1	γ_2	$P_{cal.} - P_{exp.}$
0.0000	71.5	71.8	-0.3	7.5646	1.0000	-0.5
0.0201	143.2	138.1	5.1	6.7731	1.0010	-0.9
0.0918	283.0	286.3	-3.3	4.7564	1.0221	-4.8
0.1135	314.8	313.3	1.5	4.3237	1.0333	2.3
0.2084	380.2	381.0	-0.9	3.0101	1.1071	4.6
0.3260	415.3	414.2	1.1	2.1321	1.2543	3.9
0.4171	427.4	427.9	-0.5	1.7364	1.4158	-0.6
0.5314	444.2	442.3	1.8	1.4228	1.6936	-0.4
0.6141	454.1	453.0	1.1	1.2723	1.9672	-1.7
0.7273	467.8	469.1	-1.3	1.1319	2.4965	-3.9
0.8016	479.0	480.8	-1.8	1.0700	2.9970	-3.9
0.9452	502.4	504.2	-1.8	1.0056	4.6230	-2.7
1.0000	509.0	511.3	-2.3	1.0000	5.6529	-2.3
$\sigma = 2.22$				$\sigma = 2.95$		

平衡蒸氣組成的 計算에 使用된 second virial 係數⁽¹⁴⁾,⁽¹⁵⁾를 Table 6에 나타내었으며, 決定된 Redlich-Kister 係數는 Table 7와 같다.

計算된 蒸氣組成은 Table 8에 表示되었으며 Fig. 2에 圖示되었다.

Fig. 2에서 볼 수 있듯이 acetone-water 系의 分離效果가 溫度가 上昇됨에 따라 低下하는 것을 알 수 있다 그리고, 氣相의 非 理想性を 無視한 平衡蒸氣組成을

計算하여 非 理想性を 考慮한 것과 比較하여 보면 同一組成에서 溫度의 上昇에 따라 蒸氣組成的의 差異(ideal nonideal)의 값이 커졌는데 이것은 壓力의 上昇에 따라 理想性으로부터의 偏奇가 커진다는 理論과 一致하였다. 平衡蒸氣 組成的의 差異는 Table. 9에 表示되었다.

計算에서 求한 蒸氣組成的의 熱力學的 健全性を Redlich-Kister⁽¹⁶⁾의 等溫健全性判定法 卽 活動度係數와 液

Table 6. Values of the second virial coefficients

(14, 15)

°C	β_{11}	β_{22}	β_{12}
15	-2368.786	-1333.239	-1801.714
25	-2046.002	-1141.634	-1550.124
35	-1141.634	-985.504	-1344.897
45	-985.000	-857.262	-1176.084

Table 7. Redlich-Kister coefficients

°C	A	B	C
15	1.84832	0.108404	0.17829
25	1.74459	-0.03374	0.13482
35	1.74829	-0.09038	0.11512
45	1.75261	-0.14566	0.12522

Table 8. Vapor-liquid compositions at 15°C, 25°C, 35°C, and 45°C.

x_1	$y_1(15^\circ\text{C})$	$y_1(25^\circ\text{C})$	$y_1(35^\circ\text{C})$	$y_1(45^\circ\text{C})$
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0201	0.5980	0.5585	0.5148	0.4716
0.0918	0.8481	0.8086	0.7805	0.7743
0.1135	0.8647	0.8278	0.8103	0.7844
0.2084	0.9056	0.8723	0.8585	0.8347
0.3260	0.9061	0.8887	0.8691	0.8492
0.4171	0.9188	0.9035	0.8798	0.8606
0.5314	0.9284	0.9062	0.8870	0.8657
0.6141	0.9290	0.9095	0.8853	0.8758
0.7273	0.9327	0.9234	0.9074	0.8967
0.8016	0.9390	0.9318	0.9234	0.9133
0.9452	0.9776	0.9727	0.9770	0.9669
1.0000	1.0006	1.0051	0.9993	1.0046

相組成 間の 다음 關係式의 成立 與否로 檢討하였다.

$$\int_0^1 \ln(\gamma_1/\gamma_2) dx = 0$$

Fig. 3에서 볼 수 있듯이 위 式을 잘 만족시켜 熱力學的으로 健全하였다. 또 Wilson 式과 Redlich-Kister 式에 依해서 計算된 全壓과 實驗値와 差를 Table 2, 3, 4, 5에 나타내었다.

III-3 Wilson parameter의 決定

最近 氣液平衡關係에 널리 利用되고 있는 Wilson 式^(11,12)에서 Wilson parameter를 決定하여 混合溶液의

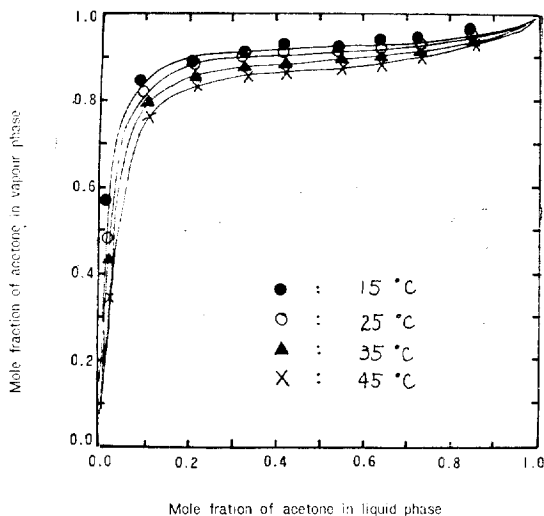
Fig. 2 x - y diagram of the binary system acetone-water at 15°, 25°, 35°, 45°C.

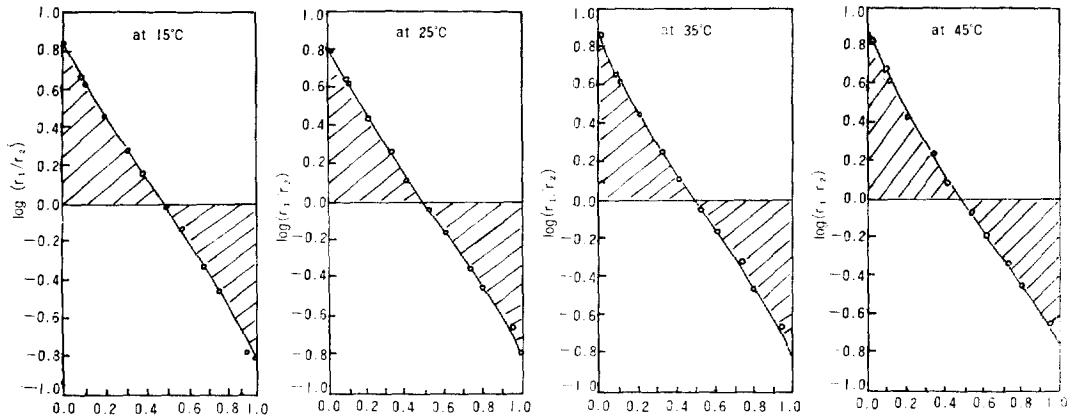
Table 9. The Differences of vapor compositions.

x_1	15°C	25°C	35°C	45°C
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0201	0.0096	0.0117	0.0133	0.0146
0.0918	0.0087	0.0107	0.0124	0.0148
0.1135	0.0079	0.0097	0.0116	0.0129
0.2084	0.0053	0.0068	0.0082	0.0091
0.3260	0.0032	0.0050	0.0059	0.0068
0.4171	0.0026	0.0044	0.0052	0.0060
0.5314	0.0022	0.0035	0.0042	0.0048
0.6141	0.0019	0.0029	0.0037	0.0041
0.7173	0.0014	0.0023	0.0027	0.0033
0.8016	0.0011	0.0017	0.0022	0.0025
0.9452	0.0005	0.0006	0.0009	0.0007
1.0000	0.0000	0.0001	-0.0001	0.0002

分子 相互間 引力에 基因되는 非 理想性을 定量的인 面에서 검토하였다.

二成分系에 對한 Wilson 式은

$$\begin{aligned} \ln \gamma_1 &= -\ln(x_1 + \lambda_{12}x_2) - x_2 \left(\frac{\lambda_{12}}{x_1 + \lambda_{12}x_2} + \frac{\lambda_{21}}{x_2 + \lambda_{21}x_1} \right) \\ \ln \gamma_2 &= -\ln(x_2 + \lambda_{21}x_1) - x_1 \left(\frac{\lambda_{12}}{x_1 + \lambda_{12}x_2} + \frac{\lambda_{21}}{x_2 + \lambda_{21}x_1} \right) \\ \lambda_{ij} &= \frac{v_j}{v_i} \exp \left(-\frac{\lambda_{ij} - \lambda_{ii}}{RT} \right) \end{aligned} \quad (5a)$$



Mole fraction of Acetone

Fig. 3 Graphical integration for consistency test for acetone-water system at 15°, 25°, 35°, 45°C.

Table 10. Wilson parameters

°C	$\lambda_{12}-\lambda_{22}$	$\lambda_{12}-\lambda_{11}$
15	-153.78	1706.40
25	-75.34	1530.06
35	-19.10	1535.57
45	51.90	1541.98

計算된 Wilson parameter를 Table 10에 表示하였다. $\lambda_{12}-\lambda_{11}$ 의 값은 溫度上昇에 따라 增加하며 $\lambda_{12}-\lambda_{22}$ 의 값은 減少하였다.

$\lambda_{12}-\lambda_{22}$ 의 값으로부터 물分子 相互間의 引力이 支配的임을 알 수 있으며, $\lambda_{12}-\lambda_{11}$ 의 값으로부터 溫度上昇에 따라 acetone-water 分子相互間의 引力의 減少率이 acetone 分子相互間의 引力의 減少率보다 큰을 알 수 있다. 즉 溫度가 上昇함에 따라 acetone-water의 分離效果가 低下되는 앞서의 實驗結果와 잘 一致되었다.

III-4 定壓氣液平衡 데이터의 推算

等溫氣液平衡 데이터를 Fig. 4와 같이 plot 하여 一定組成下에서 全壓과 溫度와의 關係⁽¹⁷⁾를

$$\ln P = \alpha + \beta \left(\frac{1}{T} \right) + \theta \left(\frac{1}{T} \right)^2 \quad (6)$$

과 같이 보고, 常數 α , β , θ 를 求하여 一航式을 얻는다. 얻어진 一般式에서부터 Fig. 4에서 設定壓力 P' 에 該當되는 各 組成에 따른 沸點 T_a , T_b , T_c ,을 얻는다.

Fig. 4의 a 點에서의 氣相의 組成을 求하기 위하여

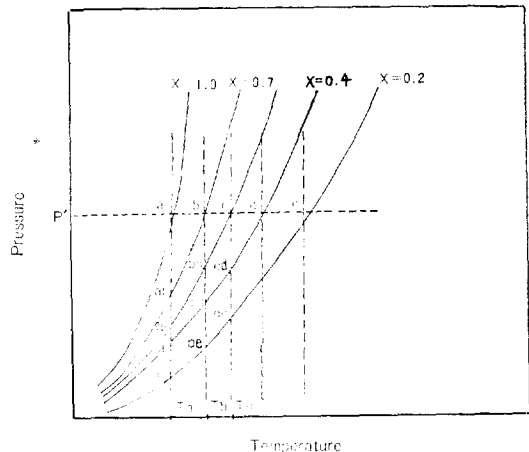


Fig. 4 Illustration of method for calculation.

a 點에서 從軸에 나란한 垂線을 그으면 溫度 T 에서 各 組成에 따른 全壓을 얻을 수 있으며, 따라서 等溫氣液平衡에 있어서 氣相의 組成을 求하는 方法에 歸着하게 된다. 즉 a 點에서의 氣相組成을 얻기 위해 假想點인 ab , ac , ad ,各 點에 該當되는 全壓을 利用하여 溫度 T_a 에서 III-2의 方法에 依하여 氣相의 組成을 計算한다.

以上과 같은 方法으로 a , b , c ,等 各 點에 對하여 計算하므로써 一定壓力下에서 液相組成에 따른 沸點 및 氣相의 組成을 얻게 된다.

200 mmHg, 350 mmHg, 500 mmHg, 760 mmHg에서 計算에 依해 얻어진 값을 Table 11-a, b에 收錄했다.

實測值⁽¹⁸⁾와의 比較을 Fig. 5, 6, 7, 8에 plot 하였으며, 그림에서 볼 수 있듯이 比較的 近似한 誤差로 잘

Table 11-a. Calculated data for the acetone-water system.

Mole fraction (acetone)	760 mmHg			500 mmHg			350 mmHg			200 mmHg		
	y_1	γ_1	γ_2	y_1	γ_2		y	γ_1	γ_2	y_1	γ_1	γ_2
0.0918	0.7274	4.9357	1.0265	0.7506	4.8278	1.0241	0.7693	4.7440	1.0225	0.8027	4.6620	1.0208
0.1135	0.7416	4.4000	1.0389	0.7686	4.3402	1.0357	0.7900	4.2918	1.0334	0.8241	4.2398	1.0309
0.3260	0.8166	2.0463	1.2750	0.8459	2.0955	1.2594	0.8668	2.1353	1.2472	0.8934	2.1985	1.2297
0.4171	0.8312	1.6641	1.4403	0.8581	1.7066	1.4215	0.8782	1.7441	1.4055	0.9054	1.8083	1.3804
0.5314	0.8401	1.3738	1.7125	0.8638	1.4027	1.6972	0.8827	1.4309	1.6811	0.9104	1.4835	1.6518
0.6141	0.8560	1.2382	1.9700	0.8752	1.2579	1.9659	0.8909	1.2788	1.9567	0.9139	1.3197	1.9352
0.7373	0.8805	1.1144	2.4473	0.8958	1.1242	2.4778	0.9077	1.1357	2.4987	0.9239	1.1598	2.572
0.8016	0.8998	1.0605	2.8808	0.9133	1.0657	2.9550	0.9230	1.0724	3.0241	0.9340	1.0865	3.135
0.9645	0.9566	1.0048	4.2202	0.9686	1.0053	4.4740	0.9715	1.0059	4.7739	0.9783	1.0072	5.3992
1.0000	0.9313	1.0000	5.0290	1.0000	1.0000	5.4184	1.0000	1.0000	5.9204	1.0000	1.0000	7.0472

Table 11-b. Calculated data for the acetone-water system.

Mole fraction (Acetone)	Boil. Temp. Press.	Boiling temperature (°K)			
		760 mmHg	500 mmHg	350 mmHg	200 mmHg
0.0918		343.9	332.5	323.4	310.0
0.1135		341.4	330.1	321.0	307.7
0.3260		335.3	323.4	313.9	300.0
0.4171		334.7	322.6	313.0	299.1
0.5314		334.5	321.5	312.0	298.2
0.6141		332.8	320.9	311.4	297.6
0.7273		331.7	320.0	310.6	297.8
0.8016		331.0	319.3	310.0	296.5
0.9654		329.5	318.0	308.9	295.5

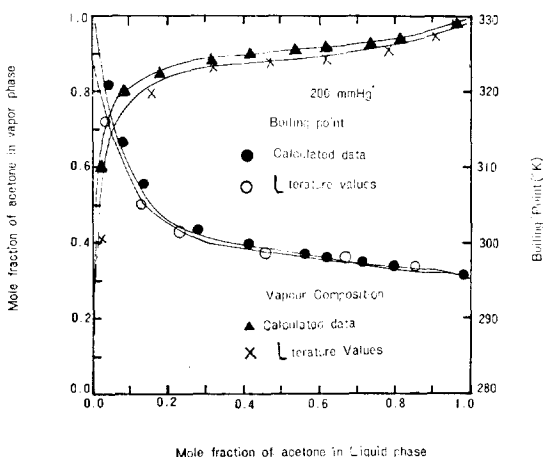


Fig. 5 Comparison of calculated data with literature values for the acetone-water system at 200 mmHg.

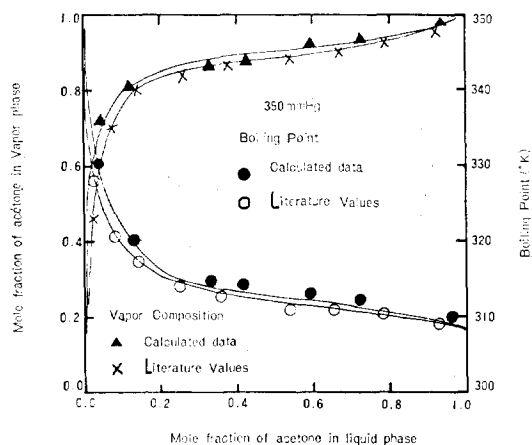


Fig. 6 Comparison of calculated data with literature values for the acetone-water system at 350 mmHg.

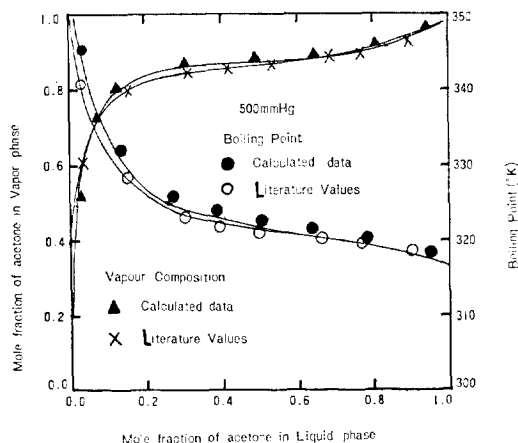


Fig. 7 Comparison of calculated data with literature values for the acetone-water system at 500 mmHg.

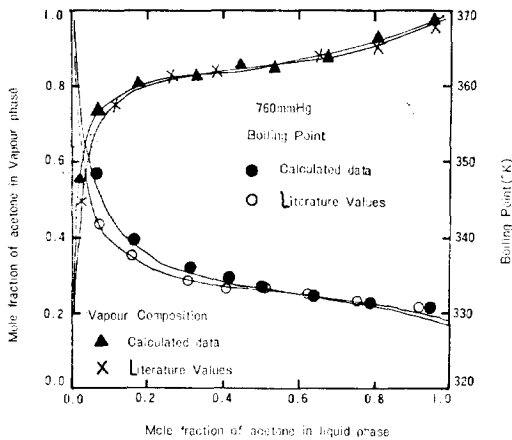


Fig. 8 Comparison of calculated data with literature values for the acetone-water system at 760 mmHg.

一致하였다.

以上の 모든 計算은 CYBER 72(KIST)電子計算機로處理했다. 全 計算過程의 flow sheet는 Fig. 9와 같다.

III. 結 論

全壓法을 使用하여 等溫氣液平衡 데이터를 쉽게 얻었으며, acetone과 water의 分離效果가 溫度上昇에 따라 低下됨을 알았다.

Acetone-water系에 있어서 물分子 相互間의 引力이 支配의이며, 溫度의 上昇에 따라 acetone-water分子 相互間의 引力의 減少率이 acetone分子 相互間의 引力의 減少率보다 큼을 알았으며, 이것은 溫度의 上昇에 따라 分離效果가 低下하는 실험結果와 잘 一致하였다.

또한 等溫氣液平衡 데이터를 利用하여 定壓下의 氣

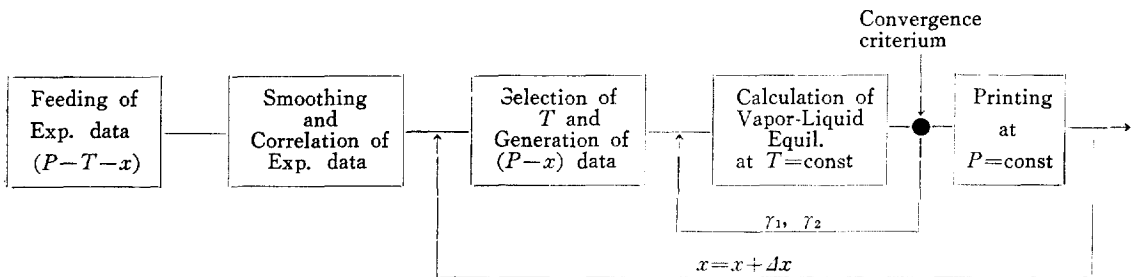


Fig. 9. Calculation of vapor-liquid equilibrium at constant pressure.

液平衡 데이터를 推算하는 方法을 提示했으며 그 方法의 妥當性을 立證하였다.

Nomenclature

- A, B, C : Binary Redlich-kister coefficients
 α, β, θ : Constants for equation(6)
 P : Total pressure(mmHg)
 P^0 : Vapor pressure of pure component(mmHg)
 R : Universal gas constant
 T : Absolute temperature(°K)
 v : Liquid molar volume($\text{cm}^3/\text{g}\cdot\text{mole}$)
 x : Liquid phase mole fraction
 y : Vapor phase mole fraction
 β_{ij} : Mixture second virial coefficient($\text{cm}^3/\text{g}\cdot\text{mole}$)
 β_{ii}, β_{jj} : Pure component second virial coefficient($\text{cm}^3/\text{g}\cdot\text{mole}$)
 γ : Activity coefficient

d_i, e_i : Van der waals attraction constants

ξ_i : Attraction coefficient

λ_{ij} : Variable defined by equation(5a)

$\frac{\lambda_{12}-\lambda_{11}}{\lambda_{12}-\lambda_{22}}$: Parameter in wilson equation($\text{cal}/\text{g}\cdot\text{mole}$)

Subscripts

i, j : Component 1, 2

1, 2 : Acetone, water respectively

Literature Cited

- 1) J. J. Liunglim, H. C. VanNess, *Chem. Eng. Sci.*, **17**, 531(1962).
- 2) H. C. VanNess, C. A. Soczek and N. K. Kochar, *Chem. Eng. Data*, **12**, 346(1967).
- 3) H. C. VanNess, C. A. Soczek and C. A. Peloquin, *Chem. Eng. Data*, **12**, 217(1967).
- 4) R. S. F. Silua, *Chem. Eng. Data*, **15**, 421(19

- 70).
- 5) E. Hala, J. Pick and V. Fried, *Collect. Czech. Chem. Commun.* **19**, 417(1954).
- 6) E. Erdos, *Collect. Czech. Chem. Commun.*, **18**, 727(1953).
- 7) O. Redlich, A. T. Kister, *J. of Amer. Chem. Soc.*, **71**, 505(1949).
- 8) J. A. Barker, *Australian J. of Chem.*, **6**, 207 (1953).
- 9) O. Redlich, A. T. Kister, *Ind. Eng. Chem.*, **40**, 345(1948).
- 10) G. Scatchard, G. L. Raymond, *J. of Amer. Chem. Soc.*, **60**, 1278(1938).
- 11) G. M. Wilson, *J. of Amer. Chem. Soc.*, **86**, 127(1964).
- 12) M. J. Holmes, M. V. Winkle, *Ind. Eng. Chem.*, **62**, 21(1970).
- 13) T. N. Bell, E. L. Cussler, K. R. Harris, C. N. Depela and P. J. Dunlop, *J. Phys. Chem.*, **72**, 4693(1968).
- 14) C. Blak, *Ind. Eng. Chem.*, **50**, 391(1958).
- 15) R. Battino, *J. Phys. Chem.*, **70**, 3408(1966).
- 16) O. Redlich, A. T. Kister and C. F. Turnquist, *Chem. Eng. Progr. Symp. Ser.*, **48**(2), 49(1952).
- 17) Maurice Ruel, Doan Cong Mink, *J. of Chem. Eng. Data*, **18**, 41(1973).
- 18) Ju, Chin Chu, "Distillation Equilibrium Data", Book division (1950).
- 19) F. Mato, J. L. Hernandez, *An. Real Soc. Espan. Fis. Quim.*, Ser. B, **65**, 9(1969).
- 20) Dreisbach, R. R., "Physical Properties of Chemical Substances", Dow Chemical Co., Midland, Mich, (1952).
- 21) John H. Perry, "Chemical Engineer's Handbook," 4th Ed., McGraw-Hill Book Co.
- 22) Lange, "Handbook of Chemistry," 10th Ed., McGraw-Hill Book Co.

