รายการอ้างอิง

Al-Muhtaseb, S. and J. Ritter. Preparation and Properties of Resorcinol–Formaldehyde Organic and Carbon Gels. Advanced Materials. 15, 2 (2003): 101-114.

Babic, B., Kaluderovic, B., Vracar, Lj. and Krstajic, N. Characterization of carbon cryogel synthesized by sol-gel polycondensation and freeze-drying. Carbon. 42, 12 (2004): 2617-2624.

Brinker, C.J.. Evaporation-induced self-assembly: Functional nanostructures made easy. Mrs Bulletin. 29, 9 (2004): 631-640.

Dresselhaus, M.S. and others. Perspectives on Carbon Nanotubes and Graphene Raman Spectroscopy. Nano Letters. 10, 3 (2010): 751-758.

Gierszal, K.P. and others. Adsorption and Structural Properties of Ordered Mesoporous Carbons Synthesized by Using Various Carbon Precursors and Ordered Siliceous P6mm and Ia3d Mesostructures as Templates. The Journal of Physical Chemistry B. 109, 49 (2005): 23263-23268.

Huwe, H. and M. Froba, Iron (III) oxide nanoparticles within the pore system of mesoporous carbon CMK-1: intra-pore synthesis and characterization. Microporous and Mesoporous Materials. 60, 1-3 (2003): 151-158.

Jin, J. and others. Pore structure and pore size controls of ordered mesoporous carbons prepared from resorcinol/formaldehyde/triblock polymers. Microporous and Mesoporous Materials. 118, 1-3 (2009): 218-223.

Job, N. and others. Synthesis of transition metal-doped carbon xerogels by solubilization of metal salts in resorcinol-formaldehyde aqueous solution. Carbon. 42, 15 (2004): 3217-3227. ,

Job, N. and others. Synthesis of transition metal-doped carbon xerogels by cogelation. Journal of Non-Crystalline Solids. 353, 24-25 (2007): 2333-2345.

Jurewicz, K. and others. Capacitance properties of ordered porous carbon materials prepared by a templating procedure. Journal of Physics and Chemistry of Solids. 65, 2-3 (2004): 287-293.

Kabanov, A.V. and others. Pluronic block copolymers: novel functional molecules for gene therapy. Advanced Drug Delivery Reviews. 54, 2 (2002): 223-233.

Li, H.-Q. and others. Electrochemical properties of an ordered mesoporous carbon prepared by direct tri-constituent co-assembly. Carbon. 45, 13 (2007): 2628-2635.

Li, J. and others.Structure and electrochemical properties of carbon aerogels synthesized at ambient temperatures as supercapacitors. Journal of Non-Crystalline Solids. 354, 1 (2008): 19-24.

Lin, Y.-P. and others. Using phenol-formaldehyde resin as carbon source to synthesize mesoporous carbons of different pore structures. Materials Chemistry and Physics. 90, 2-3 (2005): 339-343.

Long, D. and others. Effect of template and precursor chemistry on pore architectures of triblock copolymer-templated mesoporous carbons. Microporous and Mesoporous Materials. 121, 1-3 (2009): 58-66.

Maldonado-Hodar, F.J., C. Moreno-Castilla, and A.F. Prez-Cadenas, Surface morphology, metal dispersion, and pore texture of transition metal-doped monolithic carbon aerogels and steam-activated derivatives. Microporous and Mesoporous Materials. 69, 1-2 (2004): 119-125.

Maldonado-Hodar, F.J. and others. Catalytic Graphitization of Carbon Aerogels by Transition Metals. Langmuir. 16, 9 (2000): 4367-4373.

Meng, Y. and others. A Family of Highly Ordered Mesoporous Polymer Resin and Carbon Structures from Organic-Organic Self-Assembly. Chemistry of Materials.18, 18 (2006): 4447-4464.

Moreno-Castilla, C. and F.J. Maldonado-Hodar, Carbon aerogels for catalysis applications: An overview. Carbon. 43, 3 (2005): 455-465.

Moreno-Castilla, C., Maldonado-Hodar, F.J. and Perez-Cadenas, A.F.. Physicochemical Surface Properties of Fe, Co, Ni, and Cu-Doped Monolithic Organic Aerogels. Langmuir. 19, 14 (2003): 5650-5655.

Mukai, S.R. and others. Preparation of mesoporous carbon gels from an inexpensive combination of phenol and formaldehyde. Carbon. 43, 12 (2005): 2628-2630.

Soler-Illia, G.J.d.A.A. and others. Block copolymer-templated mesoporous oxides. Current Opinion in Colloid & Interface Science. 8, 1 (2003): 109-126.

Tanaka, S. and others. Synthesis of ordered mesoporous carbons with channel structure from an organic-organic nanocomposite. Chemical Communications. 16 (2005): 2125-2127.

Tang, Z. and others. Effect of surfactant on the pore structure of mesoporous carbon. Microporous and Mesoporous Materials. 111, 1-3 (2008): 48-54.

Vengatesan, S. and others. High dispersion platinum catalyst using mesoporous carbon support for fuel cells. Electrochimica Acta. 54, 2 (2008): 856-861.

Wei, W. and others. Preparation of supported carbon molecular sieve membrane from novolac phenol-formaldehyde resin. Journal of Membrane Science. 303, 1-2 (2007): 80-85.

Yamamoto, T. and others. Control of mesoporosity of carbon gels prepared by sol-gel polycondensation and freeze drying. Journal of Non-Crystalline Solids. 2001. 288, 1-3 (2001): 46-55.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การหาค่าปริมาณโลหะทรานซิชันที่เติมคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก โดยเทียบน้ำหนักโลหะต่อน้ำหนักคาร์บอนทั้งหมดที่สังเคราะห์ได้ในแต่ละสภาวะต่างๆ ซึ่งน้ำหนักคาร์บอนทั้งหมดสามารถประมาณค่าได้จาก ปริมาณคาร์บอนที่มีอยู่ในสารตั้งต้นรวมกับปริมาณคาร์บอนที่อยู่ใน Pluronic F127 ซึ่งมีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

1. คำนวณหาปริมาณของคาร์บอนที่สังเคราะห์ได้ที่สภาวะการสังเคราะห์ต่างๆ

1.1 คำนวณหาปริมาณคาร์บอนจากรีโซซินอล (R)

รีโซซินอล มีสูตรโมเลกุลคือ $C_6H_4(OH)_2$ และมีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 110 กรัม ซึ่งมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบคิดเป็นร้อยละ 65.45

ที่สภาวะในการสังเคราะห์ ใช้รีโซซินอล 1 โมล เท่ากับ 110 กรัม แต่ในการทดลองใช้เพียง 5.5 กรัม ดังนั้น 5.5 กรัมของรีโซซินอล มีคาร์บอนอยู่ เท่ากับ 3.60 กรัม

1.2 คำนวณหาปริมาณคาร์บอนจากฟอร์มอลดีไฮด์ (F)

ฟอร์มอลดีไฮด์ มีสูตรโมเลกุล คือ CH_2O และมีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 30.03 กรัม ซึ่งมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ คิดเป็นร้อยละ 40

ที่สภาวะในการสังเคราะห์ ใช้ฟอร์มอลดีไฮด์ 1 โมล เท่ากับ 30.03 กรัม แต่ในการทดลองใช้เพียง 1.5 กรัม ดังนั้น 1.5 กรัมของฟอร์มอลดีไฮด์ มีคาร์บอนอยู่ 0.60 กรัม ในทำนองเดียวกัน ฟอร์มอลดีไฮด์ 1.4 โมล มีคาร์บอนอยู่ 0.84 กรัม และที่ฟอร์มอลดีไฮด์ 2 โมล มีคาร์บอนอยู่ 1.20 กรัม

1.3 คำนวณหาปริมาณคาร์บอนจาก Pluronic F127

Pluronic F127 มีสูตรโมเลกุล คือ $PEO_{100}PPO_{46}PEO_{100}$ โดยมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 12,600 กรัม ซึ่งมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบคิดเป็นร้อยละ 51.24

ที่สภาวะในการสังเคราะห์ ใช้ Pluronic F127 0.0027 โมล เท่ากับ 34.02 กรัม ในการทดลองใช้คิดเป็น 1.70 กรัม ดังนั้น 1.70 กรัมของ Pluronic F127 มีคาร์บอนอยู่ 00.874 กรัม

ดังนั้น ปริมาณคาร์บอนที่อัตราส่วนโดยโมลระหว่าง R/F เท่ากับ 1:1 คือ 5.072 กรัม

ปริมาณคาร์บอนที่อัตราส่วนโดยโมลระหว่าง R/F เท่ากับ 1:1.4 คือ 5.344 กรัม

ปริมาณคาร์บอนที่อัตราส่วนโดยโมลระหว่าง R/F เท่ากับ 1:2 คือ 5.072 กรัม

2. คำนวณหาปริมาณของโลหะทรานซิชันที่ร้อยละ 5 และ 10 โดยน้ำหนัก

คำนวณหาปริมาณโลหะทรานซิชันที่อัตราส่วนโดยโมลระหว่าง R/F เท่ากับ 1:1

โลหะนิกเกิลที่เติมลงไปอยู่ในรูปของนิกเกิล อะซิเทต ซึ่งมีสูตรโมเลกุลคือ $Ni(CH_3CO_2)_2{\cdot}4H_2O$ โดยมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 248.84 กรัม ดังนั้นจึงมีนิกเกิลเป็นองค์ประกอบคิดเป็นร้อยละ 24

ปริมาณคาร์บอนที่อัตราส่วนโดยโมลระหว่าง R/F เท่ากับ 1:1 คือ 5.072 กรัม ซึ่งต้องการเติมโลหะนิกเกิลร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ดังนั้นต้องเติมโลหะนิกเกิล เท่ากับ 0.2536 กรัม และคิดอยู่ในรูปของสารประกอบอะซิเทต เท่ากับ 1.075 กรัม

สำหรับโลหะนิกเกิลและโลหะเหล็กที่สภาวะอื่นๆ สามารถคำนวณได้ในวิธีเดียวกันกับวิธีข้างต้น ซึ่งสามารถคำนวณหาปริมาณของโลหะทรานซิชันที่ร้อยละ 5 และ 10 โดยน้ำหนักที่สภาวะต่างๆ โดยสรุปตามตารางที่ ก-1

ตารางที่ ก-1 ปริมาณของโลหะทรานซิชันนิกเกิลและเหล็กที่ร้อยละ 5 และ 10 โดยน้ำหนักที่สภาวะต่างๆ

สภาวะการสังเคราะห์	ปริมาณโลหะนิกเกิล (ร้อยละโดยน้ำหนัก)		ปริมาณโลหะเหล็ก (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	
	ร้อยละ 5	ร้อยละ 10	ร้อยละ 5	ร้อยละ 10
อัตราส่วนโดยโมลระหว่างR/F เท่ากับ 1:1	1.075	2.150	0.794	1.589
อัตราส่วนโดยโมลระหว่าง R/F เท่ากับ 1:1.4	1.133	2.266	0.837	1.674
อัตราส่วนโดยโมลระหว่าง R/F เท่ากับ 1:2	1.202	2.405	0.888	1.776

ตารางที่ ก-2 แสดงค่าความเป็นกรด-เบสเริ่มต้นของการสังเคราะห์ที่สภาวะต่างๆ

เงื่อนไขในการสังเคราะห์	ค่าความเป็นกรด-ด่าง หลังเติม Pluronic F127	ค่าความเป็นกรด-ด่าง หลังเติมโลหะ อะซิเทต	ค่าความเป็นกรด-ด่าง หลังโซเดียมไฮดรอกไซด์
1:1-C	8.62	-	11.63
1:1-C-Ni(5)	8.62	6.75	10.82
1:1-C-Ni(10)	8.62	6.47	10. 27
1:1-C-Fe(5)	8.62	6.61	10.79
1:1-C-Fe(10)	8.62	6.52	10. 32
1:1.4-C	7.30	-	11.27
1:-1.4C-Ni(5)	7.30	6.34	10.47
1:1.4-C-Ni(10)	7.30	5.81	9.84
1:1.4-C-Fe(5)	7.30	6.29	10.23
1:1.4-C-Fe(10)	7.30	5.76	9.47
1:2-C	5.41	-	10.08
1:2-C-Ni(5)	5.41	4.94	9.43
1:2-C-Ni(10)	5.41	4.65	9.18
1:2-C-Fe(5)	5.41	5.06	9.62
1:2-C-Fe(10)	5.41	4.43	8.74

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

. นางสาวหิรัญญา คุ้มไข่น้ำ เกิดเมื่อวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2528 เข้าศึกษาระดับมัธยมศึกษาที่โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ในปีการศึกษา 2549 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมมหาบัณฑิตที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550