

เอกสารอ้างอิง

1. Schultz W.G., T.H. Schultz, R.A. Carlson and J.S. Hudson, "Pilot-Plant Extraction with Liquide CO₂ ," Food Technology, 29(6), p.32-88, 1974
2. Schultz W.G. and J.M. Randall, "Liquid Carbon Dioxide for Selective Aroma Extraction," Food Technology, 24(11), p. 94-98, 1970
3. Meyer E., Petroleum Sulfonates and Microcrystalline Waxes, p. 193-213, Chemical Pub. Co., New York, 2nd ed., 1968
4. Rhodes F.H., C.W. Mason and W.R. Sutton, "Crystallization of Paraffin Wax," Industrial and Engineering Chemistry, 19(8), p. 935-938, 1927
5. Boldt K. and B.R. Hall, Significance of Tests for Petroleum Products, p. 179-197, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1979
6. Bennett H., Industrial Waxes, p. 3-96, Chemical Pub. Co., New York, 2nd ed., 1975
7. Williams D.F., "Extraction with Supercritical Gases," Chemical Engineering Science, 36(11), p. 1769-1788, 1981
8. Perrut M., "L'Extraction par Fluide Supercritique," Informations Chimie, (272), p. 129-136, 1986
9. Filippi R.P., "CO₂ as a Solvent : application to fats and other materials," Chemistry and Industry, 12, p.390-393, 1982
10. Brogle H., "CO₂ as a Solvent : its properties and applications," Chemistry and Industry, 12, p. 385-389, 1982
11. Seckner A.J., A.K. McClellan and M.A. McHugh, "High-Pressure Solution Behavior of the Polystyrene-Toluene-Ethane System," AIChE Journal, 34(1), p. 9-16, 1988
12. Debenedetti P.G., "Clustering in Dilute, Binary Supercritical Mixture : a fluctuation analysis," Chemical Engineering Science, 42(9), p. 2203-2212, 1987

13. Gitterman M. and I. Procaccia, "Quantitative Theory of Solubility in Supercritical Fluids," J. Chem. Phys., 78(5), p. 2648-2654, 1983
14. Dobbs J.M., J.M. Wong, R.J. Lahiere and K.P. Johnston, "Modification of Supercritical Fluid Phase Behavior using Polar Cosolvents," Ind. Eng. Chem. Res., 26(1), p. 56-65, 1987
15. Raznjevic K., Handbook of Thermodynamic Tables and Charts, p. 202-203, 239, Hemisphere Pub. Co., Washington, 1976
16. Claire M., H. Pirson, G. Huys and E. Vanstraelen, "New Prediction Equation for the Solubility of Solid Alkanes in Organic Solvents," Ind. Eng. Chem. Res., 26(3), p. 447-452, 1987
17. Walas S.M., Phase Equilibria in Chemical Engineering, p. 256, 421, Butterworth Pub., Boston, 1985
18. Himmelblau D.M., Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering, p. 175-177, Prentice-Hall, New Jersey, 3rd ed., 1974
19. Padgett F.W., D.G. Hefley and A. Henriksen, "Wax Crystallization," Industrial and Engineering Chemistry, 18(8), p. 832-835, 1926
20. Chichakli M. and F.W. Jessen, "Crystal Morphology in Hydrocarbon Systems," Industrial and Engineering Chemistry, 59(5), p. 86-98, 1967
21. Edwards R.T., "Crystal Habit of Paraffin Wax," Industrial and Engineering Chemistry, 49(4), p. 750-757, 1957
22. Gudelis D.A., J.F. Eagen and J.D. Bushnell, "New Route to Better Wax," Hydrocarbon Processing, 52(9), p. 141-146, 1973
23. Yasufukee S., "Calorimetric Measurements of Paraffin Wax in Paraffinic Transformer Oil," J. Japan Petrol. Inst., 27(6), p. 525-532, 1984

24. Ireland H.R., A.S. Raff and L. Fava, "Distillate Dewaxing in Operation," Hydrocarbon Processing, 58(5), p. 119-122, 1979
25. O'connor J.G., F.H. Burow and M.S. Norris, "Determination of Normal Paraffins in C₂₀ to C₃₂ Paraffin Waxes by Molecular Sieve Adsorption," Analytical Chemistry, 34(1), p. 82-85, 1962
26. Bland W.F. and R.L. Davidson, Petroleum Processing Handbook, p. 3-92-3-101, 11-72-11-76, Mc Graw-Hill, New York, 1967
27. Nelson W.L., Petroleum Refinery Engineering, p. 160-165, 215-219, Mc Graw-Hill, New York, 1958
28. Mark H.F., D.F. Othmer, C.G. Overberger and G.T. Seaborg, Encyclopedia of Chemical Technology, Vol. 24, p. 473-476, Wiley, Canada, 3rd ed., 1984
29. Topchiev A.V., M.F. Nagiyev and T.N. Shakhtakhtinskii, Synthetic Materials from Petroleum, p. 20-31, Pergamon Press., New York, 1962
30. Ludwig F.J., "Analysis of Microcrystalline Waxes by Gas-Liquid Chromatography," Analytical Chemistry, 37(13), p. 1732-1741, 1965
31. Ferris S.W. and H.C. Cowles, "Crystal Behavior of Paraffin Waxes," Industrial and Engineering Chemistry, 37(11), p. 1054-1062, 1945
32. Turner W.R., D.S. Brown and D.V. Harrison, "Properties of Paraffin Waxes," Industrial and Engineering Chemistry, 47(6), p. 1219-1226, 1955
33. Ferris S.W., H.C. Cowles, Jr. and L.M. Henderson, "Composition of Paraffin Wax," Industrial and Engineering Chemistry, 21(11), p. 1090-1092, 1929
34. Weiss G., Hazard Chemicals Data Book, Noyes Data Corp., New Jersey, 1980

35. Bott T.R., "Supercritical Gas Extraction," Chemistry and Industry, 5, p. 228-232, 1980
36. Meissner R.E., "Purify CO₂ for Use," Hydrocarbon Processing, 59(4), p.113-116, 1980
37. Taniguchi M., M. Kamihira, T. Tsuji and T. Kobayashi, "Application of Supercritical CO₂ Extraction to Food Processing," World Congress III of Chemical Engineering, p. 1040-1043, 1986
38. Nakamura K., Y.M. Chi, Y. Yamada and T. Yano, "Enzymatic Reactions in Supercritical Fluids," World Congress III of Chemical Engineering, p. 945-948, 1986
39. Bvzzenberger G. and R. Marr, "Liquid Liquid Extraction in a Counter Current Extraction Column with Liquified and Supercritical Carbon Dioxide," World Congress III of Chemical Engineering, p. 801-804, 1986
40. Compressed Gases Association, Handbook of Compressed Gases, p. 55-61, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1966
41. Brule M.R. and R.W. Corbett, "What Makes Critical-Solvent Processes Work?," Hydrocarbon Processing, 63(6), p. 73-77, 1984
42. Joshi D.K. and J.M. Prausnitz, "Supercritical Fluid Extraction with Mixed Solvents," AIChE Journal, 30(3), p. 522-525, 1984
43. Procaccia I. and M. Gitterman, "Quantitative Analysis of Supercritical Extraction," AIChE Journal, 29(4), 686-687, 1983
44. Friedrich J.P., G.R. List and A.J. Heakin, "Petroleum-Free Extraction of Oil from Soybeans with Supercritical CO₂," JAACS, 59(7), p. 288-292, 1982
45. List G.R. and J.P. Friedrich, "Processing Characteristics and Oxidative Stability of Soybean Oil Extracted with Supercritical Carbon Dioxide at 50°C. and 8,000 psi., " JOACS, 62(1), p. 82-84, 1985

46. Korner J.P., "Design and Construction of Full-Scale Supercritical Gas Extraction Plants," Chemical Engineering Progress, 81(4), p. 63-66, 1985
47. Squires T.G., C.G. Venier, J.D. Hunt, J.C. Shei and B.F. Smith, "Supercritical Solvents : carbon dioxide extraction of retained pyridine from pyridine extracts of coal," FUEL, 61, p. 1170-1172, 1982
48. Tongue H., The Design and Construction of High Pressure Chemical Plant, p.406, Chapman and Hall, London, 1934
49. Ferris S.W., H.C. Cowles, Jr. and L.M. Henderson, "Composition and Crystal Form of the Petroleum Waxes," Industrial and Engineering Chemistry, 23(6), p. 681-688, 1931
50. Nieass C.S., M.S. Wainwright and R.P. Chaplin, "Applications of a Technique for the HPLC Analysis of Liquid Carbon Dioxide Solution," Journal of Liquid Chromatography, 7(3), p. 493-508, 1984
51. Worthy W., "Supercritical Fluids Offer Improved Separation," Chemical and Engineering News, p. 16-17, 59(31), 1981
52. Johnston K.P., D.H. Zlger and C.A. Eckert, "Solubilities of Hydrocarbon Solids in Supercritical Fluids. The Augmented Van Der Waals Treatment," Ind. Eng. Chem. Fundam., p. 191-197, 21(3), 1982
53. Kim S. and K.P. Johnston, "Clustering in Supercritical Fluid Mixtures," p. 1603-1611, 33(10), 1987



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ไชนาราคา

ก.1 การนำเข้าไชนาราคา

ตารางที่ ก.1 ปริมาณการนำเข้าไชนาราคา

| ปี | ปริมาณ 1000 กก. | มูลค่า (CIF) 1000 บาท | ราคาต่อหน่วย บาท/กก. |
|-----------|--------------------|--------------------------|-------------------------|
| 2518 | 6,205 | 29,278 | 4.72 |
| 2519 | 7,179 | 33,429 | 4.66 |
| 2520 | 8,839 | 61,923 | 7.01 |
| 2521 | 8,800 | 74,540 | 8.47 |
| 2522 | 10,326 | 112,745 | 10.92 |
| 2523 | 6,984 | 115,997 | 16.61 |
| 2524 | 9,576 | 153,067 | 15.98 |
| 2525 | 7,447 | 96,508 | 12.96 |
| 2526 | 9,162 | 110,039 | 12.01 |
| 2527 | 8,310 | 105,697 | 12.72 |
| 2528 | 4,656 | 70,398 | 15.12 |
| (มค.-พค.) | | | |

ตารางที่ ก.2 ปริมาณการนำเข้าไซทิดีน

| ปี | ปริมาณ 1000 กก. | มูลค่า 1000 บาท | ราคาต่อหน่วย บาท/กก. |
|------|--------------------|--------------------|-------------------------|
| 2518 | 231 | 1,989 | 8.61 |
| 2519 | 400 | 4,132 | 10.33 |
| 2520 | 435 | 4,431 | 10.19 |
| 2521 | 405 | 5,573 | 13.76 |
| 2522 | 468 | 6,392 | 13.66 |
| 2523 | 141 | 3,945 | 27.98 |
| 2524 | 466 | 9,210 | 19.76 |
| 2525 | 343 | 6,987 | 20.37 |

ที่มา : กรมศุลกากร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.3 ปริมาณไขในน้ำมันดิบแหล่งต่างๆทั่วโลก

ตารางที่ ก.3 แสดงปริมาณไขในน้ำมันดิบแหล่งต่างๆทั่วโลก

| Crude oil- | A. P. I. | ===== Wax ===== | |
|-----------------------|-----------|-----------------|------|
| | | Percent | Kind |
| Argentina: | | | |
| Plaza Huincul | 35.8 | 2.9 | (A) |
| Assam! | 33.8 | 110.7 | (A) |
| Austria: | | | |
| Gosting | 18.6 | 0.2 | (C) |
| Baumgarten | 26.0 | 2.82 | (C) |
| Urmansau | 25.6 | 1.26 | (C) |
| Bahrain# | 32.9 | #2.0 | (A) |
| Burma | 36.6-38.0 | 14.8-16.0 | (C) |
| Burma! | 38.0 | 8.0 | (C) |
| Czechoslovakia: | | | |
| Bohuslavice | 49.1 | 2.3 | (C) |
| Egbell | 19.8 | zero | (C) |
| Hodonin | 18.7 | zero | (C) |
| Mikovd | 46.3 | 3.6 | (C) |
| Turzovka | 36.7 | 7.9 | (C) |
| Egypt: | | | |
| Gemsah | 39.6 | 4.94 | (C) |
| Hurghada | 21.5-24.5 | 7.0-8.0 | (C) |
| Iran:! | | | |
| Maidan-i-Naftum | 37.6 | 4.5 | (C) |
| Iraq: | | | |
| Kirkuk | 36.2 | 1.95 | (A) |
| Mexico: | | | |
| Alamo | 32.1 | 1.7 | (A) |
| Altamira | 12.01 | 0.35 | (A) |
| Belem | 47.16 | 2.00 | (A) |
| Cacalilao | 12.01 | 0.28 | (A) |
| Cerro Viejo | 22.6 | 3.32 | (A) |
| Corcovado | 11.7 | 0.25 | (A) |
| El Plan (waxy) | 32.3 | 2.80 | (A) |
| El Plan | 23.0 | 0.57 | (A) |
| Filisola | 21.6 | 0.74 | (A) |
| Furbero | 26.9 | 2.3 | (A) |
| Juan Casiano | 20.8 | 2.20 | (A) |
| Los Naranjos | 21.1 | 3.87 | (A) |
| Mecatepec | 25.4 | 2.49 | (A) |
| Panuco | 11.7 | 0.58 | (A) |
| Potrero | 21.1 | 4.10 | (A) |
| Poza Rica | 30.6 | 3.88 | (A) |
| Salinas | 12.4 | 0.82 | (A) |
| San Diego | 17.9 | 3.16 | (A) |
| San Pedro | 49.2 | 3.40 | (A) |
| Sarlal | 39.2 | 0.03 | (A) |
| Tanhuijo | 15.6 | 0.77 | (A) |
| Teapa | 40.6 | 2.7 | (A) |
| Tecuanapa | 32.1 | 1.20 | (A) |
| Tierra Amarilla | 22.0 | 2.65 | (A) |
| Tonala | 27.1 | 0.77 | (A) |
| Tonala (waxy) | 29.1 | 2.20 | (A) |
| Topila | 14.5 | 0.60 | (A) |

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

| Crude oil- | A.P.I. | PERCENT | KIND |
|---------------------------|-----------|-----------|------|
| Zacamixtle | 20.5 | 2.28 | (A) |
| Romania: | | | |
| Arbanari | 39.0-41.0 | 6.0-6.5 | (C) |
| Bustenari | 33.0-39.0 | under 1.0 | (C) |
| Campina | 29.3-39.0 | 0-5.0 | (C) |
| Carpeni | 39.0-47.8 | 4.0-5.0 | (C) |
| Ceptura | 31.1-35.0 | 4.5-8.0 | (C) |
| Cervenia | 39.0-43.2 | 6.0-6.5 | (C) |
| Filipesti | 29.3-35.0 | 6.0-6.5 | (C) |
| Mionesti | 29.3-35.0 | 5.0-5.7 | (C) |
| Moreni | 35.0-45.4 | 3.0-6.5 | (C) |
| Ochiuri | 24.0-33.0 | zero | (C) |
| Ochiuri | 33.0-39.0 | 2.0-10.0 | (C) |
| Solont-Stabesti | 33.0-41.0 | 3.0-5.0 | (C) |
| Tintea | 24.0-39.0 | 0-2.0 | (C) |
| Zemes | 29.3-31.1 | 4.0-6.0 | (C) |
| Russia: | | | |
| Balakhany, light | 27.8-32.3 | 0.8 | (D) |
| Balakhany, heavy | 20.7-24.0 | 0.4 | (D) |
| Bibi-Eibat, light | 29.7-35.6 | 0.4-0.8 | (D) |
| Bibi-Eibat, heavy | 25.7-26.2 | 0.8 | (D) |
| Binagady | 21.2-24.6 | 0.3 | (D) |
| Chusov | 16.8 | 1.2 | (D) |
| Dossor, 2nd layer | 26.3-29.7 | 0.12-0.13 | (D) |
| Dossor, 3rd layer | 25.9-32.7 | 0.13-0.26 | (D) |
| Grosny | 29.3-35.6 | 0.1-0.74 | (D) |
| Grosny (waxy) | 34.9-37.4 | 3.46-4.77 | (D) |
| Kala | 29.1-30.8 | 1.3-1.8 | (D) |
| Kara-Chukur | 34.8-35.5 | 3.6-5.6 | (D) |
| Kim | 33.6 | 2.5 | (D) |
| Koschagil | 32.3-33.6 | 0.73-1.18 | (D) |
| Lok-Batan, light | 31.7-33.6 | 0.4-0.7 | (D) |
| Lok-Batan, heavy | 31.1-24.4 | 0.55-0.9 | (D) |
| Maikop | 38.9 | 0.5 | (D) |
| Makat | 25.5-31.3 | 0.4-0.64 | (D) |
| Malgobek | 21.2 | 1.67 | (D) |
| Nebitdag | 27.8 | 0.53 | (D) |
| Okha, 3rd layer | 20.3 | 0.03 | (D) |
| Okha, 7rd layer | 22.5 | 0.69 | (D) |
| Okha, 11-12th layer | 31.0 | 1.13 | (D) |
| Romany | 23.6-33.8 | 0.12-0.20 | (D) |
| Shorsu | 30.6 | 3.0 | (D) |
| South Iskine | 43.6 | 1.75 | (D) |
| Sterlitamak | 29.3-31.0 | 1.38-1.53 | (D) |
| Surakhany, upper | 30.6-31.6 | 2.4 | (D) |
| Surakhany, lower | 24.6 | 0.4 | (D) |
| Ukhta | 31.0 | 2.08 | (D) |
| Voznesensk, light | 24.9-25.7 | 2.03 | (D) |
| Voznesensk, heavy | 19.5-22.3 | 1.15-1.19 | (D) |
| Saudi Arabia:# | | | |
| Abqaiq "C" Zone | 27.0 | #1.0 | (C) |
| Abqaiq "D" Zone | 27.0 | #1.7-3.1 | (C) |
| Abu Hadriva | 35.0 | #3.6 | (C) |
| Damman | 35.0 | #2.0-3.8 | (C) |
| Qatif "C" Zone | 30.0 | #3.1 | (C) |
| Qatif "C" Zone | 36.0 | #2.5 | (C) |
| Syrian, heavy | 10.4 | 1.2 | (C) |
| Syrian, bitumem | 3.4 | 1.4 | (C) |
| Turkey: | | | |
| Pulk River | 36.7 | 1.0-2.0 | (C) |

* Dunstan et al., Science of Petroleum, Vol II, Oxford Univ. Press, London 1938 except when noted with a (!) or a (#).

! Sachanen, A.N., The Chemical Constituents of Petroleum, p. 286, Reinhold Publ. Corp., New York, 1945.

Dunstan et al., Science of Petroleum, Vol. V, Part 1, Oxford Univ. Press, London 1950.

(A) Total wax. (B) Microcrystalline. (C) Paraffin wax. (D) Paraffin with destruction.

ก.4 การละลายของไขพาราฟินในตัวทำละลายต่างๆ (6)

ตารางที่ ก.4 แสดงการละลายของไขพาราฟินในตัวทำละลายต่างๆ

| SOLUBILITY OF PARAFFIN WAX (M.P. 53°C.) | |
|---|--------------------|
| | Dissolves at 20°C. |
| 1 cc of | mg |
| Ethyl Acetate | 1.1 |
| Acetone | 1.2 |
| Alcohol (96%) | 1.9 |
| Ether | 83.4 |
| Petroleum Ether | 200.0 |
| Ligroin | 244.0 |
| Chloroform | 246.0 |
| Benzene | 285.0 |
| Carbon Tetrachloride | 317.0 |

| SOLUBILITY—GRAMS PARAFFIN WAX PER 100 cc SOLVENT | | | | | |
|--|---------|--------|---------|--------|-----------|
| Temperature °C. | Pentane | Hexane | Heptane | Octane | Isodecane |
| 0 | — | 2.77 | 1.37 | 0.99 | — |
| 5 | — | 3.69 | 2.18 | 1.69 | 0.94 |
| 10 | 5.11 | 4.81 | 3.55 | 2.90 | 1.44 |
| 15 | 6.94 | 6.07 | 5.06 | 4.24 | 2.74 |
| 20 | 9.53 | 8.31 | 7.18 | 5.93 | 4.98 |
| 25 | 17.16 | 16.23 | 14.36 | 11.66 | 9.17 |

| SOLUBILITY—GRAMS PARAFFIN WAX PER MOL SOLVENT | | | | | |
|---|---------|--------|---------|--------|-----------|
| Temperature °C. | Pentane | Hexane | Heptane | Octane | Isodecane |
| 0 | — | 3.61 | 2.01 | 1.60 | — |
| 5 | — | 4.81 | 3.22 | 2.73 | 1.84 |
| 10 | 5.83 | 6.28 | 5.23 | 4.67 | 2.84 |
| 15 | 7.92 | 7.91 | 7.48 | 6.84 | 5.40 |
| 20 | 10.87 | 10.83 | 10.57 | 9.58 | 9.80 |
| 25 | 19.48 | 21.33 | 21.06 | 18.81 | 18.03 |

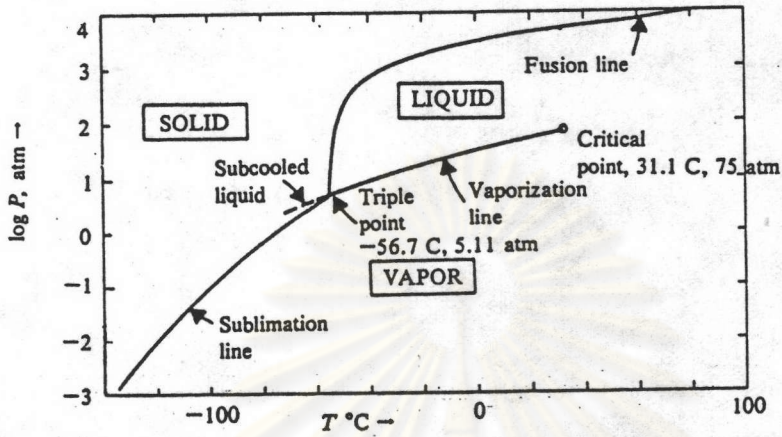
**SOLUBILITY OF PARAFFIN WAX (M.P. 124.5°F.) IN
ORGANIC SOLVENTS**

| Solvent | Temperature °F. | Grams Wax per 100 cc Solvent |
|----------------------------|--------------------|------------------------------------|
| Cyclohexanol | 87 | 0.8800 |
| | 68 | 0.2940 |
| | 58 | 0.1420 |
| Isopropyl Alcohol | 47 | 0.0823 |
| | 85 | 0.2400 |
| | 66 | 0.0600 |
| | 52 | 0.0240 |
| <i>n</i> -Propyl Alcohol | 39 | 0.0094 |
| | 80 | 0.2140 |
| | 60 | 0.0535 |
| | 46 | 0.0214 |
| <i>tert</i> -Butyl Alcohol | 32 | 0.0086 |
| | 80 | 0.2920 |
| | 58 | 0.0730 |
| <i>n</i> -Butyl Alcohol | 77 | 0.3600 |
| | 59 | 0.0900 |
| | 45 | 0.0360 |
| Fusel Oil | 80 | 0.4620 |
| | 58 | 0.1150 |
| | 42 | 0.0460 |
| Cyclopentanone | 74 | 0.5160 |
| | 57 | 0.2290 |
| | 45 | 0.0516 |
| Methyl Cyclohexanone | 83 | 3.0800 |
| | 54 | 0.3520 |
| | 35 | 0.0880 |
| | 22 | 0.0352 |
| Dipropyl Ketone | 61 | 0.8820 |
| | 43 | 0.2210 |
| | 33 | 0.0882 |
| | 23 | 0.0414 |
| Cyclohexane | 62 | 7.7600 |
| Benzol (90%) | 50 | 2.4480 |
| | 32 | 0.7440 |
| Cresol | 18 | 0.1860 |
| | 96 | 0.6080 |
| | 75 | 0.1520 |
| Tetralin | 62 | 0.0608 |
| | 56 | 2.5100 |
| | 43 | 1.1840 |
| | 26 | 0.3940 |
| (P.B. 128-348°F.) | 39 | 0.5000 |
| | 44 | 0.7500 |
| | 27 | 0.2500 |
| | 17 | 0.1250 |
| | 60 | 2.4900 |
| | 50 | 1.2500 |
| | 40 | 0.6200 |
| | 6 | 0.0610 |
| 35% Acetone + 65% Benzol | -10 | 0.0200 |
| | 62 | 0.507 |
| | 41 | 0.0995 |
| | 21 | 0.0205 |
| | 12 | 0.0100 |

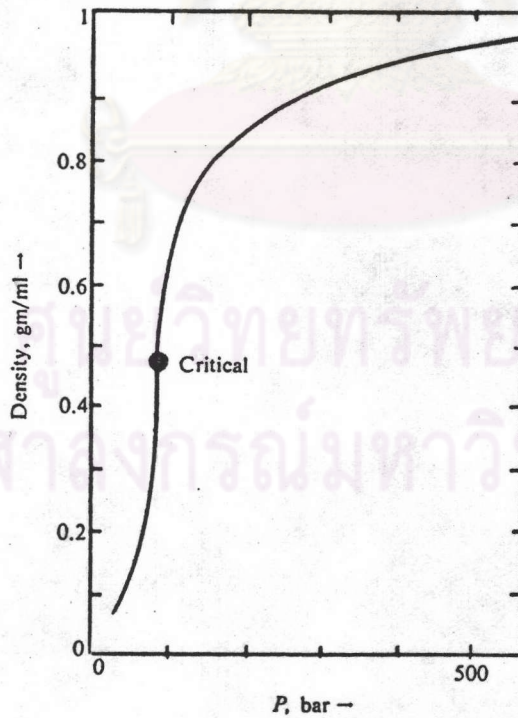
| Solvent | Temperature °F. | Grams Wax per 100 cc Solvent |
|--|--------------------|------------------------------------|
| <i>tert</i> -Amyl Alcohol | 72 | 0.5520 |
| | 53 | 0.1380 |
| | 42 | 0.0552 |
| Diacetone Alcohol | 97 | 0.2560 |
| | 78 | 0.0640 |
| | 65 | 0.0256 |
| Ethyl Alcohol | 98 | 0.3580 |
| | 83 | 0.0895 |
| | 72 | 0.0358 |
| Pentanol | 83 | 0.8280 |
| | 61 | 0.2070 |
| | 50 | 0.0828 |
| <i>n</i> -Propyl Formate | 79 | 1.0480 |
| | 65 | 0.3160 |
| | 47 | 0.0790 |
| Isopropyl Formate | 75 | 0.4120 |
| | 57 | 0.1030 |
| | 45 | 0.0412 |
| <i>n</i> -Butyl Formate | 75 | 0.8980 |
| | 57 | 0.2250 |
| | 46 | 0.0898 |
| Methyl Acetate | 37 | 0.0475 |
| | 85 | 0.2780 |
| | 66 | 0.0695 |
| Phenyl Acetate | 57 | 0.0278 |
| | 35 | 0.0086 |
| | 96 | 0.3500 |
| Ethyl Oxalate | 75 | 0.0875 |
| | 62 | 0.0438 |
| | 112 | 0.6600 |
| Chloroethyl Carbonate | 93 | 0.1650 |
| | 80 | 0.0660 |
| | 70 | 0.5240 |
| β - β -Dichloroethyl Ether | 50 | 0.1310 |
| | 39 | 0.0524 |
| | 90 | 0.2800 |
| Trichloroethylene | 70 | 0.0700 |
| | 57 | 0.0280 |
| | 59 | 2.8600 |
| Methyl <i>n</i> -Hexyl Ketone | 36 | 0.9160 |
| | 7 | 0.2290 |
| | 65 | 1.0640 |
| Isobutyl Methyl Ketone Hexone | 48 | 0.2660 |
| | 38 | 0.1064 |
| | 30 | 0.0546 |
| Hexone | 83 | 2.0700 |
| | 72 | 0.8280 |
| | 46 | 0.2020 |

ภาคผนวก ข.

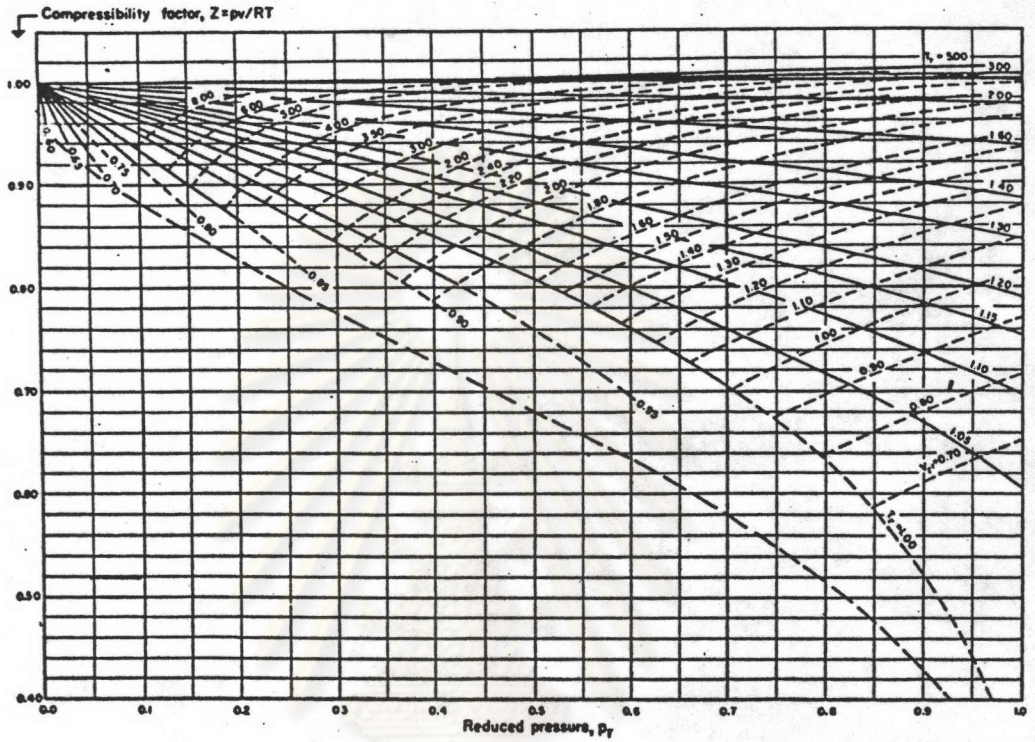
คุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของ CO₂



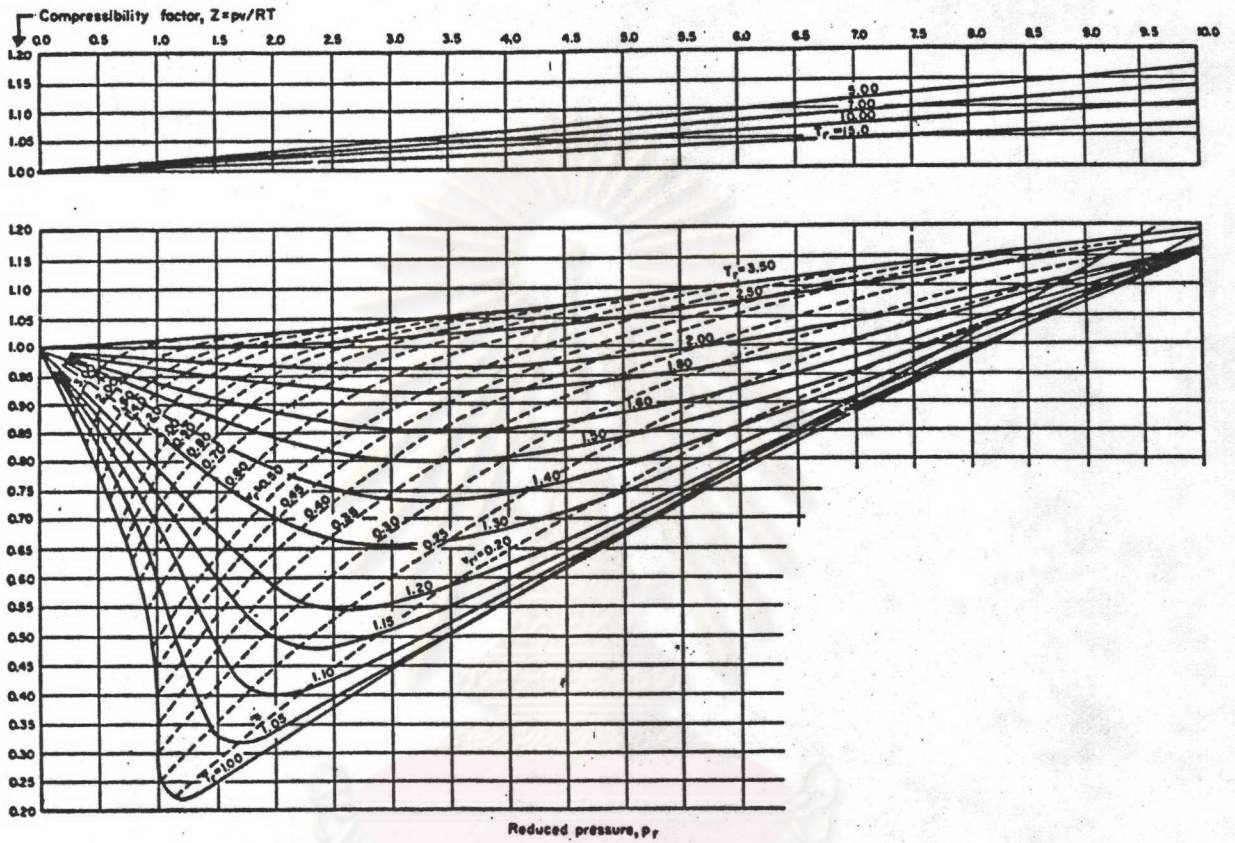
รูปที่ ข.1 แสดงแผนผังวิภูภาคของ CO₂ (17)



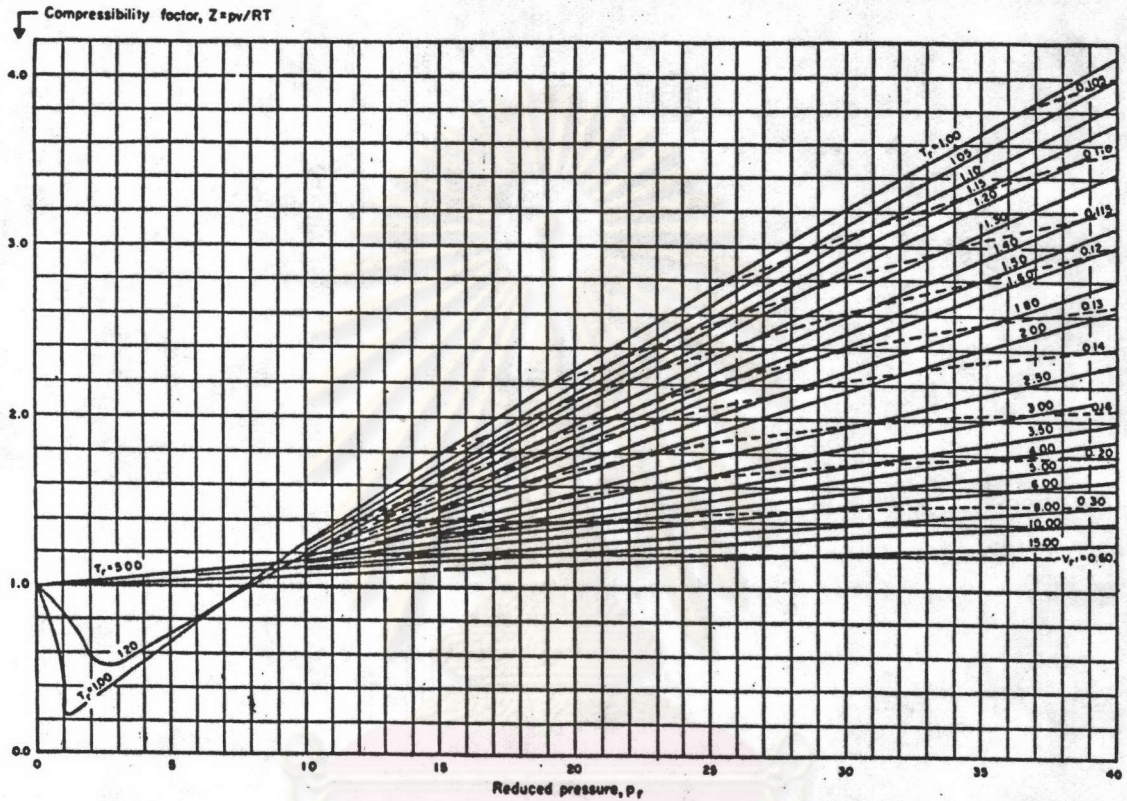
รูปที่ ข.2 แสดงผลของความดันที่มีต่อความหนาแน่นของ CO₂ ที่บริเวณภาวะวิกฤต (17)



รูปที่ ข.3 แสดงแผนผัง compressibility ของ CO_2 ที่ความดันต่ำ (18)



รูปที่ ข.4 แสดงแผนผัง compressibility ของ CO_2 ที่ความดันปานกลาง (18)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ๗.5 แสดงแผนผัง compressibility ของ CO₂ ที่ความดันสูง (18)

ตารางที่ ข.1 แสดงความหนืดของ CO₂ ที่อุณหภูมิต่างๆ และความดันต่างๆ (15)

| Pressure p kp/cm ² | -15 °C = 258.15 K | | -10 °C = 263.15 K | | 0 °C = 273.15 K | | 10 °C = 283.15 K | | 20 °C = 293.15 K | | 30 °C = 303.15 K | | 40 °C = 313.15 K | |
|----------------------------------|--|--------|--|--------|--|--------|--|--------|--|--------|--|--------|--|--------|
| | η × 10 ⁶ kp s/m ² | Pa s | η × 10 ⁶ kp s/m ² | Pa s | η × 10 ⁶ kp s/m ² | Pa s | η × 10 ⁶ kp s/m ² | Pa s | η × 10 ⁶ kp s/m ² | Pa s | η × 10 ⁶ kp s/m ² | Pa s | η × 10 ⁶ kp s/m ² | Pa s |
| 5 | 1.38 | 13.533 | 1.40 | 13.729 | 1.42 | 13.925 | 1.45 | 14.220 | 1.49 | 14.612 | 1.52 | 14.906 | 1.60 | 15.691 |
| 10 | 1.43 | 14.024 | 1.45 | 14.220 | 1.47 | 14.416 | 1.48 | 14.514 | 1.51 | 14.808 | 1.54 | 15.102 | 1.62 | 15.887 |
| 15 | 1.50 | 14.710 | 1.50 | 14.710 | 1.49 | 14.612 | 1.48 | 14.514 | 1.53 | 15.200 | 1.56 | 15.298 | 1.64 | 16.083 |
| 20 | 1.58 | 15.495 | 1.56 | 15.298 | 1.53 | 15.004 | 1.51 | 14.808 | 1.55 | 15.495 | 1.58 | 15.495 | 1.67 | 16.377 |
| 25 | 1.85 | 18.209 | 1.64 | 16.083 | 1.57 | 15.396 | 1.55 | 15.200 | 1.58 | 15.495 | 1.62 | 15.887 | 1.69 | 16.573 |
| 30 | 2.00 | 20.000 | 1.76 | 17.260 | 1.63 | 15.985 | 1.59 | 15.593 | 1.61 | 15.789 | 1.65 | 16.181 | 1.72 | 16.867 |
| 35 | 2.15 | 21.825 | 1.88 | 18.829 | 1.76 | 17.946 | 1.63 | 15.945 | 1.65 | 16.181 | 1.69 | 16.573 | 1.76 | 17.260 |
| 40 | 2.30 | 23.700 | 2.00 | 20.000 | 1.88 | 18.829 | 1.71 | 16.769 | 1.70 | 16.671 | 1.73 | 16.966 | 1.80 | 17.652 |
| 45 | 2.45 | 25.625 | 2.15 | 21.825 | 2.00 | 20.000 | 1.83 | 17.946 | 1.75 | 17.162 | 1.77 | 17.358 | 1.85 | 18.142 |
| 50 | 2.60 | 27.600 | 2.30 | 23.700 | 2.15 | 21.825 | 1.94 | 19.633 | 1.82 | 17.848 | 1.82 | 17.848 | 1.90 | 18.633 |
| 55 | 2.75 | 29.625 | 2.45 | 25.625 | 2.30 | 23.700 | 2.06 | 21.825 | 1.92 | 18.829 | 1.88 | 18.437 | 1.95 | 19.123 |
| 60 | 2.90 | 31.700 | 2.60 | 27.600 | 2.45 | 25.625 | 2.18 | 24.000 | 1.96 | 19.221 | 1.96 | 19.221 | 2.01 | 19.711 |
| 65 | 3.05 | 33.825 | 2.75 | 29.625 | 2.60 | 27.600 | 2.30 | 26.175 | 2.00 | 20.300 | 2.07 | 20.300 | 2.09 | 20.496 |
| 70 | 3.20 | 35.950 | 2.90 | 31.700 | 2.75 | 29.625 | 2.42 | 28.350 | 2.04 | 21.375 | 2.24 | 21.967 | 2.18 | 21.378 |
| 75 | 3.35 | 38.075 | 3.05 | 33.825 | 2.90 | 31.700 | 2.54 | 30.525 | 2.08 | 22.450 | 2.36 | 23.159 | 2.30 | 22.555 |
| 80 | 3.50 | 40.200 | 3.20 | 35.950 | 3.05 | 33.825 | 2.66 | 32.700 | 2.12 | 23.525 | 2.48 | 24.341 | 2.47 | 24.222 |
| 85 | 3.65 | 42.325 | 3.35 | 38.075 | 3.20 | 35.950 | 2.78 | 34.875 | 2.16 | 24.600 | 2.60 | 25.531 | 2.80 | 27.459 |
| 90 | 3.80 | 44.450 | 3.50 | 40.200 | 3.35 | 38.075 | 2.90 | 37.050 | 2.20 | 25.675 | 2.72 | 26.721 | 3.32 | 32.558 |
| 95 | 3.95 | 46.575 | 3.65 | 42.325 | 3.50 | 40.200 | 3.02 | 39.225 | 2.24 | 26.750 | 2.84 | 27.903 | 4.02 | 39.423 |
| 100 | 4.10 | 48.700 | 3.80 | 44.450 | 3.65 | 42.325 | 3.14 | 41.400 | 2.28 | 27.825 | 2.96 | 29.085 | 4.70 | 46.091 |
| 105 | 4.25 | 50.825 | 3.95 | 46.575 | 3.80 | 44.450 | 3.26 | 43.575 | 2.32 | 28.900 | 3.08 | 30.267 | 5.27 | 50.159 |
| 110 | 4.40 | 52.950 | 4.10 | 48.700 | 3.95 | 46.575 | 3.38 | 45.750 | 2.36 | 29.975 | 3.20 | 31.449 | 5.72 | 54.227 |
| 115 | 4.55 | 55.075 | 4.25 | 50.825 | 4.10 | 48.700 | 3.50 | 47.925 | 2.40 | 31.050 | 3.32 | 32.631 | 6.10 | 58.295 |
| 120 | 4.70 | 57.200 | 4.40 | 52.950 | 4.25 | 50.825 | 3.62 | 50.100 | 2.44 | 32.125 | 3.44 | 33.813 | 6.44 | 62.363 |

1 kp s/m² = 9.806 65 Pa s = 9.806 65 N s/m²
 1 at = 1 kp/cm² = 98 066.5 Pa = 98 066.5 N/cm² = 0.980 665 bar
 Values listed above the lines refer to the vapor and those under the line to the liquid

ตารางที่ ๗.๒ แสดงคุณสมบัติของเหลว-ไอ ของ CO₂ ที่อุณหภูมิ (15)

| Temperature | Pressure | | Density | | Specific volume | | Specific enthalpy | | Heat of vaporization | | Specific entropy | |
|-------------|----------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------|----------------------|---------|------------------|---------|
| | t | T | Liquid | Vapor | Liquid | Vapor | Liquid | Vapor | kcal/kg | kJ/kg | Liquid | Vapor |
| °C | K | kp/cm ² | ρ' | ρ'' | v' | v'' | kcal/kg | kJ/kg | r = i' - i'' | r | s' | s'' |
| | | bar | kg/m ³ | kg/m ³ | m ³ /kg | m ³ /kg | kcal/kg | kJ/kg | kcal/kg | kJ/kg | kcal/kg K | kJ/kg K |
| -56.6 | 216.55 | 5.28 | 1178.0 | 13.9 | 0.000849 | 0.0722 | 72.00 | 301.450 | 155.10 | 649.373 | 0.8885 | 3.7200 |
| -55 | 218.15 | 5.66 | 1172.0 | 14.8 | 0.000853 | 0.0676 | 72.70 | 304.380 | 155.20 | 649.791 | 0.8917 | 3.7334 |
| -50 | 223.15 | 6.97 | 1153.5 | 18.1 | 0.000867 | 0.055407 | 75.01 | 314.052 | 155.57 | 651.340 | 0.9020 | 3.7765 |
| -47.5 | 225.65 | 7.67 | 1144.4 | 19.9 | 0.000873 | 0.050250 | 76.18 | 318.950 | 155.73 | 652.010 | 0.9070 | 3.7974 |
| -45 | 228.15 | 8.49 | 1134.5 | 21.8 | 0.000881 | 0.045809 | 77.30 | 323.640 | 155.89 | 652.680 | 0.9120 | 3.8184 |
| -42.5 | 230.65 | 9.33 | 1125.0 | 23.9 | 0.000889 | 0.041780 | 78.42 | 328.329 | 156.03 | 653.266 | 0.9170 | 3.8393 |
| -40 | 233.15 | 10.25 | 1115.0 | 26.2 | 0.000897 | 0.038164 | 79.59 | 333.227 | 156.17 | 653.853 | 0.9218 | 3.8594 |
| -37.5 | 235.65 | 11.20 | 1105.0 | 28.7 | 0.000905 | 0.034900 | 80.72 | 337.958 | 156.28 | 654.313 | 0.9266 | 3.8795 |
| -35 | 238.15 | 12.26 | 1094.9 | 31.2 | 0.000913 | 0.032008 | 81.80 | 342.480 | 156.39 | 654.774 | 0.9314 | 3.8996 |
| -32.5 | 240.65 | 13.35 | 1084.5 | 33.9 | 0.000922 | 0.029480 | 83.01 | 347.546 | 156.48 | 655.150 | 0.9362 | 3.9197 |
| -30 | 243.15 | 14.55 | 1074.2 | 37.0 | 0.000931 | 0.027001 | 84.19 | 352.487 | 156.56 | 655.485 | 0.9408 | 3.9389 |
| -27.5 | 245.65 | 15.76 | 1063.6 | 40.2 | 0.000940 | 0.024850 | 85.35 | 357.343 | 156.62 | 655.737 | 0.9460 | 3.9607 |
| -25 | 248.15 | 17.14 | 1052.6 | 43.8 | 0.000950 | 0.022885 | 86.53 | 362.284 | 156.67 | 655.946 | 0.9510 | 3.9779 |
| -22.5 | 250.65 | 18.68 | 1041.7 | 47.5 | 0.000960 | 0.021070 | 87.73 | 367.308 | 156.70 | 656.072 | 0.9550 | 3.9984 |
| -20 | 253.15 | 20.06 | 1029.9 | 51.4 | 0.000971 | 0.019466 | 88.93 | 372.322 | 156.78 | 656.407 | 0.9494 | 4.0168 |
| -17.5 | 255.15 | 21.71 | 1018.5 | 55.7 | 0.000982 | 0.017950 | 90.18 | 377.566 | 156.72 | 656.155 | 0.9644 | 4.0377 |
| -15 | 258.15 | 23.34 | 1006.1 | 60.2 | 0.000994 | 0.016609 | 91.45 | 382.841 | 156.70 | 656.072 | 0.9690 | 4.0570 |
| -12.5 | 260.65 | 25.10 | 993.8 | 65.3 | 0.001006 | 0.015320 | 92.75 | 388.326 | 156.65 | 655.862 | 0.9740 | 4.0779 |
| -10 | 263.15 | 26.99 | 980.8 | 70.5 | 0.001019 | 0.014194 | 94.09 | 393.936 | 156.60 | 655.653 | 0.9787 | 4.0976 |
| -7.5 | 265.65 | 29.00 | 968.0 | 76.2 | 0.001033 | 0.013120 | 95.48 | 399.756 | 156.51 | 655.276 | 0.9835 | 4.1177 |
| -5 | 268.15 | 31.05 | 953.8 | 82.4 | 0.001048 | 0.012141 | 96.91 | 405.743 | 156.41 | 654.857 | 0.9890 | 4.1407 |
| -2.5 | 270.65 | 33.21 | 940.0 | 89.0 | 0.001063 | 0.011230 | 98.38 | 411.897 | 156.27 | 654.271 | 0.9942 | 4.1625 |
| 0 | 273.15 | 35.54 | 924.8 | 96.3 | 0.001081 | 0.010383 | 100.00 | 418.680 | 156.13 | 653.685 | 1.0000 | 4.1868 |
| 2.5 | 275.65 | 37.95 | 910.0 | 104.3 | 0.001100 | 0.009584 | 101.84 | 426.384 | 155.82 | 652.387 | 1.0050 | 4.2077 |
| 5 | 278.15 | 40.50 | 893.1 | 113.0 | 0.001120 | 0.008850 | 103.10 | 431.659 | 155.45 | 650.838 | 1.0103 | 4.2299 |
| 7.5 | 280.65 | 43.20 | 876.0 | 122.3 | 0.001142 | 0.008175 | 104.78 | 438.693 | 155.08 | 649.289 | 1.0155 | 4.2517 |
| 10 | 283.15 | 45.95 | 858.0 | 133.0 | 0.001166 | 0.007519 | 106.50 | 445.894 | 154.59 | 647.237 | 1.0218 | 4.2781 |
| 12.5 | 285.65 | 48.83 | 838.0 | 144.7 | 0.001193 | 0.006910 | 108.20 | 453.012 | 153.95 | 644.558 | 1.0274 | 4.3015 |
| 15 | 288.15 | 51.93 | 817.9 | 158.0 | 0.001223 | 0.006323 | 110.10 | 460.967 | 153.17 | 641.292 | 1.0340 | 4.3292 |
| 17.5 | 290.65 | 55.10 | 795.5 | 173.2 | 0.001253 | 0.005774 | 111.90 | 468.503 | 152.27 | 637.524 | 1.0400 | 4.3543 |
| 20 | 293.15 | 58.46 | 771.1 | 189.8 | 0.001297 | 0.005269 | 114.00 | 477.295 | 151.10 | 632.625 | 1.0468 | 4.3827 |
| 22.5 | 295.65 | 61.85 | 742.9 | 210.4 | 0.001346 | 0.004733 | 116.20 | 486.506 | 149.50 | 625.927 | 1.0543 | 4.4141 |
| 25 | 298.15 | 65.59 | 709.5 | 236.3 | 0.001409 | 0.004232 | 118.80 | 497.392 | 147.33 | 616.841 | 1.0628 | 4.4497 |
| 27.5 | 300.65 | 69.33 | 666.4 | 271.8 | 0.001501 | 0.003679 | 122.00 | 510.790 | 144.55 | 605.202 | 1.0730 | 4.4924 |
| 30 | 303.15 | 73.34 | 595.1 | 335.7 | 0.001680 | 0.002979 | 125.90 | 527.118 | 140.95 | 590.129 | 1.0854 | 4.5444 |
| 31 (crit.) | 304.15 | 74.96 | 463.9 | 463.9 | 0.002156 | 0.002156 | 133.50 | 558.938 | 0.00 | 0 | 1.1098 | 4.6465 |

1 kcal = 4.1868 kJ

ตารางที่ ข.3 แสดงคุณสมบัติของแข็ง-ไอ ของ CO₂ ที่อิมตัว (15)

| Temperature | | Pressure | | Density | | Specific volume | | Specific enthalpy | | | | Heat of vaporization | | Specific entropy | | | |
|-------------|--------|--------------------|---------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------|---------|---------|----------------------|---------|------------------|---------|-----------|---------|
| t | T | p | | ρ | | v | | h' | | h'' | | r = h'' - h' | | s' | | s'' | |
| | | kp/cm ² | bar | kg/m ³ | kg/m ³ | m ³ /kg | m ³ /kg | kcal/kg | kJ/kg | kcal/kg | kJ/kg | kcal/kg | kJ/kg | kcal/kg K | kJ/kg K | kcal/kg K | kJ/kg K |
| -100 | 173.15 | 0.142 | 0.13925 | 1594 | 0.428 | 0.000627 | 2.336 | 10.9 | 45.636 | 150.7 | 630.951 | 139.8 | 585.315 | 0.5996 | 2.5104 | 1.4070 | 5.8908 |
| - 95 | 178.15 | 0.236 | 0.23144 | 1590 | 0.694 | 0.000629 | 1.442 | 12.2 | 51.079 | 151.4 | 633.882 | 139.2 | 582.803 | 0.6074 | 2.5431 | 1.3889 | 5.8150 |
| - 90 | 183.15 | 0.379 | 0.37167 | 1582 | 1.03 | 0.000632 | 0.920 | 13.6 | 56.940 | 152.2 | 637.231 | 138.6 | 580.290 | 0.6150 | 2.5749 | 1.3718 | 5.7435 |
| - 85 | 188.15 | 0.596 | 0.58448 | 1574 | 1.67 | 0.000635 | 0.598 | 15.0 | 62.802 | 152.9 | 640.162 | 137.9 | 577.360 | 0.6224 | 2.6059 | 1.3554 | 5.6748 |
| - 80 | 193.15 | 0.914 | 0.89633 | 1566 | 2.51 | 0.000639 | 0.398 | 16.4 | 68.664 | 153.5 | 642.674 | 137.1 | 574.010 | 0.6299 | 2.6373 | 1.3398 | 5.6095 |
| -78.9 | 194.25 | 1.000 | 0.98067 | 1566 | 2.74 | 0.000639 | 0.36512 | 16.73 | 70.045 | 153.62 | 643.176 | 136.89 | 573.131 | 0.6314 | 2.6435 | 1.3363 | 5.5948 |
| - 75 | 198.15 | 1.37 | 1.34351 | 1556 | 3.72 | 0.000643 | 0.2694 | 17.9 | 74.944 | 154.1 | 645.186 | 136.2 | 570.242 | 0.6376 | 2.6695 | 1.3248 | 5.5467 |
| - 70 | 203.15 | 2.02 | 1.98094 | 1546 | 5.39 | 0.000647 | 0.1854 | 19.6 | 82.061 | 154.5 | 646.861 | 134.9 | 564.799 | 0.6459 | 2.7043 | 1.3103 | 5.4860 |
| - 65 | 208.15 | 2.93 | 2.87335 | 1534 | 7.73 | 0.000652 | 0.1293 | 21.5 | 90.016 | 154.9 | 648.535 | 133.4 | 558.519 | 0.6551 | 2.7428 | 1.2960 | 5.4261 |
| - 60 | 213.15 | 4.18 | 4.09918 | 1522 | 11.0 | 0.000657 | 0.0912 | 23.7 | 99.227 | 155.1 | 649.373 | 131.4 | 550.146 | 0.6655 | 2.7863 | 1.2819 | 5.3671 |
| - 56.6 | 216.55 | 5.28 | 51.7791 | 1513 | 13.9 | 0.000661 | 0.0722 | 25.2 | 105.507 | 155.1 | 649.373 | 129.9 | 543.865 | 0.6725 | 2.8156 | 1.2724 | 5.3273 |

1 at = 1 kp/cm² = 98 066.5 Pa = 98 066.5 N/m² = 9.806 65 N/cm² = 0.980 665 bar

1 kcal = 4.186 8 kJ

ตารางที่ ข.4 แสดงค่า compressibility ของ CO₂ (48)

| P, Atm. | 0°C. | 10°C. | 20°C. | 30°C. | 40°C. | 50°C. | 100°C. | 137°C. | 198°C. |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 1.0000 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ^c 30 | | | | 0.9406 | | | | | |
| 31 | 0.7380 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 33 | 0.7120 | 0.7860 | - | - | - | - | - | - | - |
| 34 | 0.6990 | 0.7750 | - | - | - | - | - | - | - |
| 35 | 0.0750 | 0.7640 | 0.8350 | - | - | - | - | - | - |
| 37 | 0.0790 | 0.7420 | 0.8170 | 0.8820 | - | - | - | - | - |
| 40 | - | 0.7060 | 0.7895 | 0.8590 | 0.9235 | - | - | - | - |
| 44 | - | 0.6530 | 0.7490 | - | - | - | - | - | - |
| 45 | - | 0.1050 | 0.7380 | 0.8190 | 0.8880 | 0.9520 | - | - | - |
| 48 | - | - | 0.7060 | 0.7930 | 0.8670 | 0.9330 | - | - | - |
| 50 | 0.1050 | 0.1145 | 0.6800 | 0.7750 | 0.8500 | 0.9200 | 1.2065 | 1.3800 | - |
| ^c 60 | | | | 0.6943 | | | | | |
| ^c 70 | | | | 0.4099 | | | | | |
| 75 | 0.1530 | 0.1630 | 0.1800 | 0.2190 | 0.6220 | 0.7470 | 1.1180 | 1.3185 | 1.6150 |
| ^c 80 | | 0.1733 | 0.1903 | 0.2246 | 0.5786 | | | | |
| ^c 90 | | | | 0.2417 | | | | | |
| 100 | 0.2020 | 0.2130 | 0.2285 | 0.2550 | 0.3090 | 0.4910 | 1.0300 | 1.2590 | 1.5820 |
| 125 | 0.2490 | 0.2620 | 0.2785 | 0.3000 | 0.3350 | 0.3950 | 0.9470 | 1.2050 | 1.5530 |
| 150 | 0.2950 | 0.3090 | 0.3260 | 0.3460 | 0.3770 | 0.4190 | 0.8780 | 1.1585 | 1.5295 |
| 175 | 0.3405 | 0.3550 | 0.3725 | 0.3930 | 0.4215 | 0.4570 | 0.8320 | 1.1230 | 1.5100 |
| 200 | 0.3850 | 0.4010 | 0.4190 | 0.4400 | 0.4675 | 0.5000 | 0.8145 | 1.0960 | 1.4960 |
| 300 | 0.5595 | 0.5775 | 0.5985 | 0.6225 | 0.6485 | 0.6765 | 0.8900 | 1.1080 | 1.4935 |
| 400 | 0.7280 | 0.7475 | 0.7710 | 0.7950 | 0.8230 | 0.8515 | 1.0385 | 1.2175 | 1.5630 |
| 500 | 0.8905 | 0.9130 | 0.9380 | 0.9630 | 0.9900 | 1.0210 | 1.2005 | 1.3620 | 1.6775 |
| 600 | 1.0495 | 1.0730 | 1.0995 | 1.1275 | 1.1570 | 1.1865 | 1.3655 | 1.5180 | 1.8120 |
| 700 | 1.2055 | 1.2320 | 1.2590 | 1.2890 | 1.3190 | 1.3500 | 1.5285 | 1.6760 | 1.9560 |
| 800 | 1.3580 | 1.3870 | 1.4170 | 1.4475 | 1.4790 | 1.5105 | 1.6890 | 1.8355 | 2.1080 |
| 900 | 1.5090 | 1.5385 | 1.5685 | 1.6000 | 1.6325 | 1.6650 | 1.8460 | 1.9940 | 2.2600 |
| 1000 | 1.6560 | 1.6850 | 1.7460 | 1.7480 | 1.7800 | 1.8140 | 1.9990 | - | - |

c ได้จาก extrapolation

ภาคผนวก ค.

คุณสมบัติของสารเคมีที่ใช้ (34)

ค.1 HEXANEChemical formular : $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$

Characteristics : liquid, colorless, order like gasoline

Physical and chemical properties :

Boiling point at 1 atm. : $155.7^\circ\text{F} = 68.7^\circ\text{C} = 341.9^\circ\text{K}$ Freezing point : $-219.3^\circ\text{F} = -139.6^\circ\text{C} = 133.6^\circ\text{K}$ Critical temperature : $453.6^\circ\text{F} = 234.2^\circ\text{C} = 506.4^\circ\text{K}$ Critical pressure : $436.6 \text{ psia} = 29.7 \text{ atm} = 3.01 \text{ MN/m}^2$ Specific gravity : 0.659 at 20°C (liquid)

Flammable limits in air : 1.2-7.7 %

Toxicity by inhalation (Threshold Limit Value) : 500 ppm.

Short-term inhalation limits : 500 ppm. for 30 min.

ค.2 HEPTANEChemical formular : $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$

Characteristics : liquid, colorless, order like gasoline

Physical and chemical properties :

Boiling point at 1 atm. : $209.1^\circ\text{F} = 98.4^\circ\text{C} = 371.6^\circ\text{K}$ Freezing point : $-131^\circ\text{F} = -90.6^\circ\text{C} = 182.6^\circ\text{K}$ Critical temperature : $513^\circ\text{F} = 267^\circ\text{C} = 540^\circ\text{K}$ Critical pressure : $400 \text{ psia} = 27 \text{ atm} = 2.7 \text{ MN/m}^2$ Specific gravity : 0.6838 at 20°C (liquid)

Flammable limits in air : 1.0-7.0 %

Toxicity by inhalation (Threshold Limit Value) : 500 ppm.

Short-term inhalation limits : 500 ppm. for 30 min.

9.3 NONANE

Chemical formular : $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$

Characteristics : liquid, colorless, order like gasoline

Physical and chemical properties :

Boiling point at 1 atm. : $304^\circ\text{F} = 151^\circ\text{C} = 424^\circ\text{K}$

Freezing point : $-64.3^\circ\text{F} = -53.5^\circ\text{C} = 219.7^\circ\text{K}$

Critical temperature : $610.5^\circ\text{F} = 321.4^\circ\text{C} = 594.6^\circ\text{K}$

Critical pressure : 335 psia = 22.8 atm = 2.31 MN/m²

Specific gravity : 0.718 at 20°C (liquid)

Flammable limits in air : 0.87-2.9 %

Toxicity by inhalation (Threshold Limit Value) : data not available

Short-term inhalation limits : data not available

9.4 DICHLOROMETHANE

synonyms : methylene chloride, methylene dichloride

Chemical formular : CH_2Cl_2

Characteristics : liquid, colorless, pleasant, aromatic; like
chloroform; sweet, ethereal

Physical and chemical properties :

Boiling point at 1 atm. : $104^\circ\text{F} = 39.8^\circ\text{C} = 313.0^\circ\text{K}$

Freezing point : $-142^\circ\text{F} = -96.7^\circ\text{C} = 176.5^\circ\text{K}$

Critical temperature : $473^\circ\text{F} = 245^\circ\text{C} = 518^\circ\text{K}$

Critical pressure : 895 psia = 60.9 atm = 6.17 MN/m²

Specific gravity : 1.322 at 20°C (liquid)

Flammable limits in air : 12-19 %

Toxicity by inhalation (Threshold Limit Value) : 500 ppm

Short-term inhalation limits : 100 ppm for 60 min.

Order threshold : 205-307 ppm

9.5 METHY ETHY KETONE

Chemical formular : $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$

Characteristics : liquid, colorless, order like acetone ;
pleasant; pungent

Physical and chemical properties :

Boiling point at 1 atm. : $175.3^\circ\text{F} = 79.6^\circ\text{C} = 352.8^\circ\text{K}$

Freezing point : $-123.3^\circ\text{F} = -86.3^\circ\text{C} = 186.9^\circ\text{K}$

Critical temperature : $504.5^\circ\text{F} = 262.5^\circ\text{C} = 535.7^\circ\text{K}$

Critical pressure : 603 psia = 41 atm = 4.15 MN/m^2

Specific gravity : 0.806 at 20°C (liquid)

Flammable limits in air : 1.8-11.5 %

Toxicity by inhalation (Threshold Limit Value) : 200 ppm

Short-term inhalation limits : 290 mg/m^3 for 60 min.

Order threshold : 10 ppm

9.6 ACETONE

Chemical formular : CH_3COCH_3

Characteristics : liquid, colorless, sweetish; pleasant; pungent

Physical and chemical properties :

Boiling point at 1 atm. : $133^\circ\text{F} = 56.1^\circ\text{C} = 329.3^\circ\text{K}$

Freezing point : $-138^\circ\text{F} = -94.7^\circ\text{C} = 178.5^\circ\text{K}$

Critical temperature : $455^\circ\text{F} = 235^\circ\text{C} = 508^\circ\text{K}$

Critical pressure : 682 psia = 46.4 atm = 4.70 MN/m^2

Specific gravity : 0.791 at 20°C (liquid)

Flammable limits in air : 2.6-12.8 %

Toxicity by inhalation (Threshold Limit Value) : 1000 ppm

Short-term inhalation limits : 1000 ppm for 30 min.

Order threshold : 100 ppm

๑.7 PARAFFIN WAX

Chemical formular : not pertinent .

Characteristics : liquid to hard solid, yellow to white, order very weak

Physical and chemical properties :

Boiling point at 1 atm. : very high

Freezing point : $118-149^{\circ}\text{F} = 48-656^{\circ}\text{C} = 321-338^{\circ}\text{K}$

Critical temperature : not pertinent

Critical pressure : not pertinent

Specific gravity : $0.78-0.79$ at 20°C

Flammable limits in air : not pertinent

Toxicity by inhalation (Threshold Limit Value) : not pertinent

Short-term inhalation limits : not pertinent

๑.8 METHYL ALCOHOL

Chemical formular : CH_3OH

Characteristics : liquid, colorless, fain alcohol; like ethyl alcohol; faintly sweet; characteristic pungent

Physical and chemical properties :

Boiling point at 1 atm. : $148.1^{\circ}\text{F} = 64.5^{\circ}\text{C} = 337.7^{\circ}\text{K}$

Freezing point : $-144.0^{\circ}\text{F} = -97.8^{\circ}\text{C} = 175.4^{\circ}\text{K}$

Critical temperature : $464^{\circ}\text{F} = 240^{\circ}\text{C} = 513^{\circ}\text{K}$

Critical pressure : $1142.0 \text{ psia} = 77.7 \text{ atm} = 7.87 \text{ MN/m}^2$

Specific gravity : 0.792 at 20°C (liquid)

Flammable limits in air : $6.0-36.5 \%$

Toxicity by inhalation (Threshold Limit Value) : 200 ppm

Short-term inhalation limits : 260 mg/m^3 for 60 min.

Order threshold : 100 ppm

๑.9 METHYL ISOBUTYL KETONE

Synonyms : hexone, isobutyl methyl ketone, isopropylacetone,
4-methyl-2-pentanone, MIBK; MIK

Chemical formular : $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{COCH}_3$

Characteristics : liquid, colorless, pleasant; mild, characteristic;
sharp

Physical and chemical properties :

Boiling point at 1 atm. : $241.2^\circ\text{F} = 116.2^\circ\text{C} = 389.4^\circ\text{K}$

Freezing point : $-119^\circ\text{F} = -84^\circ\text{C} = 189^\circ\text{K}$

Critical temperature : $568.9^\circ\text{F} = 298.3^\circ\text{C} = 517.5^\circ\text{K}$

Critical pressure : $475 \text{ psia} = 32.2 \text{ atm} = 3.27 \text{ MN/m}^2$

Specific gravity : 0.802 at 20°C (liquid)

Flammable limits in air : $1.4-7.5 \%$

Toxicity by inhalation (Threshold Limit Value) : 100 ppm

Short-term inhalation limits : 100 ppm for 60 min.

Order threshold : 0.47 ppm

๑.10 UREA

Synonyms : carbamide, carbonyldiamide

Chemical formular : NH_2CONH_2

Characteristics : solid, white, pleasant; odorless, or slight
ammonia odor

Physical and chemical properties :

Boiling point at 1 atm. : decomposes

Freezing point : $271^\circ\text{F} = 133^\circ\text{C} = 406^\circ\text{K}$

Critical temperature : not pertinent

Critical pressure : not pertinent

Specific gravity : 1.34 at 20°C (solid)

Toxicity by inhalation (Threshold Limit Value) : not pertinent

ภาคผนวก ง.

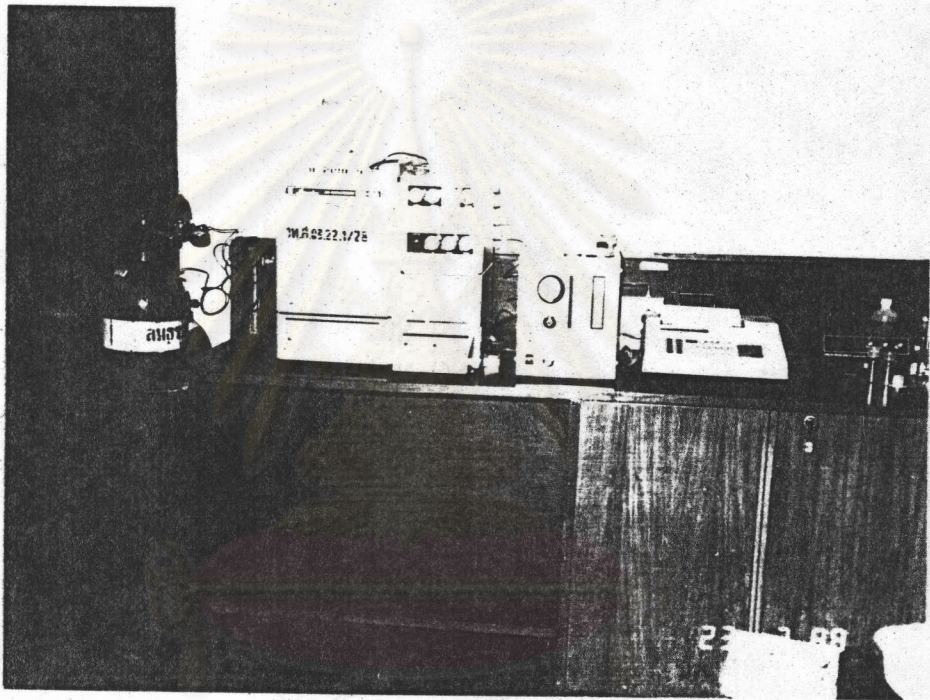
วิธีการทดสอบ และการคำนวณ

ง.1 การทดลองการหาองค์ประกอบของไซพาราฟิน

การทดลองการหาองค์ประกอบของไซพาราฟิน ในการวิจัยนี้ ทดลองด้วยเทคนิคทาง gas chromatography โดยใช้ Apizon L เป็นคอลัมน์ และใช้ temperature programming สภาวะต่างๆของการใช้เครื่อง gas chromatograph ในการทดลองแสดง ในตารางที่ ง.1 ส่วนประกอบของเครื่อง gas chromatograph แสดงในรูปที่ ง.1

ตารางที่ ง.1 สภาวะของการใช้เครื่อง gas chromatograph ในการหาองค์ประกอบของไซพาราฟิน

| | |
|---------------------------|---|
| คอลัมน์ | 10 % Apizon L on chromosorb W 60-80 mesh (2 m. x 0.3 cm.) |
| วิธีการวิเคราะห์ | อุณหภูมิเริ่มต้น (initial temperature) 70°ซ. คงที่ เป็นเวลา 15 นาที ใช้ temperature programming คือ เพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตรา 8°ซ. / นาที อุณหภูมิสุดท้าย (final temperature) 270°ซ. คงที่ เป็นเวลา 145 นาที |
| Injection temperature | 320°ซ. |
| FID temperature | 320°ซ. |
| H ₂ - flowrate | 30 ซม. ³ / นาที |
| Air - flowrate | 300 ซม. ³ / นาที |
| N ₂ - flowrate | 30 ซม. ³ / นาที |
| Sample size | 1 ไมโครลิตร |
| Range | 10 ¹ |
| Chart speed | 1 มม. / นาที |



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
รูปที่ ง.๑ เครื่อง gas chromatograph
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(1) การสร้างกราฟมาตรฐานนอร์มัล-พาราฟิน

เตรียมสารมาตรฐาน $C_{21}-C_{30}$ ซึ่งเป็นของแข็งมาอย่างละ 0.02 กรัม ในขวดมาตรฐาน 5 ซม.³ เติมเมททาลินคลอไรด์จนครบปริมาตร ผสมให้เข้ากัน นำสารละลาย มาทำให้เจือจางลงโดยมีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน แล้วนำไปฉีดเข้าเครื่อง gas chromatograph ในปริมาณ 1 ไมโครลิตร จะได้โครมาโตแกรม วัดความสูงของพีกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างความสูงของพีกกับความเข้มข้นของสารมาตรฐาน ดังแสดงใน รูปที่ ง.2

เนื่องจาก สารมาตรฐานนอร์มัล-พาราฟิน ที่ใช้ในการทดลองนี้ มี $C_{21}-C_{26}$, C_{28} และ C_{30} แต่ไม่มี C_{27} , C_{29} และ C_{31} ดังนั้นจึงนำค่าความชันจากกราฟ มาตรฐานดังกล่าว หาความสัมพันธ์ระหว่างความชันกับจำนวนคาร์บอนอะตอม ดังแสดงใน รูปที่ ง.3 จากรีเกรสชัน (regression) ได้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชันกับ จำนวนคาร์บอนอะตอม ดังนี้

$$\ln(\text{slope}) = -0.35 n + 3.77$$

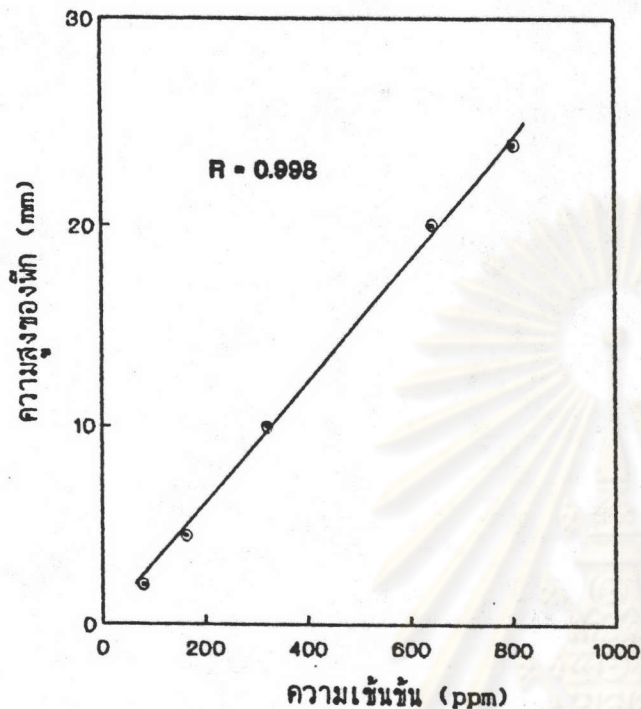
เมื่อ $n =$ จำนวนคาร์บอนอะตอม

นำค่าความชันของแต่ละคาร์บอนอะตอมจากการคำนวณข้างต้น มาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับความสูงได้ ดังนี้

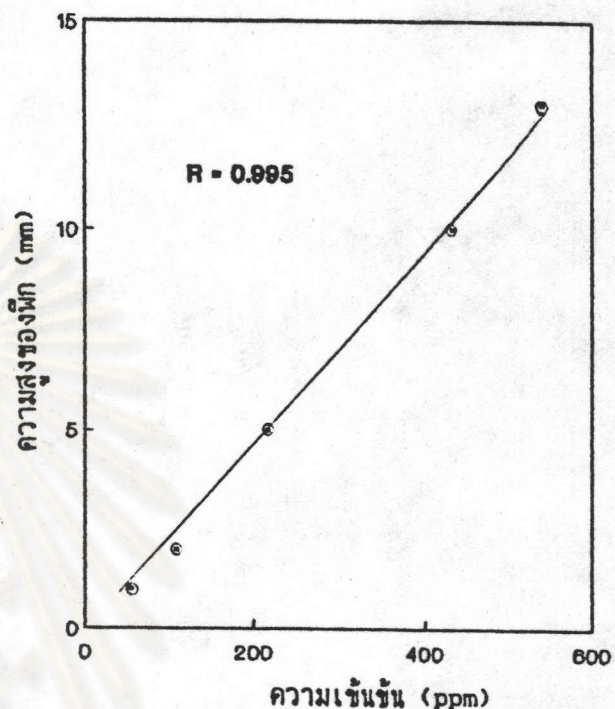
$$\text{ความเข้มข้น} = \text{ความสูงของพีก} / \text{ความชัน}$$

(2) การทำคุณภาพวิเคราะห์

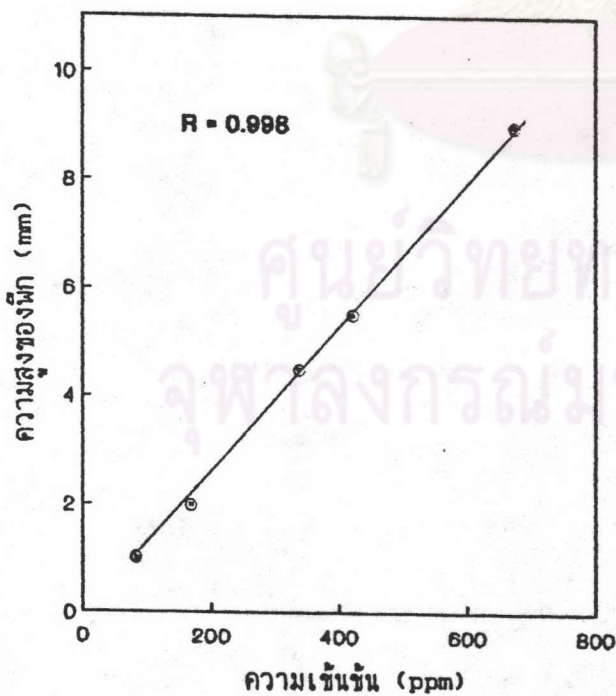
เพื่อที่จะศึกษาว่าองค์ประกอบที่มีอยู่ในไซพาราฟิน มีอะไรบ้าง โดยดูจากพีกที่ได้ในโครมาโตแกรม สามารถทำได้โดยเทียบจากค่า retention time ค่า retention time คือ ระยะเวลาของสารแต่ละชนิดที่ออกมาจากคอลัมน์ ในการทดลองฉีดสารมาตรฐาน และสารตัวอย่าง นำค่า retention time ที่ได้จากตัวอย่างเปรียบเทียบกับค่า retention time ของสารมาตรฐาน ถ้าค่าที่ได้เท่ากันจะเป็นสารชนิดเดียวกัน



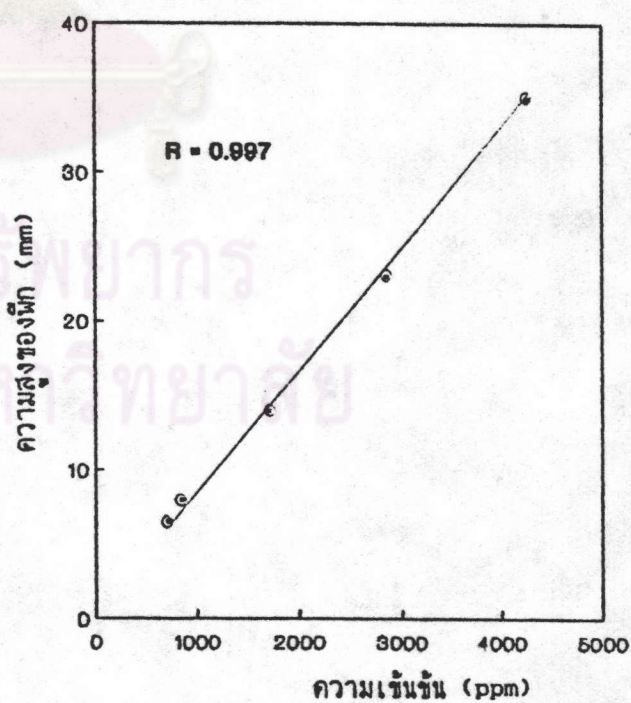
ก. $C_{21}H_{44}$



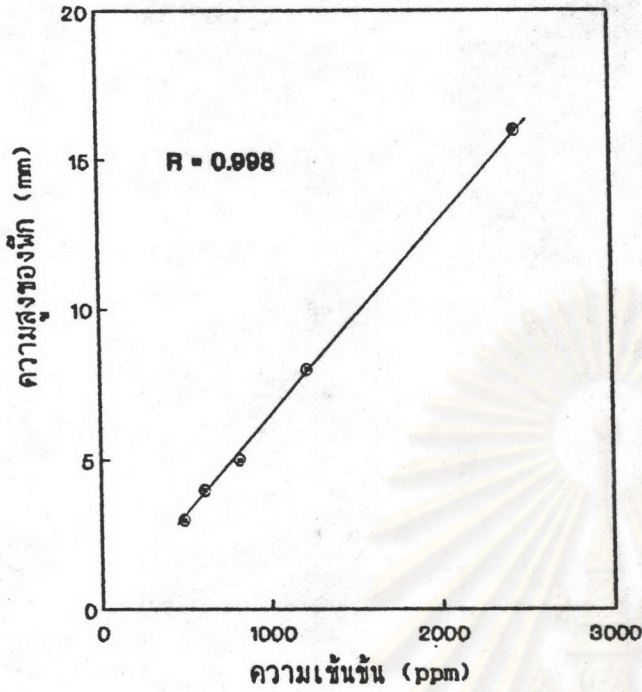
ข. $C_{22}H_{46}$



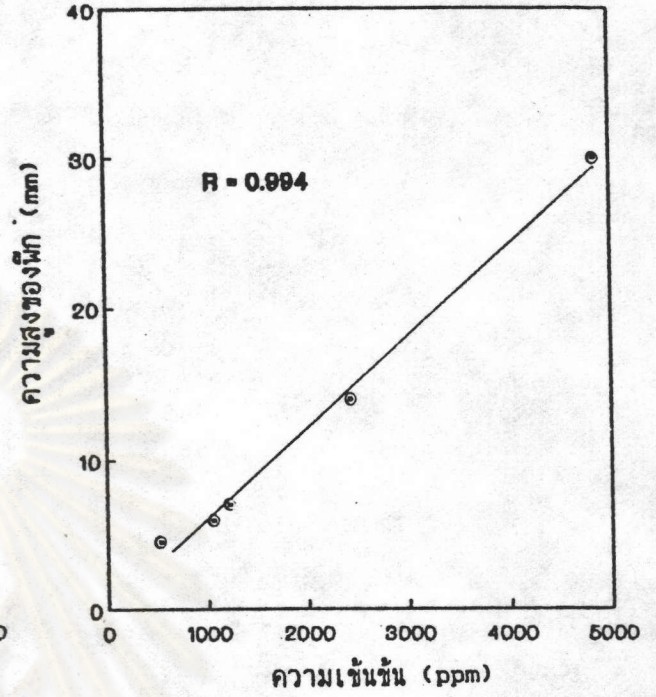
ค. $C_{23}H_{48}$



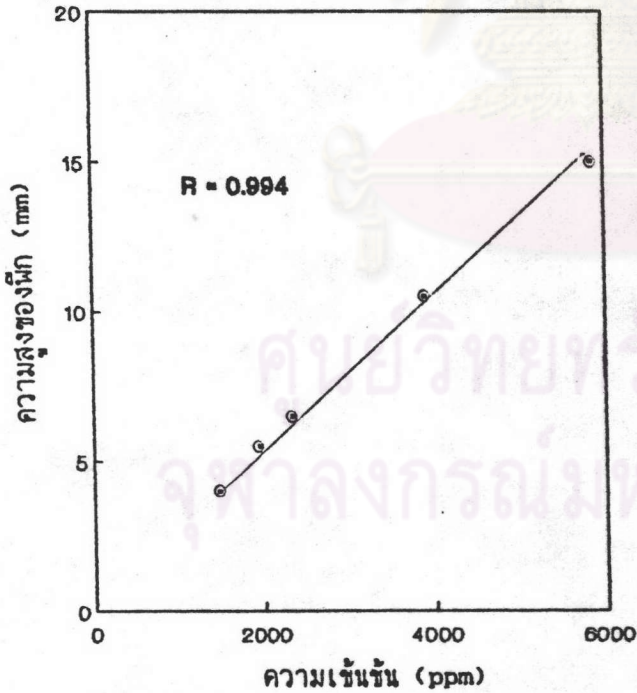
ง. $C_{24}H_{50}$



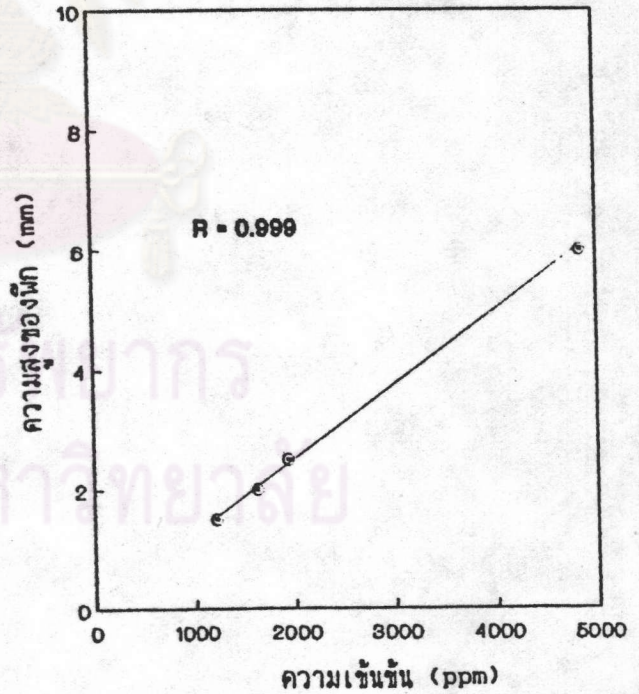
ก. C₂H₅2



ข. C₂₆H₅₄

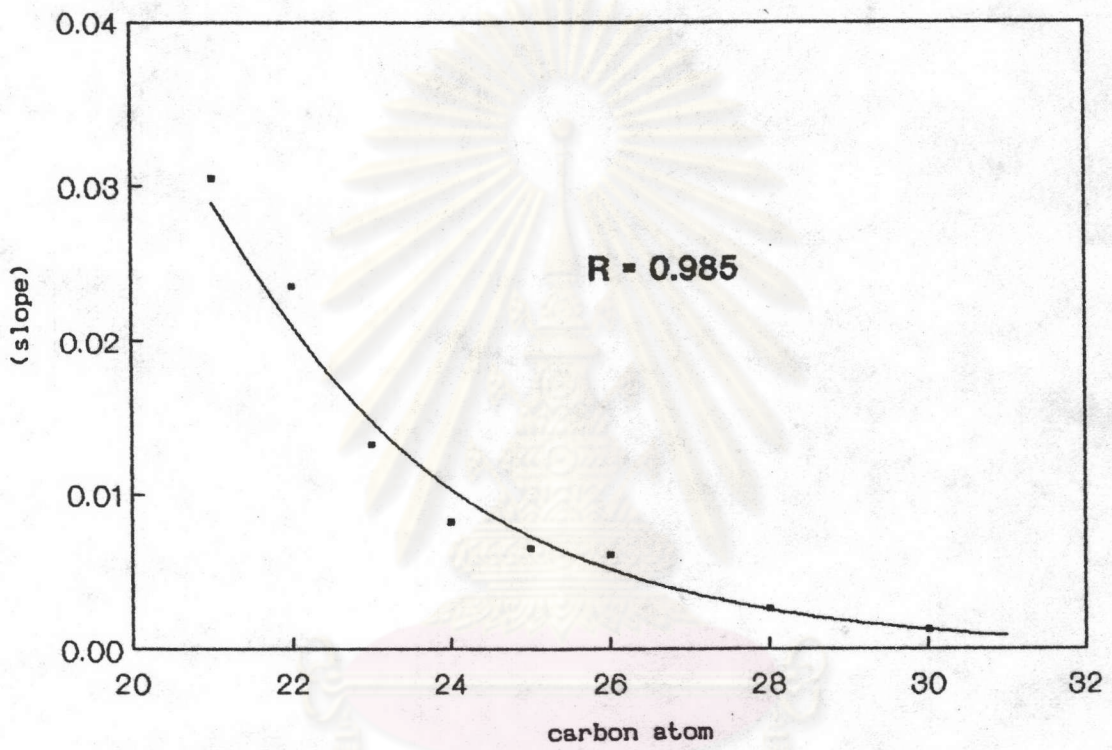


ค. C₂₈H₅₈



ง. C₃₀H₆₂

รูปที่ ง.2 กราฟมาตรฐานระหว่างความสูงของพีคกับความเข้มข้นของสารนอร์มัล-พาราฟิน



รูปที่ ง.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความชันกับความยาวจำนวนคาร์บอนอะตอมของสารนอร์มัล-พาราฟิน

ตัวอย่างการคำนวณ

การสกัดสารละลายร้อยละ 20 ของไซพารานินในเฮปแทน ปริมาณ 30 กรัม ที่อุณหภูมิ 30°C. ความดัน 80 บาร์ และช่วงเวลาในการกวนผสม 60 นาที ได้ปริมาณไซพารานินในสิ่งสกัด ร้อยละ 11.8 คำนวณการละลายของไซพารานินใน CO₂ ได้ ดังนี้

เนื่องจากการสกัดด้วย CO₂ สามารถสกัดเฮปแทนได้ทั้งหมด

$$\text{ดังนั้น ปริมาณเฮปแทนที่สกัดได้} = (80 \times 30) / 100 = 24 \text{ กรัม}$$

$$\text{ปริมาณไซพารานินที่สกัดได้} = 11.8 \times 24 / (100 - 11.8) = 3.2 \text{ กรัม}$$

$$\text{ปริมาตร CO}_2 \text{ ที่ NTP} = 273 \text{ PV} / \text{ZT}$$

$$\begin{aligned} V &= \text{ปริมาตรของเครื่องปฏิกรณ์} - \text{ปริมาตรของสารละลาย} \\ &= 275 - (\text{นน.สารละลาย} / \text{ความหนาแน่นสารละลาย}) \\ &= 275 - (30 / 0.6966) = 232 \text{ ซม.}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตร CO}_2 \text{ ที่ NTP} &= (273 \times 80 \times 232) / (0.2246 \times 303) \\ &= 74 \text{ ลิตร} \end{aligned}$$

$$\text{นน.ของ CO}_2 = (74 \times 44) / 22.4 = 145 \text{ กรัม}$$

$$\text{การละลายของไซพารานินใน CO}_2 = 3.2 / 145 = 0.022 \text{ กรัม / กรัม}$$

$$\text{การละลายของเฮปแทนใน CO}_2 = 24 / 145 = 0.165 \text{ กรัม / กรัม}$$

$$\text{ดังนั้น อัตราส่วนการละลายของเฮปแทนต่อไซพารานินใน CO}_2 = 7.5$$

(3) การหาค่าประกอบของไซพาราฟินด้วยเทคนิคทาง gas chromatograph นำตัวอย่างไซพาราฟิน 0.1 กรัม ใส่ในขวดมาตรฐาน 5 ซม.³ เต็มเมทาลินคลอไรด์จนครบปริมาตร ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปฉีดเข้าเครื่อง gas chromatograph ในปริมาณ 1 ไมโครลิตร จะได้โครมาโตแกรม การหาปริมาณใช้วิธีการวัดความสูงของพีก โดยถือว่าความสูงของพีกเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณของสารในตัวอย่าง ที่เป็นสารประกอบประเภทเดียวกัน

ง.2 การหาอัตราส่วนการละลายของเฮปแทนต่อไซพาราฟินในคาร์บอนไดออกไซด์

นำผลการทดลองการหาปริมาณไซพาราฟินในสิ่งสกัด จำนวนหาการละลายของ
สารละลายไซพาราฟินในคาร์บอนไดออกไซด์ หน่วยของการละลายเป็น กรัม / กรัม
จำนวนหาน้ำหนักของ CO₂ จากสูตร

$$\text{น้ำหนัก CO}_2 \text{ (กรัม)} = (\text{ปริมาตรของ CO}_2 \text{ ที่ NTP} \times 44) / 22.4$$

ปริมาตรของ CO₂ ที่ NTP คือ ปริมาตรของ CO₂ ที่อุณหภูมิ 0°ซ. ความดัน
1 บรรยากาศ จำนวนจากสูตร

$$\text{ปริมาตรของ CO}_2 \text{ ที่ NTP} = 273 PV / ZT$$

โดยที่ P, V, T และ Z คือ ความดัน ปริมาตร อุณหภูมิ และ
compressibility factor ของ CO₂ ขณะทำการทดลอง
ค่า compressibility factor ของ CO₂ ที่อุณหภูมิ และความดันต่างๆ
แสดงในภาคผนวก ข.

ง.3 การคำนวณหาความหนาแน่นของ CO₂

คำนวณหาความหนาแน่นของ CO₂ จากสูตร

$$\text{ความหนาแน่นของ CO}_2 = PM / ZRT$$

เมื่อ P, M, T, และ Z คือ ความดัน น้ำหนักโมเลกุล อุณหภูมิ และ compressibility factor ของ CO₂
R คือ ค่าคงที่ของแก๊ส

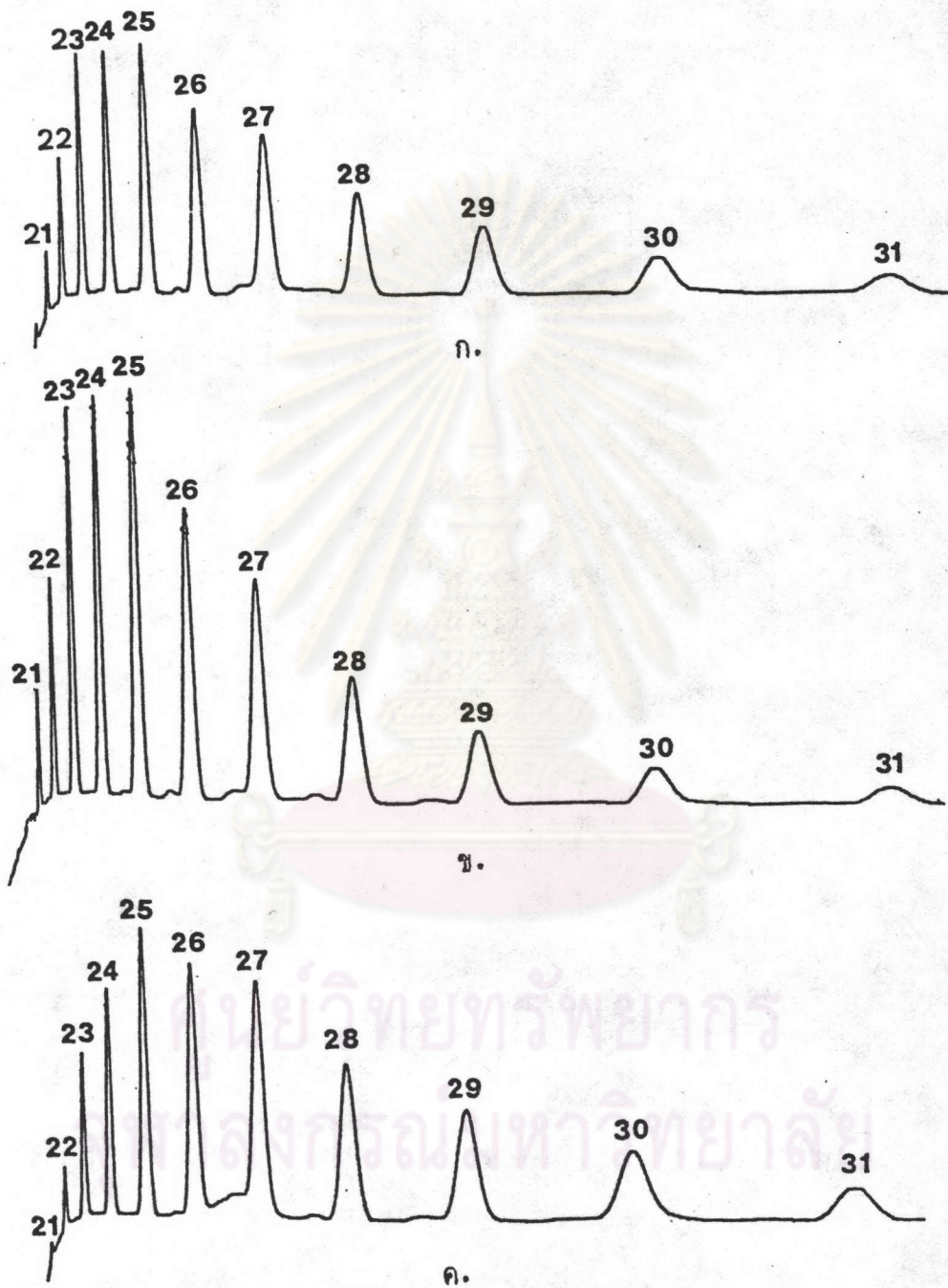
ตัวอย่างการคำนวณ

คำนวณหาความหนาแน่นของ CO₂ ที่อุณหภูมิ 30°C. และความดัน 80 บาร์ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ความหนาแน่นของ CO}_2 &= PM / ZRT \\ &= (80 \times 44) / (0.2246 \times 0.082 \times 303) \\ &= 631 \text{ กรัม / ซม.}^3 \end{aligned}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.4 โครมาโตแกรมของไซพารานิน



รูปที่ ง.4 โครมาโตแกรมของไซพารานินก่อนสกัด หลังสกัด และที่เหลือจากการสกัด

- ก. ไซพารานินก่อนการสกัด
- ข. ไซพารานินหลังการสกัด
- ค. ไซพารานินที่เหลือจากการสกัด

ภาคผนวก จ.

ตารางแสดงผลการทดลอง

ตารางที่ จ.1 อุณหภูมิการละลายของไขมันความเข้มข้นต่างๆ

| ระบบเอกเซนกับไขมัน | | ระบบเฮปแทนกับไขมัน | |
|----------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|
| ความเข้มข้น (% by wt.) | อุณหภูมิ (°C.) | ความเข้มข้น (% by wt.) | อุณหภูมิ (°C.) |
| 1.12 | 8.5 | 1.01 | 4.0 |
| 4.99 | 17.0 | 2.01 | 10.0 |
| 9.90 | 22.5 | 3.07 | 13.0 |
| 12.70 | 25.0 | 3.96 | 14.5 |
| 17.44 | 27.5 | 5.85 | 18.0 |
| 21.27 | 29.0 | 8.03 | 20.0 |
| 25.97 | 31.0 | 12.07 | 24.0 |
| 34.94 | 34.0 | 15.52 | 26.0 |
| 40.48 | 35.5 | 18.12 | 28.0 |
| | | 25.97 | 33.0 |
| ระบบโนเนนกับไขมัน | | ระบบไตรเดเคนกับไขมัน | |
| 0.91 | 6.5 | | |
| 2.10 | 12.0 | 1.02 | 10.0 |
| 2.91 | 15.0 | 1.86 | 14.5 |
| 4.46 | 18.0 | 3.64 | 21.0 |
| 6.91 | 22.0 | 6.35 | 25.0 |
| 10.65 | 25.5 | 11.91 | 29.5 |
| 23.38 | 32.5 | 24.32 | 37.0 |
| 32.94 | 36.0 | 37.25 | 41.5 |

ตารางที่ ๑.๒ ผลการวิเคราะห์หาปริมาณไซพาราฟินในสิ่งสกัด โดยมีเวลา ความดัน และ อุณหภูมิเป็นตัวแปร

ระบบไซพาราฟินกับเฮกเซน

| เวลา (min.) | อุณหภูมิ (°C.) | ความดัน (bar) | ปริมาณไซพาราฟินในสิ่งสกัด (% by wt.) |
|----------------|-------------------|------------------|--|
| 15 | 30 | 80 | 20.6 |
| 30 | 30 | 80 | 11.7 |
| 60 | 30 | 80 | 8.7 |
| 120 | 30 | 80 | 8.2 |
| 60 | 30 | 30 | 20.6 |
| 60 | 30 | 40 | 20.6 |
| 60 | 30 | 50 | 20.6 |
| 60 | 30 | 60 | 12.4 |
| 60 | 30 | 70 | 10.4 |
| 60 | 30 | 80 | 8.7 |
| 60 | 30 | 90 | 10.4 |
| 60 | 30 | 100 | 13.1 |
| 60 | 10 | 80 | 9.8 |
| 60 | 15 | 80 | 13.9 |
| 60 | 20 | 80 | 15.5 |
| 60 | 25 | 80 | 7.7 |
| 60 | 30 | 80 | 8.7 |

ระบบไซหาราฟินกับเฮปแทน

| เวลา (min.) | อุณหภูมิ (°C.) | ความดัน (bar) | ปริมาณไซหาราฟินในสิ่งสกัด (% by wt.) |
|----------------|-------------------|------------------|---|
| 60 | 30 | 30 | 20.3 |
| 60 | 30 | 40 | 20.3 |
| 60 | 30 | 50 | 20.3 |
| 60 | 30 | 60 | 13.0 |
| 60 | 30 | 70 | 11.8 |
| 60 | 30 | 80 | 11.8 |
| 60 | 30 | 90 | 10.6 |
| 60 | 30 | 100 | 6.1 |
| 60 | 10 | 80 | 10.6 |
| 60 | 15 | 80 | 14.4 |
| 60 | 20 | 80 | 15.9 |
| 60 | 25 | 80 | 15.9 |
| 60 | 30 | 80 | 11.8 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑.๓ ผลการหาปริมาณไซพารานินในสิ่งสกัด โดยมีจำนวนครั้งในการสกัดต่าง ๆ กัน

| จำนวนครั้ง ในการสกัด | ปริมาณไซพารานิน (% by wt.) ใน | | | |
|-------------------------|-------------------------------|--------|-------|-----------|
| | เฮกเซน | เอปเทน | โนเนน | ไตรเดคเคน |
| ๐ | 20.6 | 20.3 | 19.2 | 20.3 |
| 1 | 8.7 | 11.8 | 7.0 | 5.0 |
| 2 | 6.4 | 5.8 | 3.1 | 4.3 |
| 3 | 3.9 | 3.7 | 3.1 | 4.3 |
| 4 | 3.1 | 2.2 | | |
| 5 | 3.1 | 1.9 | | |

ตารางที่ ๑.๔ ผลการหาปริมาณไซพารานินในสิ่งสกัด โดยมีตัวทำละลายร่วมต่าง ๆ กัน

| ตัวทำละลายร่วม | ปริมาณไซพารานินในสิ่งสกัด (% by wt.) |
|------------------|--------------------------------------|
| none | 11.8 |
| acetone | 9.5 |
| MEK | 9.5 |
| MIBK | 11.8 |
| 2-octanone | 11.8 |
| MeOH | 13.0 |
| 1 % urea in MeOH | 11.8 |

ตารางที่ ๑.๕ ผลของความดันและความหนาแน่น ที่มีต่อการละลายของไซพาราฟินและเฮปเทนใน CO₂

| ความดัน (bar) | ความหนาแน่น (g/cc) | อัตราส่วนการละลายของเฮปเทน ต่อไซพาราฟินใน CO ₂ (by wt.) |
|------------------|-----------------------|---|
| 30 | 56.4 | 4.0 |
| 40 | 82.4 | 4.0 |
| 50 | 114.3 | 4.0 |
| 60 | 153.0 | 6.7 |
| 70 | 302.4 | 7.4 |
| 80 | 630.8 | 7.5 |
| 90 | 659.4 | 8.3 |
| 100 | 694.5 | 14.9 |

ตารางที่ ๑.๖ ผลของอุณหภูมิที่มีต่อการละลายของเฮปเทน และไซพาราฟินใน CO₂

| อุณหภูมิ (°C.) | อัตราส่วนการละลายของเฮปเทนต่อไซพาราฟินใน CO ₂ (by wt.) |
|-------------------|--|
| 10 | 8.5 |
| 15 | 5.9 |
| 20 | 5.3 |
| 25 | 5.3 |
| 30 | 7.5 |

ตารางที่ ๑.๗ ผลของตัวทำละลายร่วมที่มีต่อการละลายของไซพาราฟิน และเฮปเทนใน CO_2

| ตัวทำละลายร่วม | อัตราส่วนการละลายของเฮปเทนต่อไซพาราฟินใน CO_2 (by wt.) |
|------------------|--|
| none | 7.5 |
| acetone | 9.7 |
| MEK | 9.7 |
| MIBK | 7.5 |
| 2-octanone | 7.5 |
| MeOH | 6.7 |
| 1 % urea in MeOH | 7.5 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาว สรวงสุดา ลิ้มมงคล เกิดเมื่อ วันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2504
 เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาจากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี เมื่อ พ.ศ. 2528 ปัจจุบันอยู่ที่ 494
 ซ. พญานาค ถ. เพชรบุรี กท.10400



ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย