

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

อานนทพัฒน์ กัลปพงศ์. การเลือกทำปฏิกิริยาเพื่อแยกเรซิมิกเมทอลโดยไลเปสในระบบตัวทำละลายอินทรีย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 2541.

ภาษาอังกฤษ

Arriagada, F.J. and Osseo-Asare, K. Synthesis of Nanosize Silica in Aerosol OT Reverse Microemulsions. Journal of Colloid and Interface Science 170 (1995): 8-17.

Assink, R.A. and Kay, B.D. Journal of Non-Crystalline Solids 99 (1988): 359.

Avnir, D., Levy, D., Reisfeld, R. Journal of Physical Chemistry 88 (1984): 5956.

Avnir, D., Kaufman, V.R. and Reisfeld, R. Journal of Non-Crystalline Solids 74 (1985): 395.

Avnir, D. Organic Chemistry within Ceramic Matrices: Doped Sol-Gel Materials. Acc. Chem. Res. 28 (1995): 328-334.

Atkinson, P.J., Grimson, M.J., Heenan, R.K., Howe, A.M. and Robinson, B.H. Structure of microemulsion-based organo-gels. J. Chem. Soc., Chem. Commun. 23 (1989): 1807-1809.

Atkinson, P.J. Characterization of microemulsion-based organogels. Dissertation, University of East Anglia, Norwich, UK. 1991.

Batasubramanian, D. J. Indian Chem. Soc. 63 (1981): 633-639.

Barbaric, S. and Luisi, P.L. J. Am. Chem. Soc. 103 (1981): 4239.

Binks, B. Chemistry&Industry. 14 (1993): 537-541.

Bonner, F.J., Wolf, R. and Luisi, P.L. J. Solid-Phase Biochem. 5 (1980): 225.

Borzeix, F., Monot, F. and Vandecasteele, J. Enzyme Microb. Technol. 14 (1992): 791-797.

Bosley, J.A. and Clayton, J.C. Blueprint for a lipase support: Use of hydrophobic controlled-pore glasses as model systems. Biotechnol. Bioeng. 43 (1994): 934-938.

Brinker, C.J., Keefer, K.D., Schaefer, D.W. and Ashley, C.S. Journal of Non-Crystalline Solids 48 (1982): 47-64.

Brinker, C.J., Keefer, K.D., Schaefer, D.W., Assink, R.A., Kay, B.D. and Ashley, C.S.

- Journal of Non-Crystalline Solids 63 (1984): 45-59.
- Brinker, C.J. and Scherer, G.W. Sol-Gel Science / The Physics and Chemistry of Sol-Gel Processing. Boston : Academic Press, 1990.
- Bru, R., Sanchez-Ferrer, A. and Garcia-Carmona, F. Biochem. J. 268 (1990): 679-684.
- Bru, R. and Garcia-Carmona, F. FEBS Lett. 282(1) (1991): 170-174.
- Buchholz, K., and Klein, J. Characterization of immobilized biocatalysts In: K. Mosbach (ed.) Methods in enzymology: Immobilized enzymes and cells. London: Academic Press, (1987): 3-30.
- Chang, C. and Fogler, H.S. Controlled Formation of Silica Particles from Tetraethyl Orthosilicate in Nonionic Water-in-Oil Microemulsions. Langmuir. 13 (1997): 3295-3307.
- Chang, P.S., Rhee, J.S. and Kim, J.J. Biotechnol. Bioeng. 38 (1991): 1159.
- Chiang, C.L. and Tsai, S.W. J. Chem. Tech. Biotechnol. 54 (1992): 27.
- Coltrain, B.K., Melpolder, S.M. and Salva, J.M. Conference on Ultrastructure Processing of Ceramics, Glasses, and Composites. New York: Wiley, 1989.
- Eggers, D.K. and Blanch, H.W. Bioproc. Eng. 3 (1988): 83.
- Engelhardt, V.G., Altenburg, W., Hoebbel, D. and Wieker, W.Z. Anorg. Allg. Chem. 418 (1977): 43.
- Garcia-Carmona, F., Bru, R. and Sanchez-Ferrer In Biomolecules in Organic Solvents. Ed: Gomez-Puyou, A., CRC Press, Boca Raton, FL, (1992): 163-188.
- Grandi, C., Smith, R.E. and Luisi, P.L. J. Biol. Chem. 256 (1981): 837.
- Haering, G. and Luisi, P.L. Hydrocarbon Gels from Water-in-Oil Microemulsions. Journal of Physical Chemistry 90 (1986): 5892-5895.
- Hedstrom, G., Slotte, J.P., Bucklund, M., Molander, O., and Rosenholm, J.B. Biocatalysis. 6 (1992): 281-290.
- Hochkoeppler, A., and Palmieri, S. Biotechnol. Prog. 8 (1992): 91-96.
- Iler, R.K. The Chemistry of Silica Wiley, New York, 1979.
- Jenta, T.R.J., Rees, G.D., Batts, G. and Robinson, B.H. Biocatalysis Using Gelatin Microemulsion-Based Organogels Containing Immobilized Chromobacterium Viscosum Lipase. Biotechnology and Bioengineering 53 (1997): 121-131.
- Khaskin, I.G. Dokl. Akad. Nauk SSSR. 85 (1952): 129.

- Klein, L.C. Ann. Rev. Mater. Sci. 15 (1985): 227-248.
- Klyachko, N.L., Levashov, A.V., Pshezhetsky, A.V., Bogdanova, N.G., Berezin, I.V. and Martinek, K. Eur. J. Biochem. 161 (1986): 149-154.
- Knight, C.T.G., Kirkpatrick, R.J. and Oldfield, E. J. Mag. Reson. 78 (1988): 31-40.
- Levashov, A.V., Khmel'nitsky, Yu.L., Klyachko, N.L., Chemyak, V.Ya. and Martinek, K. J. Coll. Int. Sci. 88(2) (1982): 444-457.
- Luisi, P.L. Angewandte Chemie. 24(6) (1985): 439-528.
- Luisi, P.L., Giomini, M., Pileni, M.P. and Robinson, B.H. Biochim. Biophys. Acta. 947 (1988): 209-246.
- Martinek, K., Levashov, A.V., Klyachko, N.L., Pantin, V.I. and Berezin, I.V. BioChim. Biophys. Acta. 657 (1981): 277-294.
- Martinek, K., Levashov, A.V., Khmel'nitski, Y.L., Klyachoko, N.L. and Berezin, I.V., Science. 218 (1982): 889-891.
- Meier, P. and Luisi, P.L. J. Solid-Phase Biochem. 5 (1980): 269.
- Menger, F.I., Yamada, K. J. Am. Chem. Soc. 101 (1979):6731-6734.
- Micrometric., Instruction Manual FlowSorb II 2300. 1988.
- Osseo-Asare, K. and Arriagada, F.J. Synthesis of Nanosize Silica in Aerosol OT Reverse Microemulsions. Journal of Colloid and Interface Science 170 (1995): 8-17.
- Pileni, M.P., Zemb, T. and Petit, C. Chem. Phys. Lett. 118 (1985): 414-420.
- Pohl, E.R., Osterholtz, F.D., Ishida, H. and Kumar, G. Molecular Characterization of Composite Interfaces (1985): 157.
- Pouxviel, J.C., Boilet, J.P., Beloeil, J.C. and Lallemand, J.Y. Journal of Non-Crystalline Solids 89 (1987): 345.
- Pope, E.J.A., Mackenzie, J.D. Journal of Non-Crystalline Solids 87 (1986): 185.
- Prazeres, D.M.F., Garcia, F.A.P. and Cabral, J.M.S. Kinetics and stability of a Chromobacterium viscosum lipase in reversed micellar and aqueous media. J. Chem. Technol. Biotechnol. 53 (1992): 159-164.
- Prazeres, D.M.F., Garcia, F.A.P. and Cabral, J.M.S. Biotechnol. Bioeng. 41 (1993): 761.
- Printe, L.M. Microemulsions Theory and Particles New York: Academic Press, Inc. 1977.
- Quellet, C., Eicke, H.F. and Sager, W. Formation of Microemulsion-Based Gelatin Gels. Journal of Physical Chemistry , 95 (1991): 5642-5655.

- Rahaman, M.N. Ceramic Processing and Sintering Marcel Dekker , Inc. 1995.
- Rao, A.M., John, W.T., Gonzale, R.D., Akkara, J.A., and Kaplan, D.L. Biotech. Bioeng. 41 (1993): 531-540.
- Rees, G.D., Nascimento, M.G., Jenta, T.R.J., Robinson, B.H. Reverse Enzyme Synthesis in Microemulsion-Based Organogels. Biochimica et Biophysica Acta, 1703 (1991):493-501.
- Rees, G.D. and Robinson, B.H. Microemulsions and Organogels : Properties and Novel Applications. Advance Materials 5 (1993): 608-619.
- Rees, G.D., Robinson, B.H. and Stephenson, G.R. Preparative-Scale Kinetic Resolutions Catalysed by Microbial Lipases Immobilised in AOT-Stabilised Microemulsion-Based Organogels : Cryoenzymology as a Tool For Improving Enantioselectivity. Biochimica et Biophysica Acta, 1259 (1995): 73-81.
- Reetz, M.T., Zonta, A. and Simpelkamp, J. Efficient Immobilization of Lipases by Entrapment in Hydrophobic Sol-Gel Materials. Biotechnology and Bioengineering 49 (1996): 527-534.
- Sakka, S., Kamiya, K., Makita, K. and Yamamoto, Y. Journal of Non-Crystalline Solids 63 (1984): 223-235.
- Sanchez-Ferrer, A. and Garcia-Carmona, F. FEBS Lett. 223(2) (1988): 363-366.
- Shapiro, Yu.E., Budanov, N.A., Levashov, A.V., Klyachko, N.L., Khmel'nitsky, Yu.L. and Martinek, K. Collect. Czech. Chem. Commun. 54 (1989): 1126-1134.
- Sebastiao, M.J., Cabral, J.M.S. and Aires-Barros, M.R. Biotech. Bioeng. 42 (1993): 326-332.
- Skagerlind, P., Jansson, M. and Hult, K. J. Chem. Tech. Biotechnol. 54 (1992): 277-282.
- Smith, R.E. and Luisi, P.L. Helv. Chim. Acta. 63 (1980): 2302-2311.
- Steinmann, B., Jackle, H. and Luisi, P.L. Biopolymers 25 (1986): 1133-1156.
- Stober, W., Fink, A. and Bohn, E. Journal of Colloid and Interface Science 26 (1968): 62-69.
- Tani, T., Namikawa, A., Arai, K., Makishima, A. J. Appl. Phys. 58 (1985): 3559.
- Valis, T.P. and Xenakis, A. Biocatalysis 6 (1992): 267-279.
- Verhaert, R.M.D., Hilhorst, R., Vermue, M., Schaafsma, T.J. and Veeger, C. Eur. J. Biochem. 187 (1990): 59-72.

Watzke, H.J. and Dieschbourg, C. Novel Silica-biopolymer Nanocomposites : The Silica Sol-Gel Process in Biopolymer Organogels. Advances in Colloid and Interface Science ,Elsevier Science. 50 (1994): 1-14.

Wolf, R. and Luisi, P.L. Biochem. Biophys. Res. Commun. 89 (1979): 209.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีคิดปริมาณสารที่ใช้ในการสังเคราะห์ซิลิกา-เจลลาตินนาโนคอมโพสิต

ในการทดลองใช้ [AOT] 250 มิลลิโมลาร์ ในไอโซออกเทน

น้ำหนักโมเลกุลของ AOT = 444.55

ดังนั้นในไอโซออกเทน 10 มิลลิลิตร จะต้องชั่ง AOT มา = $(0.25 \times 10) / (1000 \times 444.55)$
= 1.1114 กรัม

กำหนดให้ W_o ($[H_2O]/[AOT]$) = 30 คงที่ , น้ำหนักโมเลกุลของน้ำ = 18 ความหนาแน่นของน้ำ = 1

ดังนั้น $[H_2O] = 30 \times (0.25/100) = 0.075$ โมล หรือเท่ากับ $0.075 \times 18 = 1.35$ กรัมหรือมิลลิลิตร ใช้
ไมโครปิเปตดูดมาจากสารละลายน้ำที่ใช้ซึ่งในส่วนของสารละลายน้ำที่ใช้ได้แก่ น้ำบริสุทธิ์, สารละลาย
กรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์ และสารละลายเบสแอมโมเนีย 1 โมลาร์

ปริมาณเจลลาตินที่ใช้คิดเป็นอัตราส่วนโดยน้ำหนักของเจลลาตินต่อปริมาตรของสารละลายทั้งหมดก่อน
ที่จะใส่เจลลาติน (ประมาณโดย ปริมาตรไอโซออกเทน + ปริมาตรน้ำ = $10 + 1.35 = 11.35$ มิลลิลิตร)

ดังนั้นถ้าใช้เจลลาติน 1.7% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

ในสารละลายทั้งหมด 100 มิลลิลิตร ชั่งเจลลาติน 1.7 กรัม

ในสารละลายทั้งหมด 11.35 มิลลิลิตร จะต้องชั่งเจลลาตินมา $(11.35 \times 1.7) / 100 = 0.19$ กรัม

สำหรับปริมาณ TEOS ที่ใช้ขึ้นอยู่กับค่า r ($[H_2O]/[TEOS]$) เนื่องจากกำหนดให้ปริมาณน้ำคงที่

น้ำหนักโมเลกุลของ TEOS = 208.33 ความหนาแน่นของ TEOS = 0.934 กรัม/มิลลิลิตร

ดังนั้นถ้า $r = 4$, $[TEOS] = [H_2O] / 4 = 0.075 / 4$ โมล

จะต้องใช้ไมโครปิเปตดูด TEOS = $(0.075 / 4) \times (208.33 / 0.934) = 4.18$ มิลลิลิตร

เครื่องวัดพื้นที่ผิวของสาร (Surface Area Analyzer)

สวลี เสนาพิทักษ์
สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พื้นที่ผิวของสาร (surface area) เป็นสมบัติทางกายภาพที่มีความสำคัญต่อการนำไปใช้ประกอบการพิจารณาเพื่อนำสารนั้นไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มีคุณภาพตามที่ต้องการหรือตามที่มาตราฐานกำหนด เครื่อง FlowSorb II 2300 เป็นเครื่องมือที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อหาพื้นที่ผิวของสาร โดยการวัดปริมาตรก๊าซไนโตรเจน (N_2) ที่ถูกดูดซับบนผิวของสาร แล้วจึงนำมาคำนวณเป็นพื้นที่ผิวของสาร

ทฤษฎีพื้นฐานและหลักการเบื้องต้น

Brunauer , Emmett และ Teller (BET) ได้ทำการศึกษาการดูดซับแก๊สไนโตรเจนที่มีความหนาหลายชั้นโมเลกุลบนผิวสาร (adsorption of gases in multimolecular layers) ผลที่ได้จากการศึกษาจะไดดังสมการ

$$\frac{P}{V(P_0 - P)} = \frac{1}{V_m C} + \frac{C - 1}{V_m C} \frac{P}{P_0} \quad (1)$$

โดยที่ P = ความดันของก๊าซ (ตัวถูกดูดซับ) ที่ใช้ขณะทำการทดลอง (หน่วย cm หรือ m)

P_0 = ความดันอิ่มตัวของก๊าซที่เป็นตัวถูกดูดซับ

V = ปริมาตรสมมูลของก๊าซที่ถูกดูดซับทั้งหมดที่ความดัน P

V_m = ปริมาตรที่ต้องการของก๊าซในการคลุมพื้นที่ผิวของตัวดูดซับด้วยความหนา 1 ชั้นโมเลกุลเต็มพอดี (หน่วย cm^3 หรือ m^3)

C = ค่าคงที่ที่ขึ้นอยู่กับพลังงานที่ใช้ในการดูดซับ

ถ้าทราบค่า V_m เราสามารถคำนวณหาพื้นที่ผิวของสารตัวอย่าง (ตัวดูดซับ) ได้ โดยอาศัยหลักการที่ว่าจาก ปริมาตรก๊าซที่ถูกดูดซับที่ผิวของสารตัวอย่าง สามารถนำไปคำนวณจำนวนโมเลกุลของก๊าซที่ถูกดูดซับได้ และโดยที่พื้นที่หน้าตัดของก๊าซหนึ่งโมเลกุลเป็นค่าที่ทราบ จึงคำนวณหาพื้นที่ผิวของสารตัวอย่างที่ทดสอบ ได้ เราอาจเขียนในรูปของสมการได้ดังนี้

$$S_{SP} = N_A \cdot a_{max} \cdot S_o / w \quad (2)$$

โดยที่ S_{SP} = พื้นที่ผิวจำเพาะของสารตัวอย่าง (หน่วย cm^2/g หรือ m^2/g)

N_A = เลขอาโวกาโดรน์มเบอร์ ($6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

a_{max} = จำนวนโมเลกุลของก๊าซที่ถูกดูดซับในสภาพ 1 ชั้นโมเลกุล $V_m / 22414 \text{ cm}^3$

S_o = พื้นที่หน้าตัดของโมเลกุลก๊าซที่ถูกดูดซับ (หน่วย cm^2 , m^2)

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (ตัวดูดซับ) (หน่วย g)

การคำนวณหาค่าพื้นที่ผิว

เทคนิคที่ใช้ในการวัดพื้นที่ผิวของสารที่ใช้กันโดยทั่วไป คือ วิธีการวัดหลายจุด (multipoint method) โดยการเปลี่ยนความเข้มข้นของก๊าซในโตรเจน ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากเครื่อง คือ ปริมาตรก๊าซที่ถูกดูดซับหรือคายออกจากผิวของสารตัวอย่างที่ความเข้มข้นของก๊าซในโตรเจนต่างๆ กัน จากสมการที่ (1) เราสามารถเขียนในรูปสมการเส้นตรงได้ดังนี้

$$Y = a + bX \quad (3)$$

โดยที่

$$Y = \frac{P}{V(P_o - P)} \quad , \quad a = \frac{I}{V_m C}$$

$$X = \frac{P}{P_o} \quad , \quad b = \frac{C - I}{V_m C}$$

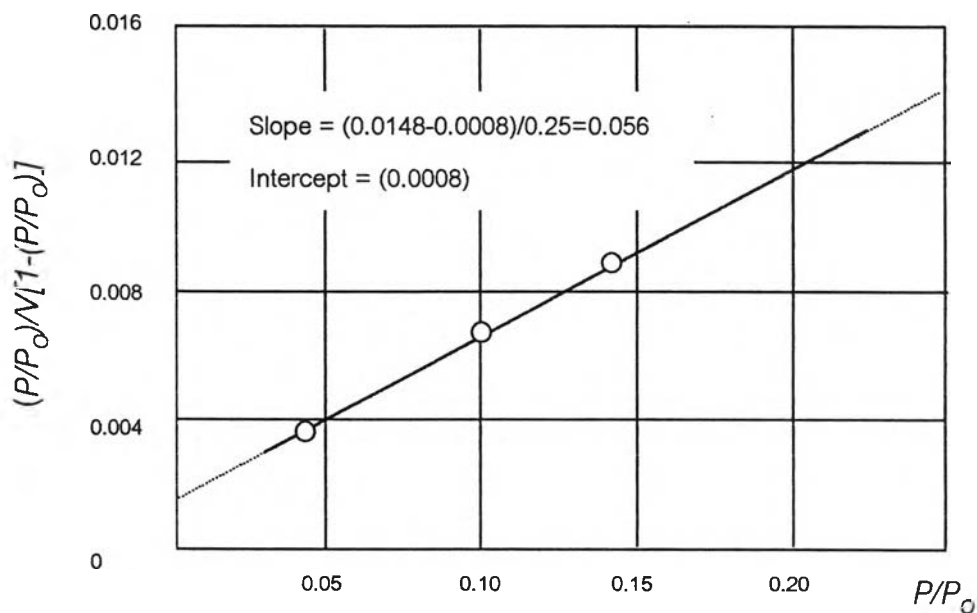
ซึ่งมีจุดตัดแกน Y เป็น $\frac{I}{V_m C}$ และความลาดชันเป็น $\frac{C-1}{V_m C}$ โดยที่ค่าความเข้มข้นของก๊าซ N_2 แต่ละค่าที่

ใช้วิเคราะห์ สามารถนำไปคำนวณเป็นค่า $\frac{P}{P_0}$ ได้ ในขณะที่ค่า V เป็นค่าที่ได้จากการอ่านตัวเลขบน

display ของเครื่อง ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เมื่อนำไปเขียนกราฟตามสมการที่ (3) โดยเขียน

ระหว่าง $\frac{P}{P_0}$ กับ $\frac{P}{V(P_0-P)}$ หรือ $\frac{P}{P_0}$ กับ $\frac{P/P_0}{V(P_0-P/P_0)}$ จะได้กราฟเส้นตรงที่สามารถหาค่า V_m และ C

ได้จากจุดตัดแกน Y และความลาดชัน ค่า V_m ที่ได้จากกราฟนี้ (ดังแสดงในรูปที่ 1) จะนำไปใช้ในการคำนวณหาพื้นที่ผิวของสารโดยใช้สมการที่ (2)

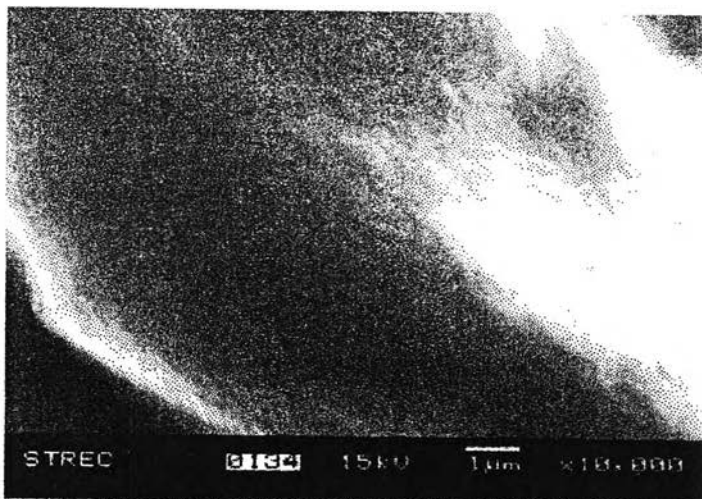


ที่มา: Micromeritics. Instruction manual FlowSorb II 2300. 1988.

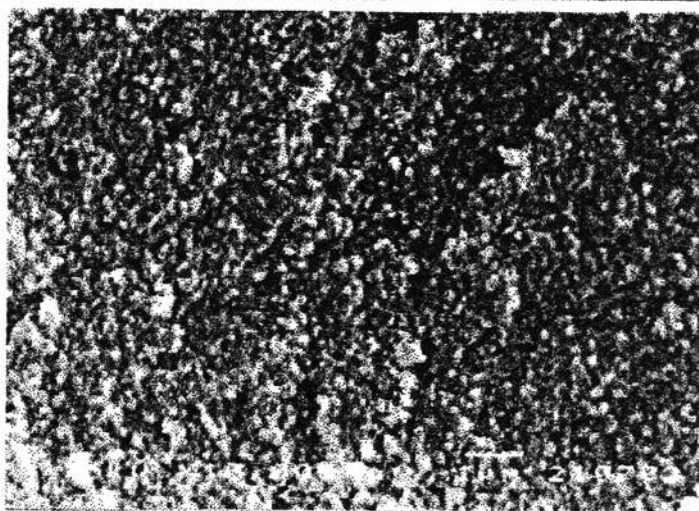
หลักการทำงานที่สำคัญของเครื่องคือ การหาปริมาณก๊าซไนโตรเจนที่ถูกดูดซับเป็นชั้นของโมเลกุลชั้นแรกที่ผิวของสาร โดยคำนวณจากปริมาณความร้อนที่แตกต่างกันระหว่างขั้วทั้งสองของเซลล์นำความร้อน (thermal conductivity cell) ทั้งนี้เพราะปริมาณความร้อนที่ขั้วของเซลล์นำความร้อนจะแปรผันตรงกับปริมาณก๊าซที่ไหลผ่านขั้วเซลล์ ซึ่งปริมาณก๊าซที่ไหลผ่านขั้วเซลล์นำความร้อนจะแตกต่างกันได้ ก็โดยการลดอุณหภูมิของตัวอย่างลงเพื่อให้เกิดการดูดซับ (adsorption) และการเพิ่มอุณหภูมิเพื่อให้เกิดการคายก๊าซออกจากสารตัวอย่าง (desorption) เครื่อง FlowSorb II 2300 นี้สามารถวัดพื้นที่ผิวจำเพาะ (specific surface area) ได้ต่ำสุด $0.01 \text{ m}^2/\text{g}$

ภาคผนวก ข

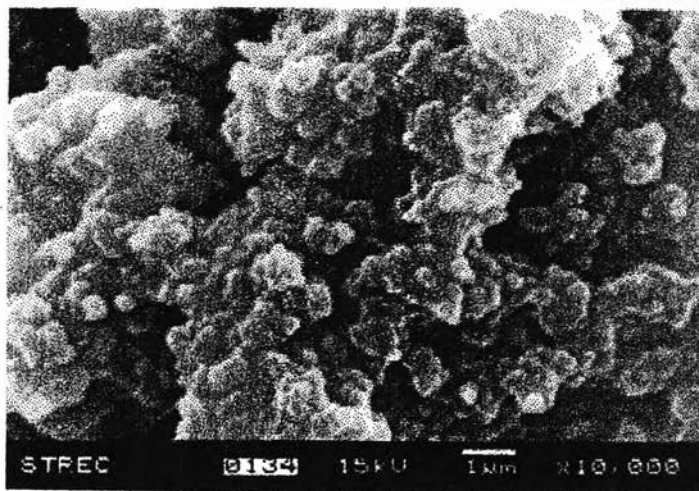
๓๑



๓๒



๓๓



รูปที่ ๗

รูปที่ ๑๔

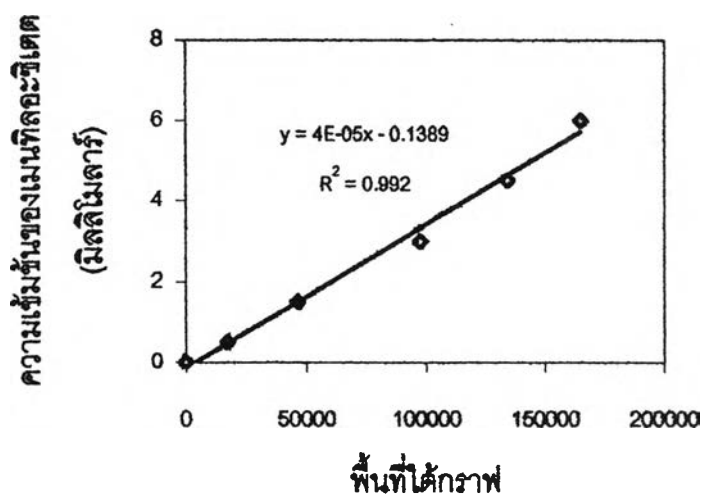


รูปที่ ๑๔ พื้นผิวจากเทคนิค SEM ของวัสดุซิลิกา-เจลนาโนคอมโพสิต ระบบ AOT/ไฮโซออกเทน เจลาติน 1.7% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่อัตราส่วนเชิงโมลของสารละลายน้ำต่อ TEOS (r) เป็น 4 (ข1) น้ำบริสุทธิ์ (ข2) กรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์ (ข3) สารละลายแอมโมเนีย 1.0 โมลาร์

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค1 ค่ามาตรฐานของเมทิลอะซิเตตจากการวิเคราะห์ด้วยแก๊ส-โครมาโตกราฟี

พื้นที่ใต้กราฟ(peak area)	ความเข้มข้นของเมทิลอะซิเตต (มิลลิโมลาร์)
0	0
17398	0.5
46460	1.5
97802	3
134395	4.5
165201	6



รูปที่ ค1 ค่ามาตรฐานของเมทิลอะซิเตตจากการวิเคราะห์ด้วยแก๊ส-โครมาโตกราฟี

MICROMERITICS INSTRUMENT CORPORATION
FlowSorb 2300

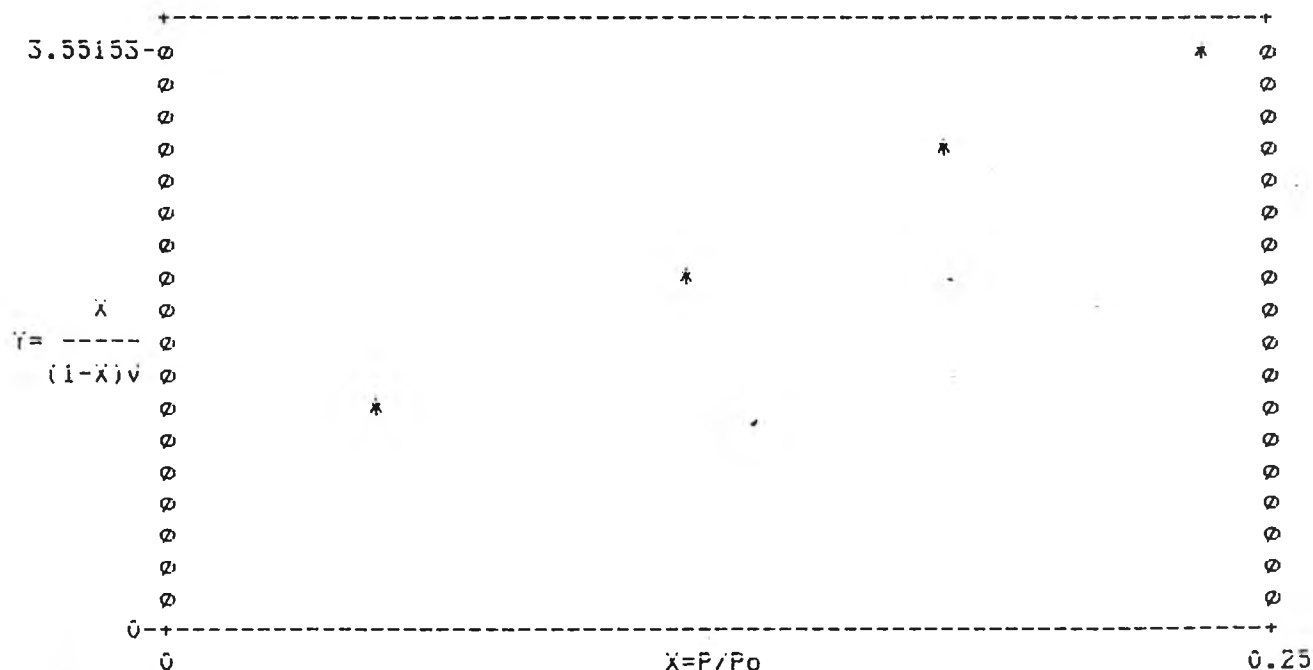
BET SURFACE AREA ANALYSIS
REPORT DATE: 2/8/00

SAMPLE I.D.: Silica+gelatin 1.7% gel H₂O
 SAMPLE WEIGHT: 0.8077 g
 MOL. CROSS-SECTIONAL AREA: 0.162 nm²
 AMBIENT TEMPERATURE: 0.00 C

ADSORBATE: Nitrogen
 BAROMETRIC PRESSURE: 760 mmHg
 SATURATION PRESSURE: 775 mmHg

EXPERIMENTAL DATA (%)	(VOL)	VOL ADSORBED (cm ³ /g AT STP)	X=P/Po	Y=X/R(1-X)VA
5.000	0.03	0.04	0.0490	1.38818
12.000	0.05	0.06	0.1177	2.15450
18.000	0.06	0.07	0.1765	2.88555
24.000	0.07	0.09	0.2354	3.55153

BET SURFACE AREA: 0.35 +/- 0.00 m²/g
 SLOPE: 11.6828 +/- 0.1693
 INTERCEPT: 0.8051 +/- 0.0271
 C: 15.51
 Vm: 0.08 cm³/g
 CORRELATION COEFFICIENT 0.9998



รูปที่ ค2 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวของวัสดุซิลิกา-เจลาตินนาโนคอมโพสิตด้วยเทคนิค BET
 สังเคราะห์จากเจลาติน 1.7 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ภาวะที่ไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา r=4

MICROMERITICS INSTRUMENT CORPORATION
FlowSorb 2300

BET SURFACE AREA ANALYSIS
REPORT DATE: 12/29/99

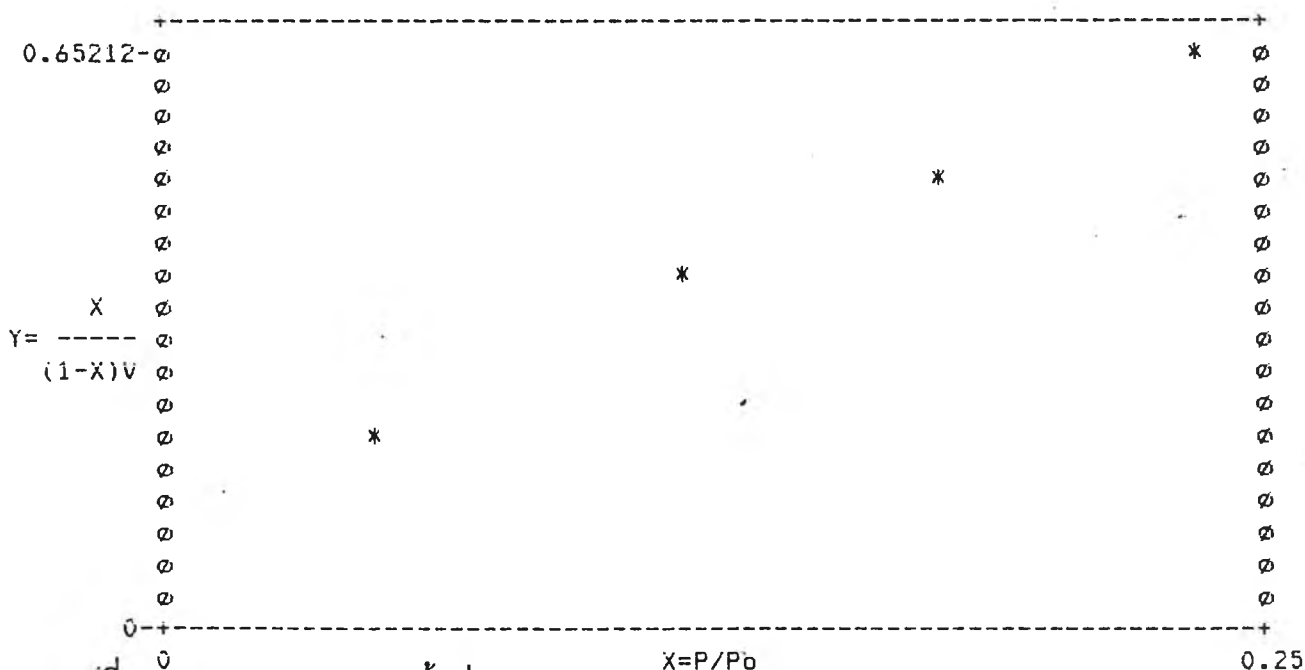
r = A HCl 1.7% gelatin

SAMPLE I.D.: Silica-Gelatin # 2
SAMPLE WEIGHT: 0.3178 g
MOL. CROSS-SECTIONAL AREA: 0.162 nm²
AMBIENT TEMPERATURE: 0.00 C

ADSORBATE: Nitrogen
BAROMETRIC PRESSURE: 760 mmHg
SATURATION PRESSURE: 775 mmHg

EXPERIMENTAL DATA (%)	(VOL)	VOL ADSORBED (cm ³ /g AT STP)	X=P/Po	Y=X/R(1-X)VA
5.000	0.07	0.22	0.0490	0.23408
12.000	0.11	0.35	0.1177	0.38532
18.000	0.13	0.41	0.1765	0.52401
24.000	0.15	0.47	0.2354	0.65212

BET SURFACE AREA: 1.83 +/- 0.02 m²/g
SLOPE: 2.2540 +/- 0.0231
INTERCEPT: 0.1229 +/- 0.0037
C: 19.35
Vm: 0.42 cm³/g
CORRELATION COEFFICIENT 0.9999



รูปที่ ค3 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวของวัสดุซิลิกา-เจลาตินนาโนคอมโพสิตด้วยเทคนิค BET
สังเคราะห์จากเจลาติน 1.7 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร กรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์ r=4

MICROMERITICS INSTRUMENT CORPORATION
FlowSorb 2300

BET SURFACE AREA ANALYSIS
REPORT DATE: 12/30/99

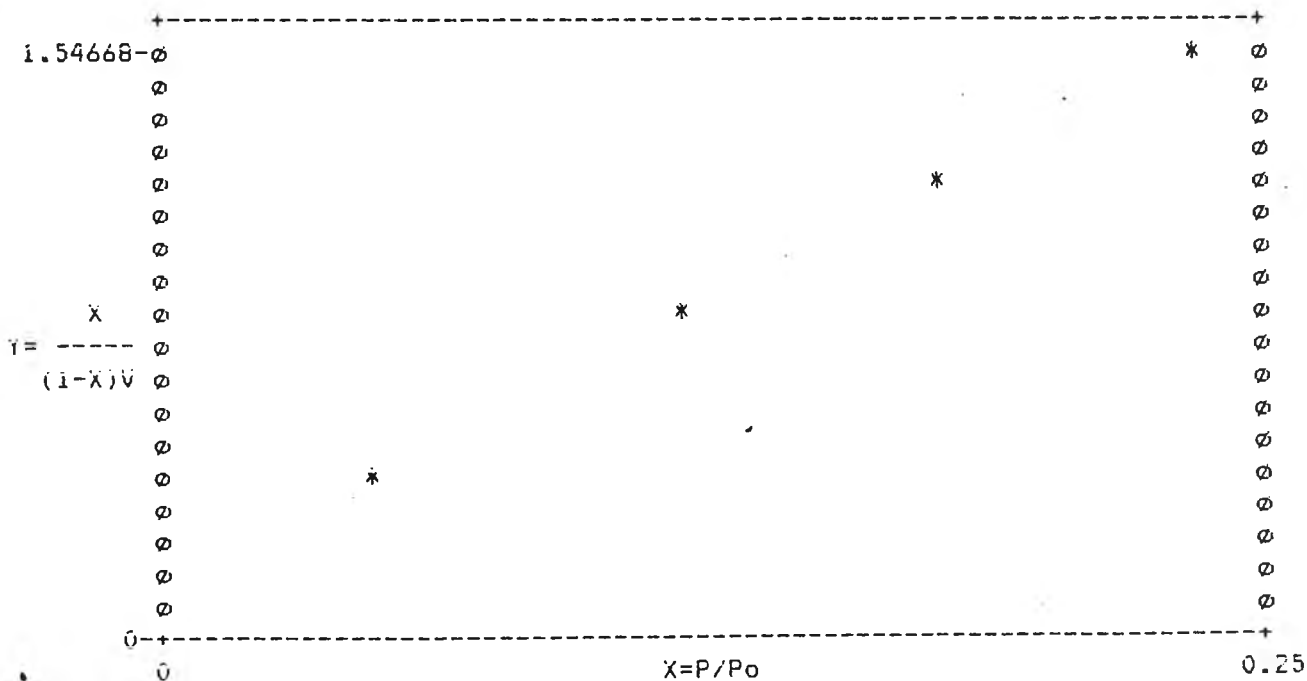
r=4 NH4OH 1.7% gelatin -

SAMPLE I.D.: Silica-Gelatin # 3
SAMPLE WEIGHT: 0.5025 g
MOL. CROSS-SECTIONAL AREA: 0.162 nm²
AMBIENT TEMPERATURE: 0.00 C

ADSORBATE: Nitrogen
BAROMETRIC PRESSURE: 760 mmHg
SATURATION PRESSURE: 775 mmHg

EXPERIMENTAL DATA (%)	(VOL)	VOL ADSORBED (cm ³ /g AT STP)	X=P/Po	Y=X/R(1-X)VA
5.000	0.06	0.12	0.0490	0.43182
12.000	0.08	0.16	0.1177	0.83775
18.000	0.09	0.18	0.1765	1.19680
24.000	0.10	0.20	0.2354	1.54668

BET SURFACE AREA: 0.71 +/- 0.00 m²/g
SLOPE: 5.9939 +/- 0.0253
INTERCEPT: 0.1363 +/- 0.0041
C: 44.99
Vm: 0.16 cm³/g
CORRELATION COEFFICIENT 1.0000



รูปที่ ค4 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวของวัสดุซิลิกา-เจลาตินนาโนคอมโพสิตด้วยเทคนิค BET
สังเคราะห์จากเจลาติน 1.7 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เบสแอมโมเนีย 1 โมลาร์ r=4

MICROMERITICS INSTRUMENT CORPORATION
FlowSorb 2300

BET SURFACE AREA ANALYSIS
REPORT DATE: 12/29/92

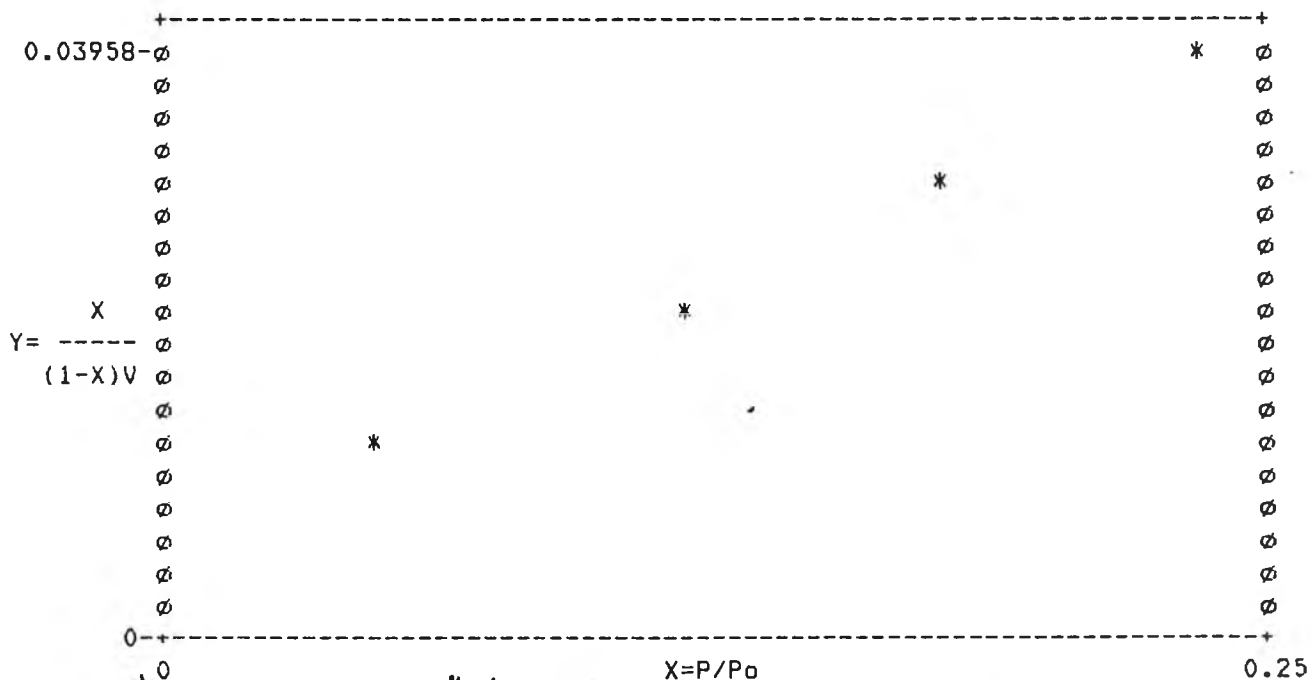
$r=2$ HCl 1.7% gelatin

SAMPLE I.D.: Silica-Gelatin # 4
SAMPLE WEIGHT: 0.7883 g
MOL. CROSS-SECTIONAL AREA: 0.162 nm²
AMBIENT TEMPERATURE: 0.00 C

ADSORBATE: Nitrogen
BAROMETRIC PRESSURE: 760 mmHg
SATURATION PRESSURE: 775 mmHg

EXPERIMENTAL DATA (%)	(VOL)	VOL ADSORBED (cm ³ /g AT STP)	X=P/P ₀	Y=X/((1-X)V _A)
5.000	3.34	4.24	0.0490	0.01217
12.000	4.60	5.84	0.1177	0.02286
18.000	5.48	6.95	0.1765	0.03083
24.000	6.13	7.78	0.2354	0.03958

BET SURFACE AREA: 28.76 +/- 0.51 m²/g
SLOPE: 0.1461 +/- 0.0027
INTERCEPT: 0.0052 +/- 0.0004
C: 28.99
V_m: 6.61 cm³/g
CORRELATION COEFFICIENT 0.9997



รูปที่ ค5 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวของวัสดุซิลิกา-เจลาตินนาโนคอมโพสิตด้วยเทคนิค BET

สังเคราะห์จากเจลาติน 1.7% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร กรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์ $r=2$

MICROMERITICS INSTRUMENT CORPORATION
FlowSorb 2300

BET SURFACE AREA ANALYSIS
REPORT DATE: 1/5/2000

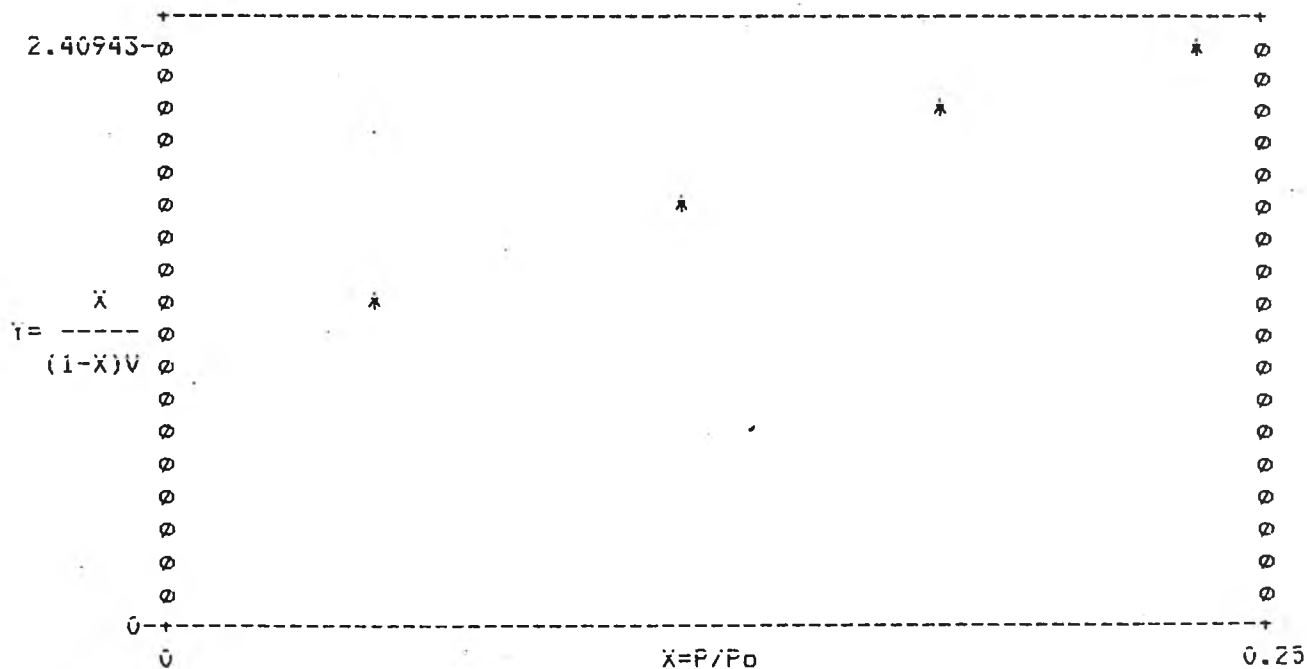
$r=10$ HCl 1.7% gelatin

SAMPLE I.D.: Silica-Gelatin # 5
SAMPLE WEIGHT: 0.7828 g
MOL. CROSS-SECTIONAL AREA: 0.162 nm²
AMBIENT TEMPERATURE: 0.00 C

ADSORBATE: Nitrogen
BAROMETRIC PRESSURE: 760 mmHg
SATURATION PRESSURE: 775 mmHg

EXPERIMENTAL DATA (%)	(VOL)	VOL ADSORBED (cm ³ /g AT STP)	$\chi=P/P_0$	$Y=X/R(1-X)VA$
5.000	0.03	0.04	0.0490	1.34538
12.000	0.06	0.08	0.1177	1.74006
18.000	0.08	0.10	0.1765	2.09744
24.000	0.10	0.13	0.2354	2.40943

BET SURFACE AREA: 0.64 +/- 0.01 m²/g
SLOPE: 5.7471 +/- 0.0998
INTERCEPT: 1.0668 +/- 0.0160
C: 6.39
Vm: 0.15 cm³/g
CORRELATION COEFFICIENT 0.9997



รูปที่ ค6 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวของวัสดุซิลิกา-เจลาตินนาโนคอมโพสิตด้วยเทคนิค BET
สังเคราะห์จากเจลาติน 1.7 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร กรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์ $r=10$

MICROMERITICS INSTRUMENT CORPORATION
FlowSorb 2300

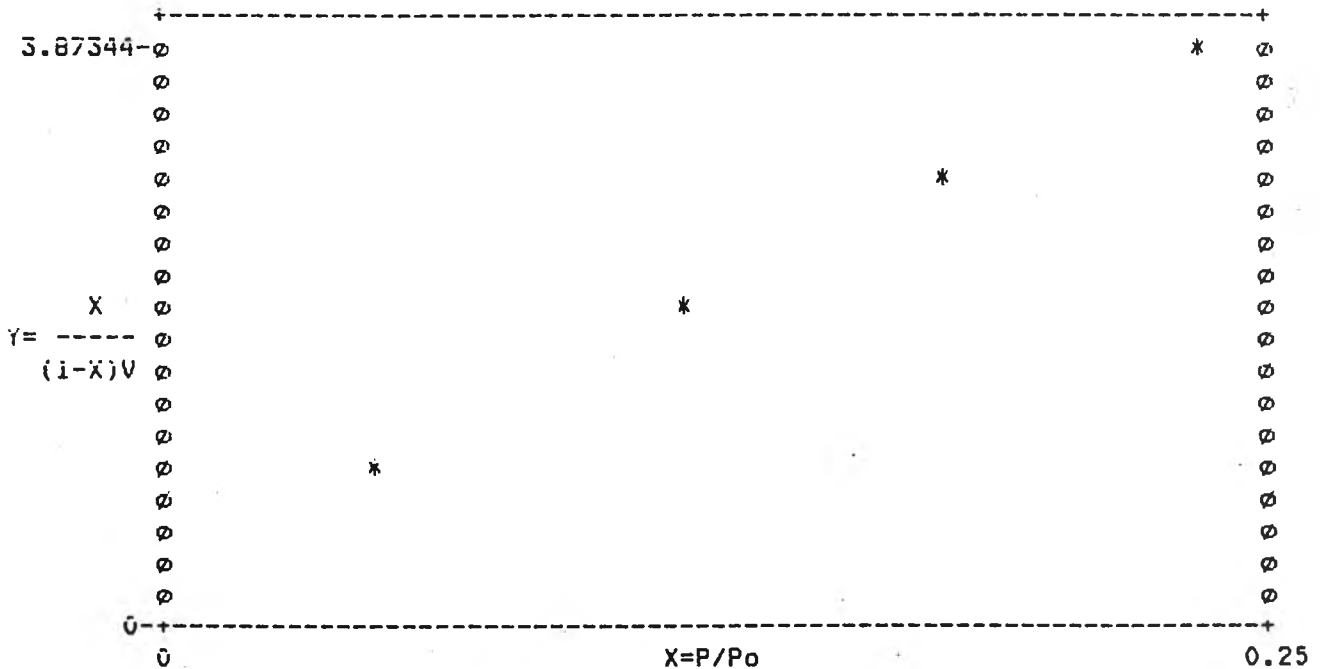
BET SURFACE AREA ANALYSIS
REPORT DATE: 2/7/00

AMPLE I.D.: Silica+Genlatin 8% gel
AMPLE WEIGHT: 1.1326 g
OL. CROSS-SECTIONAL AREA: 0.162 nm²
MBIENT TEMPERATURE: 0.00 C

ADSORBATE: Nitrogen
BAROMETRIC PRESSURE: 760 mmHg
SATURATION PRESSURE: 775 mmHg

EXPERIMENTAL DATA (%)	(VOL)	VOL ADSORBED (cm ³ /g AT STP)	X=P/Po	Y=X/P(1-X)VA
5.000	0.05	0.04	0.0490	1.16795
12.000	0.07	0.06	0.1177	2.15796
18.000	0.08	0.07	0.1765	3.03470
24.000	0.09	0.08	0.2354	3.87344

BET SURFACE AREA: 0.29 +/- 0.00 m²/g
SLOPE: 14.5561 +/- 0.0797
INTERCEPT: 0.4530 +/- 0.0128
C: 33.13
Vm: 0.07 cm³/g
CORRELATION COEFFICIENT 1.0000



รูปที่ ค7 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวของวัสดุซิลิกา-เจลาตินนาโนคอมโพสิตด้วยเทคนิค BET
สังเคราะห์จากเจลาติน 8 %โดยน้ำหนักต่อปริมาตร กรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์ r=4

MICROMERITICS INSTRUMENT CORPORATION
FlowSorb Z300

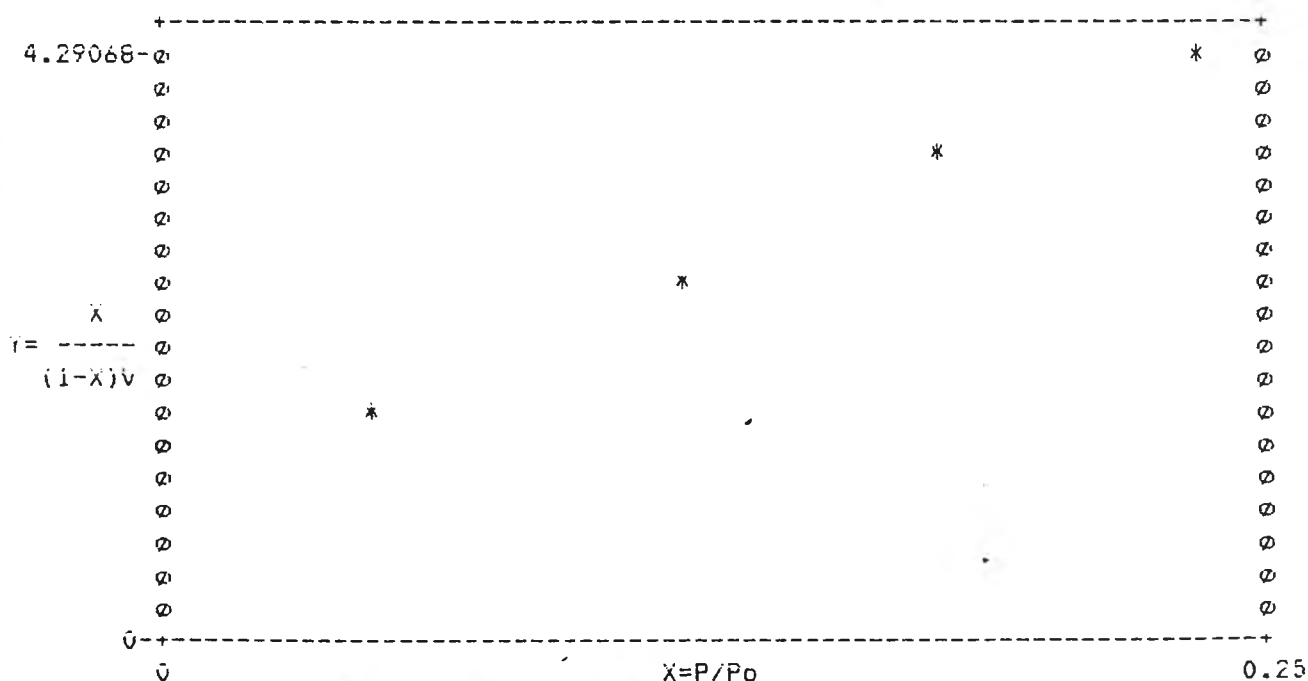
BET SURFACE AREA ANALYSIS
REPORT DATE: 2/7/00

SAMPLE I.D.: Silica+Gelatin 10% gel
SAMPLE WEIGHT: 0.9758 g
MOL. CROSS-SECTIONAL AREA: 0.162 nm²
AMBIENT TEMPERATURE: 0.00 C

ADSORBATE: Nitrogen
BAROMETRIC PRESSURE: 760 mmHg
SATURATION PRESSURE: 775 mmHg

EXPERIMENTAL DATA (%)	(VOL)	VOL ADSORBED (cm ³ /g AT STP)	X=P/Po	Y=X/R(1-X)V _A
5.000	0.03	0.03	0.0490	1.67709
12.000	0.05	0.05	0.1177	2.60289
18.000	0.06	0.06	0.1765	3.48609
24.000	0.07	0.07	0.2354	4.29068

BET SURFACE AREA: 0.29 +/- 0.00 m²/g
SLOPE: 14.1142 +/- 0.2040
INTERCEPT: 0.9726 +/- 0.0327
C: 15.51
V_m: 0.07 cm³/g
CORRELATION COEFFICIENT 0.9998



รูปที่ ค8 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวของวัสดุซิลิกา-เจลาตินนาโนคอมโพสิตด้วยเทคนิค BET
สังเคราะห์จากเจลาติน 10 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร กรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์ $n=4$

MICROMERITICS INSTRUMENT CORPORATION
FlowSorb 2300

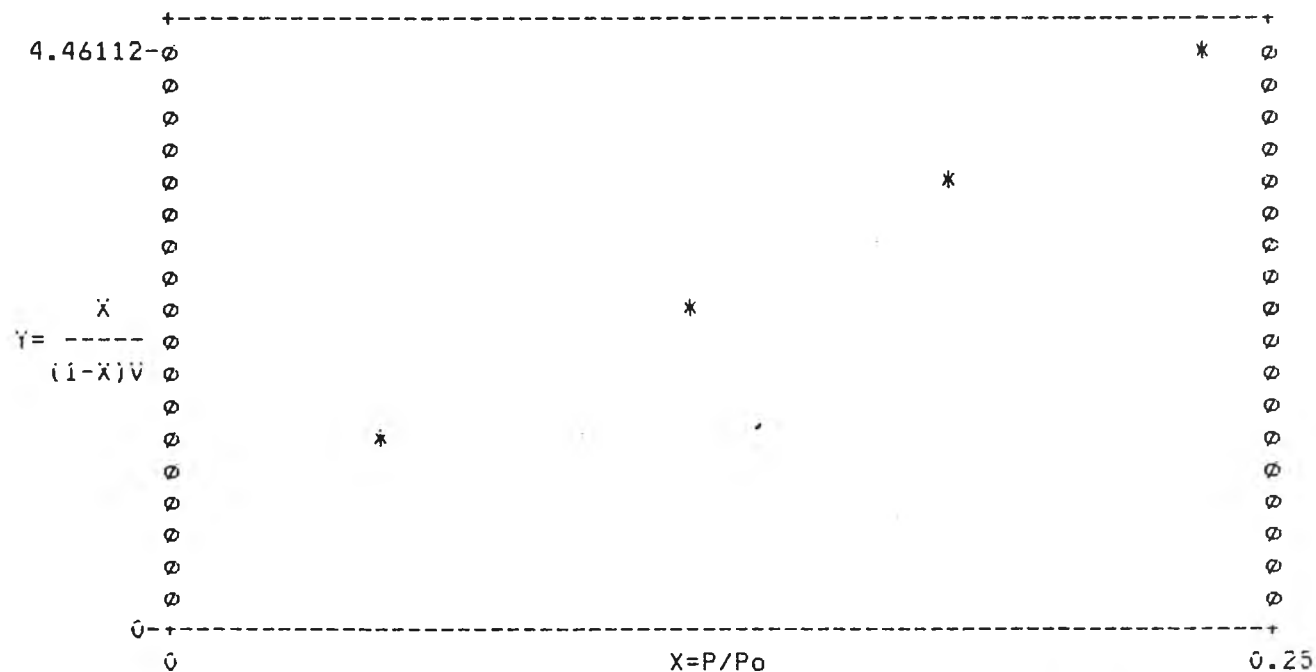
BET SURFACE AREA ANALYSIS
REPORT DATE: 2/7/00

SAMPLE I.D.: Silica+Genlatin 12%
SAMPLE WEIGHT: 1.1595 g
MOL. CROSS-SECTIONAL AREA: 0.162 nm²
AMBIENT TEMPERATURE: 0.00 C

ADSORBATE: Nitrogen
BAROMETRIC PRESSURE: 760 mmHg
SATURATION PRESSURE: 775 mmHg

EXPERIMENTAL DATA (%)	(VOL)	VOL ADSORBED (cm ³ /g AT STP)	X=P/Po	Y=X/R(1-X)VA
5.000	0.04	0.03	0.0490	1.49461
12.000	0.06	0.05	0.1177	2.57742
18.000	0.07	0.06	0.1765	3.55060
24.000	0.08	0.07	0.2354	4.46112

BET SURFACE AREA: 0.26 +/- 0.00 m²/g
SLOPE: 15.9795 +/- 0.1317
INTERCEPT: 0.7096 +/- 0.0211
C: 23.52
Vm: 0.06 cm³/g
CORRELATION COEFFICIENT 0.9999



รูปที่ ค9 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวของวัสดุซิลิกา-เจลาตินนาโนคอมโพสิตด้วยเทคนิค BET
สังเคราะห์จากเจลาติน 12 %โดยน้ำหนักต่อปริมาตร กรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์ r=4

MICROMERITICS INSTRUMENT CORPORATION
FlowSorb 2300

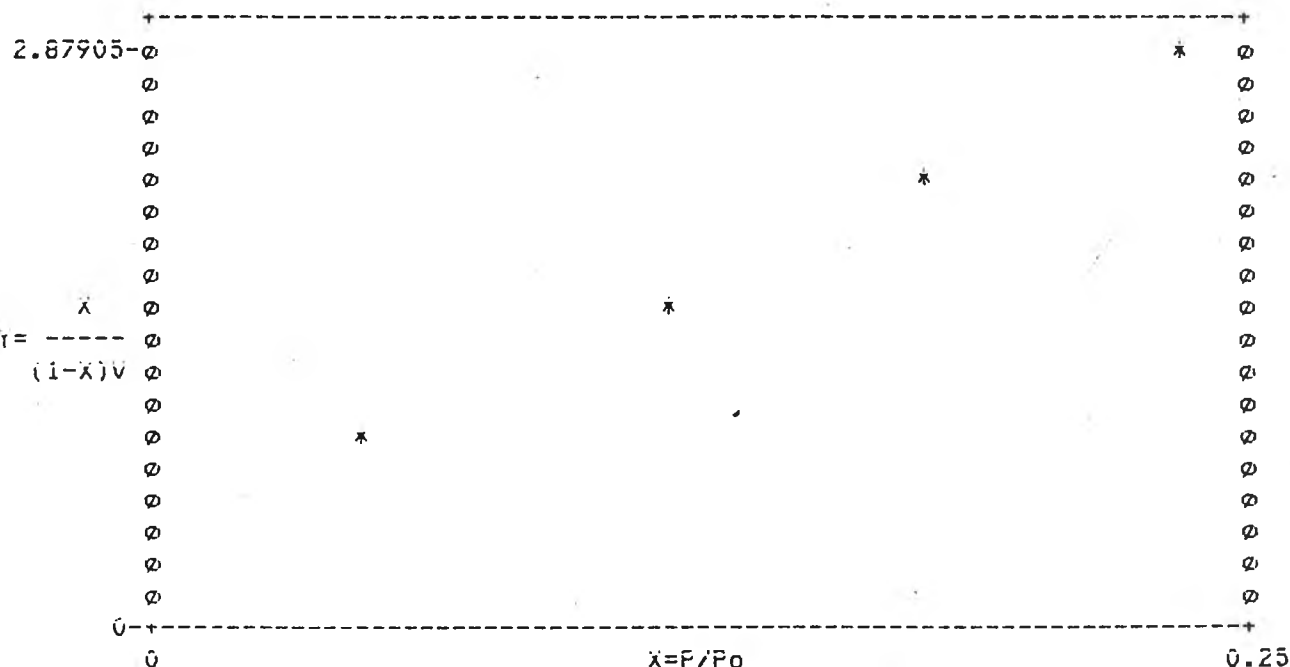
BET SURFACE AREA ANALYSIS
REPORT DATE: 5/12/00

SAMPLE I.D.: Silica r= 4 no gelatin
 SAMPLE WEIGHT: 0.7483 g
 MOL. CROSS-SECTIONAL AREA: 0.162 nm²
 AMBIENT TEMPERATURE: 0.00 C

ADSORBATE: Nitrogen
 BAROMETRIC PRESSURE: 760 mmHg
 SATURATION PRESSURE: 775 mmHg

EXPERIMENTAL DATA (%)	(VOL)	VOL ADSORBED (cm ³ /g AT STP)	X=P/Po	Y=X/R(1-X)VA
5.000	0.04	0.05	0.0490	0.96457
12.000	0.06	0.08	0.1177	1.66338
18.000	0.07	0.09	0.1765	2.29143
24.000	0.08	0.11	0.2354	2.87905

BET SURFACE AREA: 0.40 +/- 0.00 m²/g
 SLOPE: 10.3126 +/- 0.0850
 INTERCEPT: 0.4579 +/- 0.0136
 C: 23.52
 Vm: 0.09 cm³/g
 CORRELATION COEFFICIENT 0.9999



รูปที่ ๑๑ ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวของซิลิกาเจลด้วยเทคนิค BET สังเคราะห์จากระบบไมโคร-อิมัลชัน AOT/ไอโซออกเทน กรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์ r=4 ไม่มีเจลาคิน

MICROMERITICS INSTRUMENT CORPORATION
FlowSorb 2300

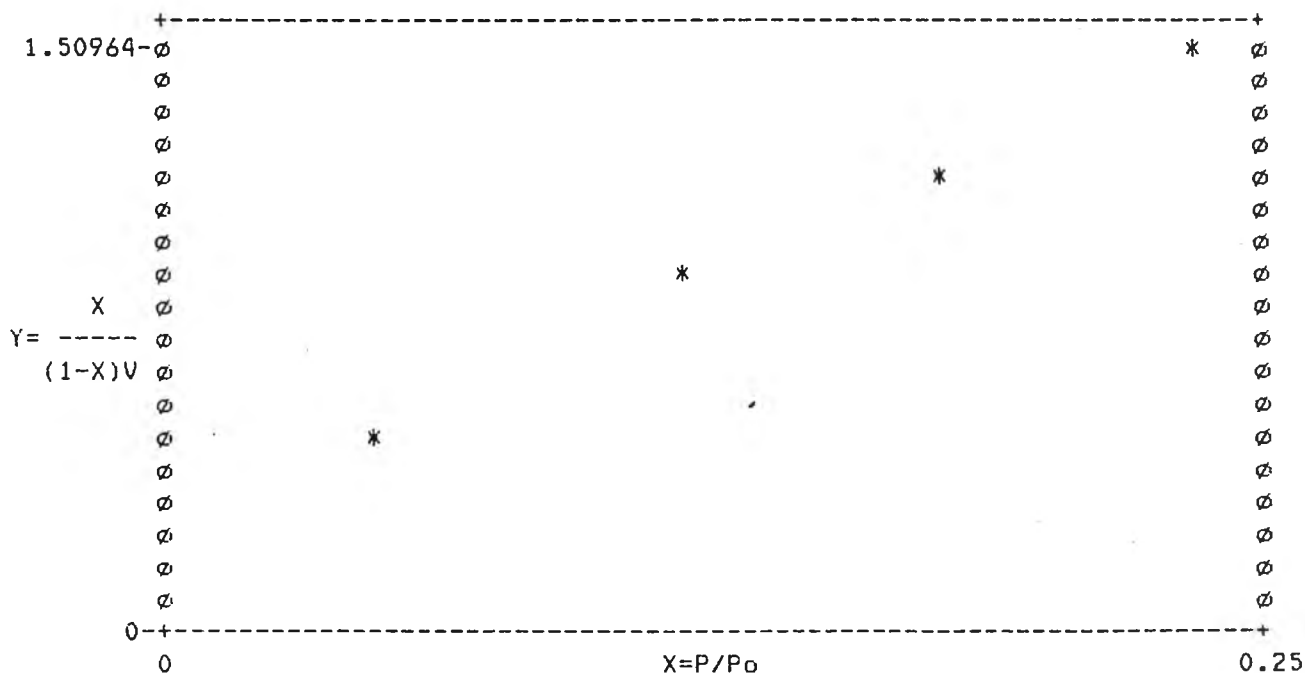
BET SURFACE AREA ANALYSIS
REPORT DATE: 4/25/00-

SAMPLE I.D.: Silica+Gelatin # 8 ^{เพิ่มน้ำ r=6}
 SAMPLE WEIGHT: 0.7357 g
 MOL. CROSS-SECTIONAL AREA: 0.162 nm²
 AMBIENT TEMPERATURE: 0.00 C

ADSORBATE: Nitrogen
 BAROMETRIC PRESSURE: 760 mmHg
 SATURATION PRESSURE: 775 mmHg

EXPERIMENTAL DATA (%)	(VOL)	VOL ADSORBED (cm ³ /g AT STP)	X=P/P ₀	Y=X/R(1-X)V _s
5.000	0.07	0.10	0.0490	0.54190
12.000	0.11	0.15	0.1177	0.89202
18.000	0.13	0.18	0.1765	1.21307
24.000	0.15	0.20	0.2354	1.50964

BET SURFACE AREA: 0.79 +/- 0.01 m²/g
 SLOPE: 5.2180 +/- 0.0536
 INTERCEPT: 0.2844 +/- 0.0086
 C: 19.35
 V_m: 0.18 cm³/g
 CORRELATION COEFFICIENT 0.9999



รูปที่ ค11 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวของวัสดุซิลิกา-เจลาตินนาโนคอมโพสิตด้วยเทคนิค BET สังเคราะห์จากเจลาติน 8 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร HCl 0.1 M _{เริ่มต้น} r=4, เพิ่ม NH₄OH 30% 0.7 ml เป็นขั้นตอนที่ 2

MICROMERITICS INSTRUMENT CORPORATION
FlowSorb 2300

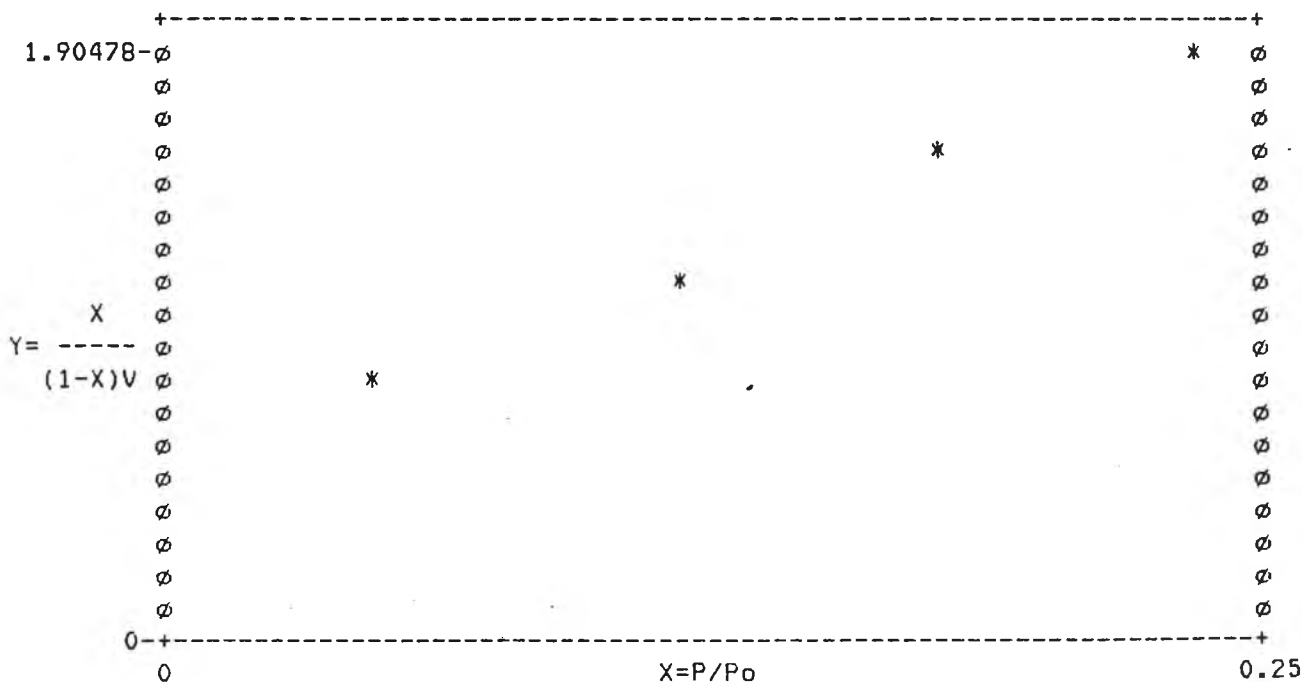
BET SURFACE AREA ANALYSIS
REPORT DATE: 4/25/00

SAMPLE I.D.: Silica+Gelatin # 10 ¹เพิ่มปริมาตร P= g
 SAMPLE WEIGHT: 0.8045 g
 MOL. CROSS-SECTIONAL AREA: 0.162 nm²
 AMBIENT TEMPERATURE: 0.00 C

ADSORBATE: Nitrogen
 BAROMETRIC PRESSURE: 760 mmHg
 SATURATION PRESSURE: 775 mmHg

EXPERIMENTAL DATA (%)	(VOL)	VOL ADSORBED (cm ³ /g AT STP)	X=P/Po	Y=X/P(1-X)VA
5.000	0.05	0.06	0.0490	0.82961
12.000	0.09	0.11	0.1177	1.19220
18.000	0.11	0.14	0.1765	1.56770
24.000	0.13	0.16	0.2354	1.90478

BET SURFACE AREA: 0.69 +/- 0.02 m²/g
 SLOPE: 5.8219 +/- 0.1481
 INTERCEPT: 0.5315 +/- 0.0237
 C: 11.95
 Vm: 0.16 cm³/g
 CORRELATION COEFFICIENT 0.9994



รูปที่ ค12 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวของวัสดุซิลิกา-เจลาตินนาโนคอมโพสิตด้วยเทคนิค BET สังเคราะห์จาก เจลาติน 8 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร HCl 0.1 M $r_{lim} = 4$, เพิ่ม NH₄OH 30% 1.4 ml เป็นขั้นตอนที่ 2

ประวัติผู้แต่ง

นางสาววาทีนี้ จุลการพิมพ์ เกิดวันที่ 30 กรกฎาคม พ.ศ. 2518 ที่เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2539 หลังจากนั้นได้เข้าศึกษาในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2540

