

รายการอ้างอิง

1. Braker, V.W. and Mossman, A.L. Matheson Gases Data Book, sixth edition, p. 120-125, Lyand Hurst, New Jersey, 1980.
2. Burnham, J.G. The Refining Engineer. p. 15-21, Stearns-Roger Mfg. Company, Denver, Colorado, Feb., 1959.
3. Froning, H.R., Jacoby, R.H. and Richards, W.L. Hydrocarbon Processing and Petroleum Refiner. Vol. 43, p. 125-130, Apr., 1964.
4. Harned, H.S. and Davis, R. Jr. Journal of The American Society. Vol. 65, p. 2030-2037, 1943.
5. Li, Y.H. and Tsui, T.F. Journal of Geophysical Research. Vol. 76, No. 18, p 4203-4207, Jan., 1971.
6. Lide, D.R., Ph.D. CRC Handbook of Chemistry and Physics. 73rd edition, p. 6-7, 1992-1993.
7. Maddox, R.N. Gas Conditioning and Processing. Vol. 4, p. 169-21.
8. Matous, J., Sobr, J., Novak, J.P. and Pick, J. Collect. Cech. Chem. Commun. Vol. 34, No. 12, p. 3982-3985, March 1969.
9. Perry, R.H. and Green, D. Perry's Chemical Engineer Handbook, sixth edition, p. 3-101, McGraw-Hill Inc., 1984.
10. Reid, R.C., Prausnitz, J.M. and Sherwood, T.K. The Properties of Gas and Liquid, third edition, p. 355-359, McGraw-Hill Inc., 1977.
11. Total Capability of Carbon Dioxide. Liquid Carbonic International, Chicago, Illinois.
12. Van Ness, H.C. and Abbeit, M.M. Classical Thermodynamics of Nonelectrolytic Solutions.
13. Wiebe, R. Chemical Reviews, Vol. 29, p. 475-481, March 1941.
14. ดร. สะออน ปทุมเทวาภิบาล แก๊สเทอร์โมไดนามิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพมหานคร; สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, 2522.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างการคำนวณ

1. การทดลองในระบบทวิภาคของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.1 ที่ความดัน 25 ปอนด์/ตารางนิ้วอุณหภูมิ 10 °ซ

หาเปอร์เซ็นต์การละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (S_w) ในน้ำ

- 1) ชั่งน้ำหนักของน้ำที่นำมาแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกที่ความดันบรรยากาศ ชั่งได้เท่ากับ 171.530 กรัม
- 2). ปริมาตรของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แยกตัวออกมาเท่ากับ 380 ลบ.ซม.
- 3). ให้ปริมาตรจำเพาะของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 547 ลบ.ซม./กรัม

$$\text{เปอร์เซ็นต์การละลายของ } CO_2 (S_w) = (390/(547 \times 171.53)) \times 100 = 0.42 \%$$

หาสัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ

จากเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เราสามารถหาสัดส่วนโมลได้จาก ความสัมพันธ์ ของสูตรต่อไปนี้

$$\begin{aligned}x_{CO_2} &= (S_w / 44) / (S_w / 44 + (100 - S_w / 18)) \\&= (0.42 / 44) / (0.42 / 44 + (100 - 0.42 / 18)) \\&= 1.72 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

หาค่า K_{CO_2}

$$\text{จากนิยาม } K_{CO_2} = y_{CO_2} / x_{CO_2}$$

สมมติให้ปริมาตรของน้ำที่ระเหยขึ้นมาในส่วนของไอมีค่าน้อยมากตัดทิ้งได้

$$\text{ดังนั้น } y_{CO_2} = 1$$

$$\text{จะได้ } K_{CO_2} = 1 / 1.72 \times 10^{-3} = 581$$

2. การทดลองในระบบไตรภาคของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน และน้ำ

จากตารางที่ 4.3 ที่ 10°ซ ความดันย่อย 50 ปอนด์/ตารางนิ้ว หาสัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในวัฏภาคของของเหลว

$$\begin{aligned}
 \text{จากข้อมูลเบื้องต้น วัคปริมาตรของก๊าซผสมที่แยกตัวออกจากรน้ำได้} &= 301 \text{ ลบ.ซม.} \\
 \text{สัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์} &= 77.64 \text{ ลบ.ซม.} \\
 \text{สัดส่วนโมลของก๊าซไนโตรเจน} &= 22.36 \text{ ลบ.ซม.} \\
 V_{\text{CO}_2} \text{ ปริมาตรของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์} &= 0.7764 \times 301 = 233.70 \text{ ลบ.ซม.} \\
 V_{\text{CO}_2} \text{ ปริมาตรของก๊าซไนโตรเจน} &= 301 - 233.7 = 67.30 \text{ ลบ.ซม.} \\
 \text{จำนวนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในของเหลว} &= 233.70 / (547 \times 44) \\
 &= 9.71 \times 10^{-3} \text{ โมล} \\
 \text{จำนวนโมลของก๊าซไนโตรเจน} &= 67.3 / (861 \times 28) \\
 &= 2.79 \times 10^{-3} \text{ โมล} \\
 \text{เมื่อ มวลโมเลกุลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์} &= 44 \\
 \text{มวลโมเลกุลของก๊าซไนโตรเจน} &= 28 \\
 \text{ปริมาตรจำเพาะของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์} &= 547 \text{ ลบ.ซม.} \\
 \text{ปริมาตรจำเพาะของก๊าซไนโตรเจน} &= 861 \text{ ลบ.ซม.} \\
 \text{น้ำหนักของน้ำที่ซั้งได้} &= 115.83 \text{ กรัม} \\
 \text{คิดเป็นจำนวนโมลได้} &= 115.83 / 18 = 6.44 \text{ โมล} \\
 \text{สัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์} &= 9.71 \times 10^{-3} / (9.71 \times 10^{-3} + 2.79 \times 10^{-3} + 6.44) \\
 &= 1.50 \times 10^{-3} \\
 \text{สัดส่วนโมลของไนโตรเจน} &= 2.79 \times 10^{-3} / (9.71 \times 10^{-3} + 2.79 \times 10^{-3} + 6.44) \\
 &= 0.432 \times 10^{-3}
 \end{aligned}$$

หาสัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไนโตรเจนอ่านได้จากโครมาโทแกรม

$$y_{\text{CO}_2} = 0.125$$

หาค่า K_{CO_2} และ K_{N_2}

จากนิยามของค่า K เราได้ว่า

$$K_{\text{CO}_2} = y_{\text{CO}_2} / x_{\text{CO}_2} = 0.125 / 1.324 \times 10^{-3} \\ = 94.26$$

$$K_{\text{N}_2} = y_{\text{N}_2} / x_{\text{N}_2} = 0.875 / 0.614 \times 10^{-3} \\ = 1425$$

3. การทดลองในระบบพหุภาคของก๊าซธรรมชาติ

จากตารางที่ 4.5 ที่อุณหภูมิ 10°ซ ความดัน 400 ปอนด์/ตารางนิ้ว

ก๊าซผสมที่แยกตัวออกจากน้ำ 285 ลบ.ซม.

สัดส่วนโมลที่อ่านได้จากก๊าซโครมาโทแกรม = 65.873

$$\text{จาก } PV = nRT \\ n = PV/RT$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } P &= 1 \text{ atm} \\ V &= 285 \text{ ลบ.ซม. ปริมาตรของก๊าซที่แยกตัวออกจากน้ำ} \\ n &= 0.082 \text{ (li - atm) / (mol.K)} \\ T &= 273 + 25 = 298 \text{ ที่ flashing point} \\ n_{\text{CO}_2} &= x_{\text{CO}_2} V_{\text{mix}} \\ &= 0.65873 \times (285/1000) \times (1 / 0.082 / 298) \\ &= 0.0077 = 7.7 \times 10^{-3} \text{ โมล} \end{aligned}$$

ในทำนองเดียวกัน

$$\begin{aligned} \text{หา } \text{CH}_4 \text{ ได้} &= 0.29078 \times (285/1000) \times (1 / 0.082 / 298) \\ &= 0.0034 = 3.4 \times 10^{-3} \\ \text{C}_2 &= 0.0004 = 0.4 \times 10^{-3} \\ \text{C}_3 &= 0.0002 = 0.2 \times 10^{-3} \\ \text{C}_4\text{-C}_6 &= \text{น้อยมาก} \end{aligned}$$

$$\text{จำนวนโมลของน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำ}}{18} = 98.569 / 18 = 4.8649 \text{ โมล}$$

$$x_{\text{CO}_2} = 1.575 \times 10^{-3}$$

$$x_{\text{CH}_4} = 0.695 \times 10^{-3}$$

$$x_{\text{C}_2^+} = 0.121 \times 10^{-3}$$

สำหรับในวิภาคของไอ อ่านได้จากก๊าซโครมาโทแกรมโดยตรงได้

$$y_{\text{CO}_2} = 0.0829$$

$$y_{\text{CH}_4} = 0.75115$$

$$y_{\text{C}_2^+} = 0.167$$

ภาคผนวก ข

การสร้างเส้นกราฟโดยวิธี Least Square[7]

จากสมการเส้นกราฟ

$$\sum y = m\sum x + nC \quad (\text{ก.1})$$

$$\sum xy = m\sum x^2 + C\sum x \quad (\text{ก.2})$$

จากสมการที่ (ก.1) จะได้

$$C = (\sum y - m\sum x)/n \quad (\text{ก.3})$$

แทนค่า C จากสมการ (ก.3) ลงในสมการที่ (ก.2) จะได้

$$\begin{aligned} \sum xy &= m\sum x^2 + \sum x (\sum y - m\sum x)/n \\ \sum xy &= m\sum x^2 + (\sum x \sum y)/n - m(\sum x)^2/n \end{aligned}$$

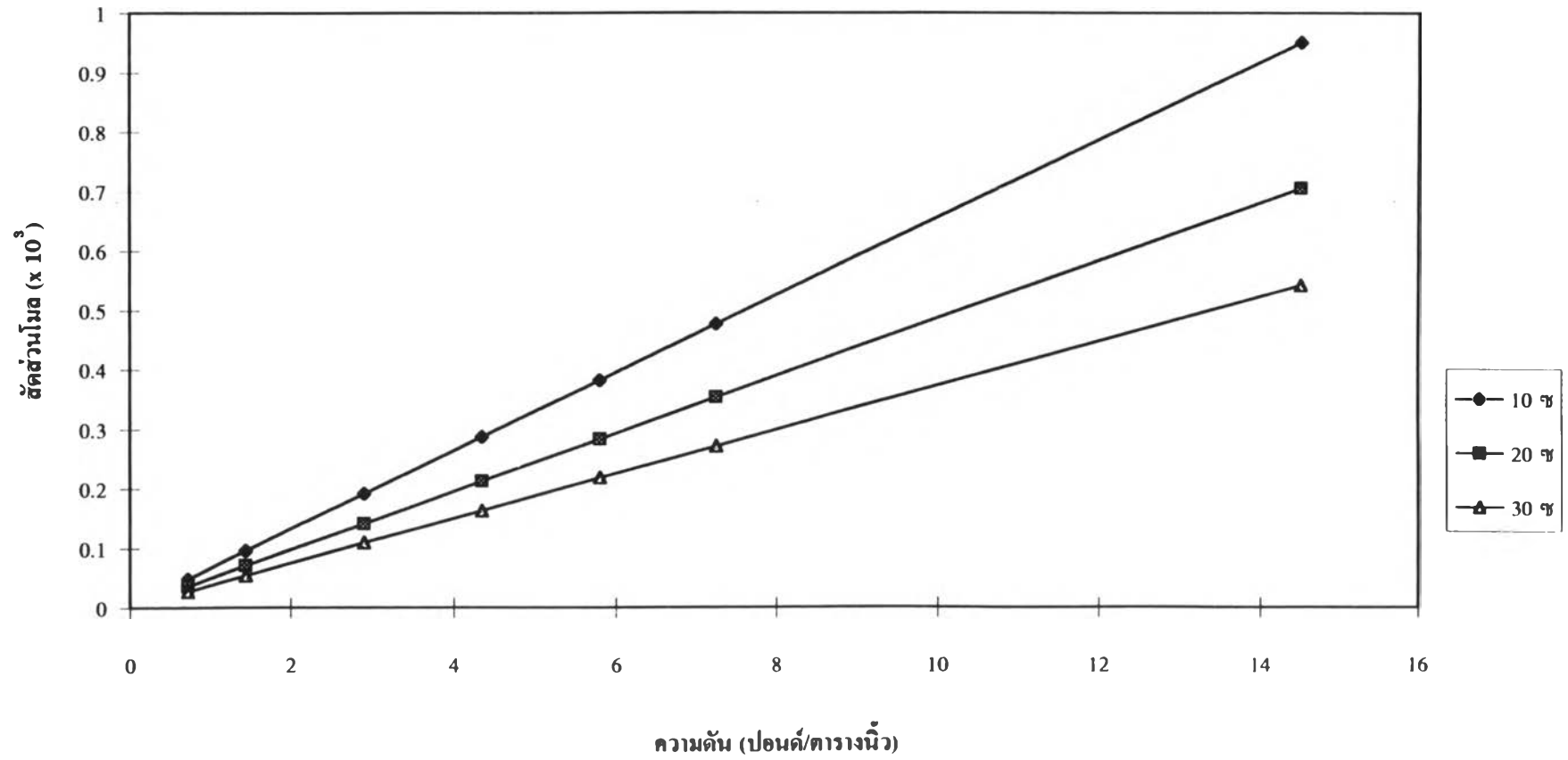
เอา n คูณตลอดแล้วจัดรูปใหม่จะได้

$$\begin{aligned} n\sum xy &= m(n\sum x^2 - (\sum x)^2) + (\sum x \sum y) \\ m &= (\sum xy - \sum x \sum y/n) / (n\sum x^2 - (\sum x)^2/n) \end{aligned} \quad (\text{ก.4})$$

จะได้ความชัน (m) และจุดตัดแกน y (C) ของเส้นกราฟที่ต้องการ

ภาคผนวก ค

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันและสัดส่วน โมลของคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำที่ความดันต่ำกว่า 1 บรรยากาศ [6]



ประวัติผู้เขียน

นาย สุรศักดิ์ สิรินนทพล เกิดวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2505 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จ การศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2529 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหา บัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อพ.ศ. 2533