

รายการอ้างอิง

1. Thurman, E. M., and Mills, M. S. (1998). *Solid-phase extraction*. pp.1-42. New York: John Wiley & sons.
2. Sing, K. S. W. (1989). Characterization of adsorbents. In A. E. Rodrigues; M. D. Levan; and D. Tondeur (eds.) *Adsorption: science and technology*. pp.3-13. Dordrecht: Kluwer Academic.
3. Berthod, A. (1991). Silica: Backbone material of liquid chromatographic column packings. *J. Chromatogr.* 549: 1-28.
4. Song, M., Kim, J., Cho, S., and Kim, J. (2004). Rapid synthesis of mesoporous silica by an accelerated microwave radiation method. *J. Chem. Eng.* 21: 1224-1230.
5. Che, S., Garcia, A. E., Yokoi, T., Sakamoto, K., Kunieda, H., Terasaki, O., and Tatsumi, T. (2003). A novel anionic surfactant templating route for synthesizing mesoporous silica with unique structure. *Nature* 2: 801-805.
6. Zhang, W., Glomski, B., Pauly, T. R., and Pinnavaia, J. (1999 August). A new nonionic surfactant pathway to mesoporous sieve silicas with long range framework order. *Chem. Commun.* : 1803-1804.
7. Lev, O. (1992). Diagnostic applications of organically doped sol-gel porous glass. *Analysis* 20: 543-553.
8. Barton, T. J., Bull, L. M., Klemperer, W. G., Loy, D. A., McEnaney, B., Misono, M., Monson, P. A., Pez, G., Scherer, G. W., Vartuli, J. C., and Yaghi, M. (1999). Tailored porous materials. *Chem. Mater.* 11: 2633-2656.
9. Corma, A. (1997). From microporous to mesoporous molecular sieve materials and their use in catalysis. *Chem. Rev.* 97: 2373-2419.
10. Beck, J. S., Vartuli, J. C., Roth, W. J., Leonowicz, M. E., Kresge, C. T., Schmitt, K. D., Chu, C. T -W., Olson, D. H., Sheppard, E. W., McCullen, S. B., Higgins, J. B., and Schlenker, J. L. (1992). A new family of mesoporous molecular sieves prepared with liquid crystal templates. *J. Am. Chem. Soc.* 114: 10834-10843.
11. Chen, C. Y., Burkett, S. L., Li, H. X., and Davis, M. E. (1993). Studies on mesoporous materials II. Synthesis mechanism of MCM-41. *Micropor. Mater.* 2: 27-34.

12. Huo, Q., Margolese, D. I., Ciesla, U., Feng, P., Gier, T. E., Sieger, P., Leon, R., Petroff, P., Schuth, F., and Stucky, G. D. (1994). Generalized synthesis of periodic surfactant inorganic composite-materials. *Nature* 368: 317.
13. Huo, Q., Margolese, D. I., Ciesla, U., Demuth, D. G., Feng, P., Gier, T. E., Sieger, P., Firouzi, A., Chmelka, B. F., Schuth, F., and Stucky, G. D. (1994). Organization of organic molecules with inorganic molecular species into nanocomposite biphasic arrays. *Chem. Mater.* 6: 1176-1191.
14. Skoog, D. A. (1985). *Principles of instrumental analysis*. pp.463-464. Florida: Saunders College Publishing.
15. Leofanti, G., Padovan, M., Tozzola, G., and Venturelli, B. (1998). Surface area and pore texture of catalysts. *Catal. Today* 41: 207-219.
16. Kilian, K., and Pyrzynska, K. (2002). Tetrakis(*p*-carboxylphenyl)porphyrin as a complexing agent for solid phase extraction of metal ions. *Chem. Anal.* 47: 439.
17. Garcia, M. A., and Campero, A. (2004). Cobalt *ortho*- and *para*-substituted tetraphenylporphyrins. *J. Non-Cryst. Solids* 333: 226-230.
18. Cruz, F. D., Driaf, K., Berthier, C., Lameille, J. M., and Armand, F. (1999). Study of self-assembled porphyrin monomolecular obtained by metal complexation. *Thin Solid Films* 349: 155-161.
19. Brunink, J. A., Natale, C. D., Bungaro, F., Davide, F. A., Amico, A. D., Paolesse, R., Boschi, T., Faccio, M., and Ferri, G. (1996). The application of metalloporphyrins as coating material for quartz microbalance-base chemical sensors. *Anal. Chim. Acta* 325: 53-64.
20. Margaret, E. K., and Kenneth, S. S. (2000). Microporous porphyrin and metalloporphyrin materials. *J. Solid State Chem.* 152: 87-98.
21. Tsukahara, S., and Suzuki, N. (1996). Characteristics of complexation reaction of tetraphenylporphine with zinc (II) at solid-liquid interface. *Inorg. Chim. Acta* 245: 105-108.
22. Drain, C. M., Batteas, J. D., Flynn, G. W., Milic, T., Chi, N., Yablon, D. G., and Sommers, H. (2001 October). Designing supramolecular porphyrin arrays that self-organize into nanoscale optical and magnetic materials. *Colloquium* :1-5.
23. Assis, M. D., Melo, A. J., Serra, O. A., and Iamamoto, Y. (1995). Study of catalytic activity of nitro substituted ironporphyrins. *J. Mol. Catal. A* 97: 41-47.

24. Huo, Q., Margolese, D. I., and Stucky, G. D. (1996). Surfactant control of phase in the synthesis of mesoporous silica-based materials. *Chem. Mater.* 8: 1147-1160.
25. Dai, S., Shin, Y., Ju, Y., Burleigh, M. C., Lin, J., Barnes, C. E., and Xue, Z. (1999). A new methodology to functionalize surfaces of ordered mesoporous materials based on ion exchange reactions. *Adv. Mater.* 11: 1226-1230.
26. Cai, Q., Luo, Z., Pang, W., Fan, Y., Chen, X., and Cui, F. (2001). Dilute solution routes to various controllable morphologies of MCM-41 silica with a basic medium. *Chem. Mater.* 13: 258-263.
27. Boos, A., Intasiri, A., Brunette, J-P., and Leroy, M. J. F. (2002). Surfactant-templated silica doped with 1-phenyl-3-methyl-4-stearoylpyrazol-5-one (HPMSP) as a new sorbent. *J. Mater. Chem.* 12: 886-889.
28. Khan, A., Mahmood, F., Ahmed, S., and Khokhar, M. Y. (2003). Removal of Cd ions by sol-gel silica doped with 1-(2-pyridylazo)-2-naphthol. *J. Sol-Gel Sci. Technol.* 27:221-224.
29. Plaschke, M., Czolk, R., and Ache, H. (1995). Fluorimetric determination of mercury with a water-soluble porphyrin and porphyrin-doped sol-gel films. *Anal. Chim. Acta* 304: 107-113.
30. Chang, Z., and Keven, L. (2002). Photoionization of tetraphenylporphyrin in mesoporous SiMCM-48, AlMCM-48 and SiMCM-48 molecular sieves. *Langmuir* 18: 911-916.
31. Juliana, C. B., Herica, C. S., Katia, J. C., Claudio, R. N., Antonio, G. F., Iamamoto, I., and Osvaldo, A. S. (1999). Synthesis of hybrid silicates containing porphyrins incorporated by a sol-gel process and their properties. *J. Non-Cryst. Solids* 247: 134-140.
32. Masterson, W. L., and Slowinski, E. J. (1977). *Chemical principles*. p.517. Philadelphia: W. B. Saunder.
33. Kask, U., and Rawn, J. D. (1993). *General chemistry*. p.832. Iowa: Wm. C. Brown.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

การคำนวณหาปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดที่มีอยู่ในเมโซพอร์สซิลิกา

การหาปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดที่มีอยู่ในเมโซพอร์สซิลิกาทางทฤษฎี สามารถคำนวณได้จากองค์ประกอบโดยโมลของสารตั้งต้นที่ใช้ในการสังเคราะห์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ ผ.1 องค์ประกอบโดยโมลของสารที่ใช้ในการสังเคราะห์เมโซพอร์สซิลิกาแต่ละชนิด

ชนิดสารตั้งต้น	ปริมาณสารตั้งต้นที่ใช้ในการสังเคราะห์เมโซพอร์สซิลิกาแต่ละชนิด					
	ที่ไม่มีการเติมหมู่ฟังก์ชัน		โคปด้วย TPP		โคปด้วย TNPP	
	(g)	(mol)	(g)	(mol)	(g)	(mol)
TEOS	5.2197	0.0251	5.2144	0.0250	5.2219	0.0251
H ₂ O	63.00	3.501	63.02	3.501	63.01	3.500
CTAB	1.6401	0.0045	1.6401	0.0045	1.6401	0.0045
MeOH	10.4353	0.3257	10.4291	0.3255	10.4243	0.3254
DMF	18.2830	0.2501	18.2907	0.2502	18.2821	0.2500
TPP	-	-	0.1756	2.8592×10^{-4}	-	-
TNPP	-	-	-	-	0.2127	2.8365×10^{-4}

จากตารางที่ ผ.1 นำค่าในตารางมาคิดคำนวณหาปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดที่มีอยู่ในซิลิกาแต่ละชนิดได้ ตามตัวอย่างต่อไปนี้

1. สำหรับเมโซพอร์สซิลิกาที่ไม่มีการเติมหมู่ฟังก์ชัน

จากปริมาณ TEOS 0.0251 โมล จะได้ SiO₂ 0.0251 โมล

$$\text{คิดเป็น SiO}_2 = 0.0251 \times 60.0843 = 1.5081 \text{ g}$$

$$\text{ปริมาณ CTAB 1.6401 g คือมี CTA}^+ = (1.6401 / 364.46) \times 284.56 = 1.2805 \text{ g}$$

$$\text{นั่นคือมีปริมาณสารอินทรีย์ในซิลิกา} = 1.2805 \text{ g}$$

$$\text{เมื่อนำหนักรวมของเมโซพอร์สซิลิกา คือ } 1.5081 + 1.2805 = 2.7886 \text{ g}$$

ดังนั้น ปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดที่มีอยู่ในเมโซพอร์สซิลิกา

$$\text{ที่ไม่มีการเติมหมู่ฟังก์ชันคิดเป็น } (1.2805 / 2.7886) \times 100 = 45.92\%$$

2. เมโซพอร์สซิลิกาโคปด้วย TPP

จากปริมาณ TEOS 0.0250 โมล จะได้ SiO_2 0.0250 โมล

$$\text{คิดเป็น SiO}_2 = 0.0250 \times 60.0843 = 1.5021 \text{ g}$$

$$\text{ปริมาณ CTAB 1.6401 g คือมี CTA}^+ = (1.6401 / 364.46) \times 284.56 = 1.2805 \text{ g}$$

$$\text{ปริมาณ TPP ที่มีอยู่ในซิลิกา} = 2.8592 \times 10^{-4} \times 614 = 0.1756 \text{ g}$$

$$\text{รวมมีปริมาณสารอินทรีย์ในซิลิกา} = 1.2805 + 0.1756 = 1.4561 \text{ g}$$

เมื่อนำน้ำหนักรวมของเมโซพอร์สซิลิกาโคปด้วย TPP คือ

$$1.5021 + 1.2805 + 0.1756 = 2.9582 \text{ g}$$

ดังนั้น ปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดที่มีอยู่ในเมโซพอร์สซิลิกาโคปด้วย TPP

$$\text{คิดเป็น} \quad (1.4561 / 2.9582) \times 100 = 49.22\%$$

3. เมโซพอร์สซิลิกาโคปด้วย TNPP

จากปริมาณ TEOS 0.0251 โมล จะได้ SiO_2 0.0251 โมล

$$\text{คิดเป็น SiO}_2 = 0.0251 \times 60.084 = 1.5081 \text{ g}$$

$$\text{ปริมาณ CTAB 1.6401 g คือมี CTA}^+ = (1.6401 / 364.46) \times 284.56 = 1.2805 \text{ g}$$

$$\text{ปริมาณ TNPP ที่มีอยู่ในซิลิกา} = 2.8365 \times 10^{-4} \times 749.74 = 0.2127 \text{ g}$$

$$\text{นั่นคือมีปริมาณสารอินทรีย์ในซิลิกา} = 1.2805 + 0.2127 = 1.4932 \text{ g}$$

เมื่อนำน้ำหนักรวมของเมโซพอร์สซิลิกาโคปด้วย TPPN คือ

$$1.5081 + 1.2805 + 0.2127 = 3.0013 \text{ g}$$

ดังนั้น ปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดที่มีอยู่ในเมโซพอร์สซิลิกาโคปด้วย TPP

$$\text{คิดเป็น} \quad (1.4932 / 3.0013) \times 100 = 49.75\%$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวประกายพฤกษ์ บุญเกิด เกิดเมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม พ.ศ. 2524 ที่โรงพยาบาล
มหาราช จ.นครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจาก โรงเรียนวัดพระมหาธาตุ เมื่อ
ปีพ.ศ. 2536 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ เมื่อปีพ.ศ. 2539
สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนกวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จากศูนย์การศึกษา
นอกโรงเรียนอำเภอเมือง นครศรีธรรมราช เมื่อปีพ.ศ. 2541 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี ภาควิชา
เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ เมื่อปีพ.ศ. 2545 และได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโทที่ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์
สิ่งแวดล้อม คณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้หลังจบการ
ศึกษา 119/11 ม.6 ถ.พหลโยธิน แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 10220



ศูนย์วิทยพัชการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย