

บรรณานุกรม

1. “กรมศุลกากรสถิติการนำเข้าส่งออก” 2554. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.customs.go.th/Statistic/Index.jsp>. (12 สิงหาคม 2554).
2. “Drinking Water Resources: Activated carbon filters” 2554. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.cyber-nook.com/water/p-filters-ac.htm>. (12 สิงหาคม 2554).
3. “ไม้ไผ่” 2554. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.culture.go.th/knowledge/story/bamboo/bamboo.html> (12 สิงหาคม 2554).
4. “ไผ่รวก” 2554. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://203.114.105.84/virtual/Physicals/www.thaimedicinalplant.com/popup/pairuak.html> (12 สิงหาคม 2554).
5. Thomas, P. W. Applied Pyrolysis Handbook. Oxford : CDS Analytical Inc. 1995.
6. Leider, J. Plastic Waste, Recovery of Economic Value. 1st ed. New York : Marcel Dekker, Inc. 1981.
7. ทิพย์นภา วงศ์สดี และ นลินี ชัยมงคล, รายงานปัญหาพิเศษ, วิทยาศาสตร์บัณฑิต, สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2545.
8. Caballero, J. Al., Front, R., Marcilla, A., and Conesa, J. A. Characterization of sewage sludge by primary and secondary pyrolysis. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 1997, 40-41: 433-450.
9. Inguanzo, M., Dominguez, A., Menendez, J. A., Blanco, C. G., and Pis, J. J. On pyrolysis of sewage sludge : the influence of pyrolysis conditions on solid, liquid and gas fractions. Journal of analytical and Applied Pyrolysis. 2002, 63: 209-22.

10. สมพร ภวการคำดี และสมชาย อุดมประเสริฐกุล. รายงานการวิจัยเรื่อง การไฟโรไลซิส พลาสติกเหลือใช้, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ปี การศึกษา 2526.
11. เพียรพรรค ทศพร “การเตรียมถ่านกัมมันต์จากยางที่เหลือทิ้งโดยการกระตุ้นด้วยซิงค์คลอไรด์” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2535.
12. นภารัตน์ จิวาลักษณ์ “การเตรียมและวัดสมบัติถ่านกัมมันต์จากถ่านหินลิกไนต์โดยวิธีการกระตุ้นทางกายภาพและทางเคมี” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 2545.
13. ปรินทร เต็มญารศิริป “การเตรียมและการวิเคราะห์คุณสมบัติเฉพาะของถ่านกัมมันต์จาก ไม้ตองและไม้หมาจู” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2551.
14. อนุสรณ์ ดิษฐสุวรรณค์ ณรงค์ศักดิ์ อินถานนท์ และมารุต วิชา. รายงานปัญหาพิเศษ, วิทยาศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 2541.
15. มานพ ศิระรัตนสมโภช “การกำจัดตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยถ่านกัมมันต์จากขี้เลื่อย” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2545.
16. วิจิตร จินดาพันธ์ไพโรจน์ “การเตรียมถ่านกัมมันต์จากไม้ยูคาลิปตัส *Euacalyptus camalduensis* Dehnh.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.
17. ณัฐยา พุนสุวรรณ “การเตรียมและวัดสมบัติถ่านกัมมันต์จากถ่านหินลิกไนต์และชานอ้อย โดยวิธีการกระตุ้นทางเคมี” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 2545.



18. พลัญญ์ โสภณากิจโกศล “การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวเพื่อใช้ในการดูดซับโลหะโครเมียม (VI)” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2544.
19. รวินทร์ สุทธะนันท์ และโกวิทย์ ปิยะมั่งคณา “จลนศาสตร์และเทอร์โมเคมีการดูดซับเมทิลีนบลูโดยใช้เกล็ดคัดแปรไคนามิกส์การดูดซับ” วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2554, 21: 337-348.
20. ศาวิตรี จันทราบุรุษ วรรณรัก นพเจริญกุล และธราพงษ์ วิทิตศาสตร์. “ถ่านกัมมันต์จากก้านทะลายปาล์มน้ำมันและการดูดซับเชื้อ *Escherichia coli*” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2548.
21. Hameed, B., Din, A., and Ahmad, A. Adsorption of methylene blue onto bamboo-based activated carbon : Kinetic and equilibrium studies. *Journal of Hazardous Materials*. 2006, 141: 819-825.
22. Hussein, M., Zainal, Z., Ibrahim, R., and Kheong, K. K. The preparation of activated carbons from chips of oil palm trunk catalysed by Zn2/C02 : surface area and porosity studies. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 1995, 64: 35-40.
23. Kannan, N., and Sundaram, M. Kinetics and mechanism of removal of methylene blue by adsorption on various carbons-a comparative study. *Dyes Pigments*. 2001, 51: 25-40.
24. Lua, A. C., Yang, T., and Guo, J. Effect of pyrolysis condition on the properties of activated carbon prepared from pistachio nut shells. *Journal of analytical and applied pyrolysis*. 2004, 72: 279-287.
25. Schröder, E., Khomasuske, K., Weber, C., Hornung, A., and Tumiatto, V. Experiments on the generation of activated carbon from biomass. *Journal of analytical and applied pyrolysis*. 2007, 79: 106-111.

26. Williams, T., and Reed, R. Development of activated carbon pore structure via physical and chemical activation of biomass fiber waste. *Biomass & Bioenergy*. 2006, 30: 144-152.
27. Phunsiri, H., Tongpoothorn, W., Sriuttha, M., and Chanthai, S. Preparation of activated carbon derived from *Jatropha curcas* fruit shell by simple thermo-chemical activation and characterization of their physic-chemical properties. *Chemical Engineering Research and Design*. 2011, 89: 335-340.
28. Benadjemia, M., Milliere, L., Reinert, L., Benderdouche, N., and Duclaux, L. Preparation characterization and methylene blue adsorption of phosphoric acid activated carbons from globe artichoke leaves. *Fuel Processing Technology*. 2011, 92: 1203-1212.
29. Bestani, B., Benderdouche, N., Belhakem, B., and Addou, A. Methylene blue and iodine adsorption onto an activated desert plant. *Bioresource Technology*. 2008, 99: 8441-8444.
30. Kumar, B. G. P., Shivakamy, K., Miranda, L. R., and Velan, M. Preparation of steam activated rubberwood sawdust (*Hevea brasiliensis*) and its adsorption kinetics. *Journal of Hazardous Materials*. 2006, B136: 922-929.
31. Li, H. W., Yue, Y. Q., Gao, X. J., Wang, X. J., Qi, W. Y. F., Zhao, Y. Q., and Li, Y. J. Preparation of sludge-based activated carbon made from paper mill sewage sludge by steam activation for dye wastewater treatment. *Desalination*. 2011, 278: 179-185.
32. Sun, K., and Jiang, J. C. Preparation and characterization of activated carbon from rubber-seed shell by physical activation with steam. *Biomass & Bioenergy*. 2010, 34: 539-544.

33. Hernandez, J. R., Capareda, S. C., and Aquino, F. L. Activated carbon production from pyrolysis and steam activation of cotton gin trash. Beltwide Cotton Conferences. 2001. 9-12: 1494-1499.
34. ทศพล ถาวรยสนนท์ “การปลดปล่อยสารมลพิษในแก๊สเผาไหม้และในเถ้าจากการเผาไหม้ลิกไนต์ในปฏิกรณ์แบบฟลักซ์เบด” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2550.
35. Yavuz, I. and Aydin, A.H. New method for measurement of surface areas of microleakage at the primary teeth by biomolecule characteristics of methylene blue. Biotechnol & Biotechnol. 2005: 181-187.
36. สุรัชย์ สุวรรณแสงชูโต “การเตรียมถ่านกัมมันต์จากต้นปาล์มน้ำมัน โดยการกระตุ้นด้วยไอน้ำร้อนขุดยั้งในฟลูอิดไคซ์เบด.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2542.
37. Badie, S. G, Laila, B. K., and Tarek, A. M. Porosity development in carbons derived from olive oil mill residue under steam pyrolysis, Journal of Porous Materials. 2002, 9: 105-113.
38. ASTM. Standard Test Method for Moisture of Particulate Wood Fuels, Designation: E 871-82. Annual Book of ASTM Standards. 2002, 11.05: 220-221.
39. ASTM. Standard Test Method for Chemical Analysis of Wood Charcoal: D 1762-84. Annual Book of ASTM Standards. 2002, 04.10: 290-291.
40. Lab Direction Fuel Analysis Laboratory 209332.
41. ASTM. Standard Test Method for Moisture in Activated Carbon: D 2867-99. Annual Book of ASTM Standards. 2002, 15.01: 801-803.

42. ASTM. Standard Test Method for Total Ash Content of Activated Carbon: D 2866-94. Annual Book of ASTM Standards. 2002, 15.01: 799-800.
43. JIS. Japanese Industrial Standard for Fundamental Characteristic Part 1 : Determination of Iodine Adsorption Number JIS K6217-1. 2001, 1-47.
44. "Methylene blue." 2551. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://en.wikipedia.org/wiki/Methylene_blue (12 สิงหาคม 2554).
45. "Methyl orange." 2551. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://en.wikipedia.org/wiki/Methyl_orange (12 สิงหาคม 2554).
46. ASTM. Standard Test Method for Density of Activated Carbon: C 2854-89. Annual Book of ASTM Standards. 1996, 11.05: 491-493.

ภาคผนวก

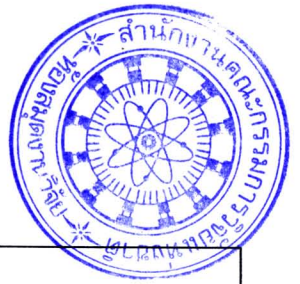
ภาคผนวก ก

การทดสอบอุณหภูมิของเตาปฏิกรณ์แบบเบดนิ่ง

ผลการทดลองการตั้งอุณหภูมิเตาปฏิกรณ์แบบเบดนิ่งไว้ที่อุณหภูมิ 400, 500 และ 600 องศาเซลเซียส โดยใช้อัตราการให้ความร้อน 10 องศาเซลเซียสต่อนาที แสดงในตาราง ก-1 และรูป ก-1

ตาราง ก-1 ผลการทดลองที่ตั้งอุณหภูมิเตาปฏิกรณ์แบบเบดนิ่งไว้ที่อุณหภูมิ 400, 500 และ 600 องศาเซลเซียส โดยใช้อัตราการให้ความร้อน 10 องศาเซลเซียสต่อนาที

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	400	500	600
0.00	28	31	25
1.00	28	33	25
2.00	30	35	26
3.00	33	38	30
4.00	39	47	37
5.00	45	65	50
6.00	58	87	68
7.00	75	118	98
8.00	95	146	127
9.00	116	170	156
10.00	135	181	172
11.00	149	187	182
12.00	160	194	187
13.00	168	211	190
14.00	173	217	190
15.00	179	219	190



ตาราง ก-1 (ต่อ)

เวลา (นาทีก)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	400	500	600
16.00	183	220	193
17.00	191	222	201
18.00	199	228	214
19.00	207	240	224
20.00	217	251	237
21.00	227	258	254
22.00	236	263	263
23.00	246	270	273
24.00	255	273	281
25.00	265	277	288
26.00	273	280	295
27.00	281	288	304
28.00	290	296	314
29.00	299	305	324
30.00	310	314	334
31.00	316	322	347
32.00	326	331	357
33.00	335	341	362
34.00	346	352	369
35.00	354	361	377
36.00	362	371	386
37.00	373	382	398
38.00	381	392	408
39.00	390	402	418

ตาราง ก-1 (ต่อ)

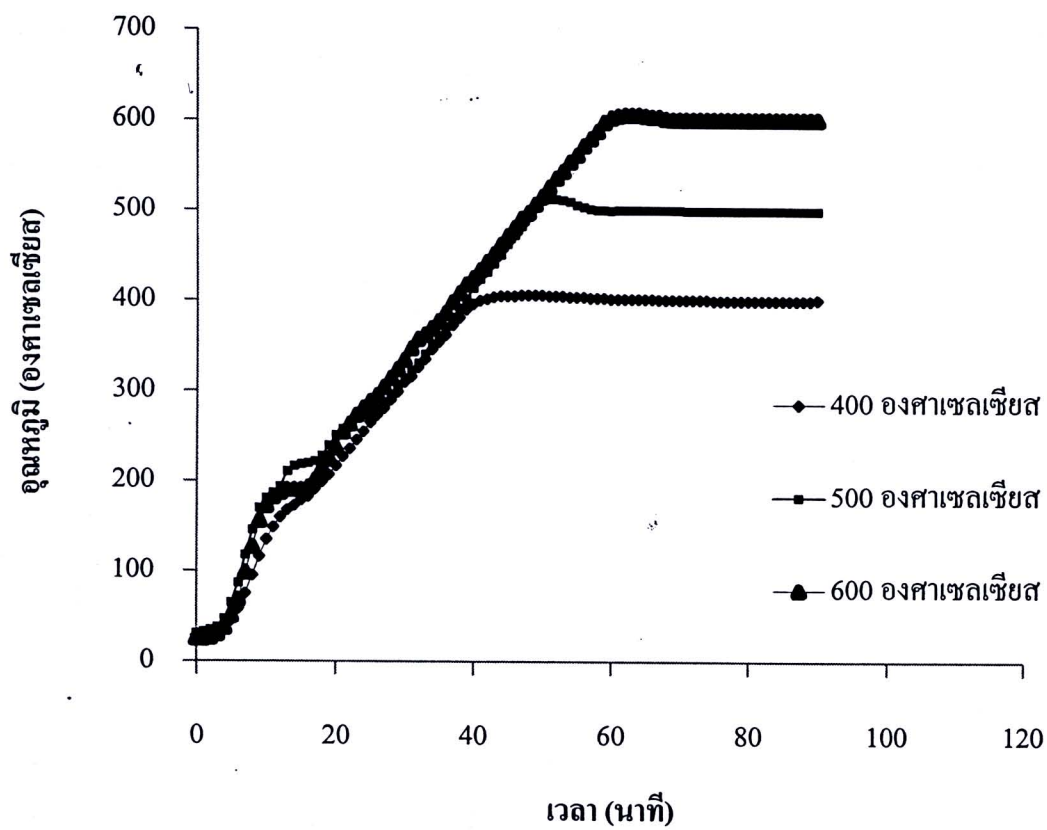
เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	400	500	600
40.00	396	414	425
41.00	400	424	434
42.00	402	432	443
43.00	404	441	452
44.00	405	451	462
45.00	405	463	472
46.00	405	473	481
47.00	406	483	491
48.00	406	493	498
49.00	406	503	507
50.00	406	511	516
51.00	405	513	526
52.00	405	513	536
53.00	405	512	544
54.00	404	510	554
55.00	404	506	562
56.00	404	504	572
57.00	403	502	580
58.00	403	501	588
59.00	403	501	598
60.00	402	500	603
61.00	402	501	605
62.00	402	501	606
63.00	402	501	606

ตาราง ก-1 (ต่อ)

เวลา (นาทีก)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	400	500	600
64.00	402	501	606
65.00	402	501	605
66.00	402	501	604
67.00	401	501	604
68.00	401	501	602
69.00	401	501	601
70.00	401	501	601
71.00	401	500	601
72.00	401	500	601
73.00	401	500	601
74.00	401	500	601
75.00	400	500	601
76.00	400	500	601
77.00	400	500	601
78.00	400	500	601
79.00	400	500	601
80.00	400	500	601
81.00	400	500	601
82.00	400	500	601
83.00	400	500	601
84.00	400	500	601
85.00	400	500	601
86.00	400	500	601
87.00	400	500	601

ตาราง ก-1 (ต่อ)

เวลา (นาทื)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	400	500	600
88.00	400	500	601
89.00	400	500	601
90.00	401	500	601



รูป ก-1 กราฟมาตรฐานอุณหภูมิของเตาปฏิกรณ์แบบเบดนิ่งที่อุณหภูมิ 400, 500, 600 องศาเซลเซียส โดยใช้อัตราการให้ความร้อน 10 องศาเซลเซียสต่อนาที

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์แบบประมาณของไผ่รวก

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการหาค่าการดูดซับไอโอดีนตามขนาดอนุภาคที่ศึกษา คือ <0.25, 0.25-0.50 และ 0.50-0.75 มิลลิเมตร ไม่ได้ทำการบดขนาดให้มีขนาดตามมาตรฐาน ASTM คือ น้อยกว่า 60 mesh

1. การวิเคราะห์แบบประมาณกลุ่มสารตามมาตรฐาน ASTM E870-82

1) วิธีหาค่าความชื้น⁽³⁸⁾

1. อบด้วยกระเบื้องทนความร้อนที่อุณหภูมิ 103 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องทนความร้อนที่ทราบน้ำหนักแล้วนำไปอบในเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 103 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น
3. ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างหลังอบ คำนวณหาปริมาณความชื้นเป็นร้อยละดังนี้

$$\text{ร้อยละความชื้น} = \frac{(\text{น.น.ของตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น.น.ของตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น.น.ของตัวอย่างก่อนอบ}}$$

2) วิธีวิเคราะห์ค่าสารระเหย⁽⁴⁰⁾

วิธีวิเคราะห์ปริมาณสารระเหยในไผ่รวกตาม Fuel Analysis Laboratory 209332 มีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

- ชั่งถ้วยกระเบื้องทนความร้อนและบันทึกน้ำหนักที่คงที่ไว้
- ชั่งตัวอย่างไผ่รวกประมาณ 1 กรัม ให้มีความระเหยได้ถึงทศนิยม 4 ตำแหน่งในถ้วยกระเบื้องทนความร้อนพร้อมฝาปิดที่อบแห้งและรู้น้ำหนักที่แน่นอนแล้ว
- อบแห้งตัวอย่างในเตาอบที่อุณหภูมิ 900 ± 10 °C องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที

* เนื่องจากว่าในการทดลองไม่มีเตาที่ตรงตาม ASTM จึงทำการทดลองตาม Lab Direction ของรายวิชา 209332 Fuel Analysis Laboratory

$$\text{ร้อยละสารระเหย} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}$$

3) วิธีหาปริมาณเก่า⁽³⁸⁾

1. เผาด้วยกระเบื้องทนความร้อนพร้อมฝาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปล่องทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

2. ชั่งสารตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องทนความร้อน ที่รู้น้ำหนักแล้ว นำไปเผาในเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วเผาต่อที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำออกมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักเก่า

3. คำนวณปริมาณเก่าในตัวอย่าง

$$\text{ร้อยละเก่า} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา}}$$

4) วิธีหาค่าคาร์บอนคงตัว

ปริมาณคาร์บอนคงตัวในสารตัวอย่างคำนวณจาก

$$\text{ปริมาณคาร์บอนคงตัว} = 100 - \text{ร้อยละความชื้น} - \text{ร้อยละเก่า} - \text{ร้อยละสารระเหย}$$

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์แบบประมาณของถ่านไม้ไฟ

1. วิธีวิเคราะห์หาค่าความชื้น

วิธีวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในถ่านไม้ไฟตามวิธี ASTM D 1762-84⁽³⁹⁾ มีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

- เฝาด้วยกระเบื้องที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น

- ชั่งตัวอย่างถ่านไม้ไฟประมาณ 1 กรัม ให้มีความละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่งในถ้วยกระเบื้องทนความร้อนพร้อมฝาปิดที่อบแห้งและรู้น้ำหนักที่แน่นอนแล้ว (A)

- อบแห้งตัวอย่างในเตาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้เย็นในหม้อดูดความชื้น ชั่งและบันทึกน้ำหนักที่ได้หลังอบ (B)

$$\text{ความชื้น (ร้อยละ โดยน้ำหนัก)} = [(A-B)/A] \times 100$$

2. วิธีวิเคราะห์ค่าสารระเหย

วิธีวิเคราะห์ปริมาณสารระเหยในถ่านไม้ไฟตาม Fuel Analysis Laboratory 209332⁽⁴⁰⁾ มีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

- ชั่งด้วยกระเบื้องทนความร้อนและบันทึกน้ำหนักที่คงที่ไว้

- ชั่งตัวอย่างถ่านไม้ไฟประมาณ 1 กรัม ให้มีความละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่งในถ้วยกระเบื้องทนความร้อนพร้อมฝาปิดที่อบแห้งและรู้น้ำหนักที่แน่นอนแล้ว

- อบแห้งตัวอย่างในเตาอบที่อุณหภูมิ $900 \pm 10^\circ\text{C}$ องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที

* เนื่องจากว่าในการทดลองไม่มีเตาที่ตรงตาม ASTM จึงทำการทดลองตาม Lab Direction ของรายวิชา 209332 Fuel Analysis Laboratory

$$\text{ร้อยละสารระเหย} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}$$

3. วิธีวิเคราะห์ค่าเก่า

วิธีวิเคราะห์ปริมาณเก่าในถ่านไม้ไผ่ตามวิธี ASTM D 1762-84 ⁽³⁹⁾ มีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

- ทำการให้ความร้อนกับถ้วยกระเบื้องพร้อมฝาปิดตัวอย่างที่ใช้ในการสารระเหยในขั้นตอนที่ 2 ในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในหม้อดูดความชื้น
- ชั่งและบันทึกน้ำหนักที่ได้ของตัวอย่างหลังอบเผา (D)
- คำนวณหาค่าเก่าดังนี้
 เก่า (ร้อยละ โดยน้ำหนัก) = $(D/B) \times 100$

4. วิธีหาค่าการบ่อนคงตัว

ปริมาณการบ่อนคงตัวในสารตัวอย่างคำนวณจาก

ปริมาณการบ่อนคงตัว = $100 - \text{ร้อยละความชื้น} - \text{ร้อยละเก่า} - \text{ร้อยละสารระเหย}$

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ปริมาณกลุ่มสารของถ่านกัมมันต์

1. วิธีวิเคราะห์หาค่าความชื้น

วิธีวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในถ่านกัมมันต์ตามวิธี ASTM D 2867-99 ⁽⁴¹⁾ มีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

- เฝาด้วยกระเบื้องที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น
- ชั่งถ้วยกระเบื้องทนความร้อนและบันทึกน้ำหนักที่คงที่ไว้ (B)
- ชั่งตัวอย่างถ่านกัมมันต์ประมาณ 1 กรัม ให้มีความละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่งในถ้วยกระเบื้องทนความร้อนพร้อมฝาปิดที่อบแห้งและรู้น้ำหนักที่แน่นอนแล้ว (C)
- อบแห้งตัวอย่างในเตาอบที่อุณหภูมิ 145-155 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 3 ชั่วโมง) ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (D) และคำนวณความชื้นจากสูตร

$$\text{ความชื้น (ร้อยละ โดยน้ำหนัก)} = [(C-D)/(C-B)] \times 100$$

โดยที่ B คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องพร้อมฝาปิด (กรัม)

C คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องพร้อมฝาปิดรวมกับน้ำหนักถ่านกัมมันต์ (กรัม)

D คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องพร้อมฝาปิดรวมกับน้ำหนักถ่านกัมมันต์หลังอบแห้ง (กรัม)

2. วิธีวิเคราะห์ค่าสารระเหย

วิธีวิเคราะห์ปริมาณสารระเหยในถ่านกัมมันต์ตาม Fuel Analysis Laboratory 209332 ⁽⁴⁰⁾ มีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

- ชั่งถ้วยกระเบื้องทนความร้อนและบันทึกน้ำหนักที่คงที่ไว้
- ชั่งตัวอย่างถ่านกัมมันต์ประมาณ 1 กรัม ให้มีความละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่งในถ้วยกระเบื้องทนความร้อนพร้อมฝาปิดที่อบแห้งและรู้น้ำหนักที่แน่นอนแล้ว
- อบแห้งตัวอย่างในเตาอบที่อุณหภูมิ $900 \pm 10^\circ\text{C}$ องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที

$$\text{ร้อยละสารระเหย} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}$$

* เนื่องจากว่าในการทดลองไม่มีเตาที่ตรงตาม ASTM จึงทำการทดลองตาม Lab Direction ของ รายวิชา 209332 Fuel Analysis Laboratory

3. วิธีวิเคราะห์ค่าเถ้า

วิธีวิเคราะห์ปริมาณเถ้าในถ่านกัมมันต์ตามวิธี ASTM D 2866-94 ⁽⁴²⁾ มีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

- เผาด้วยกระบือที่อุณหภูมิ 650 ± 25 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่แล้วปล่อยให้เย็นใน โถดูดความชื้น
- ชั่งด้วยกระบือที่อุณหภูมิและความร้อนและบันทึกน้ำหนักที่คงที่ไว้ (B)
- ชั่งตัวอย่างถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการอบแห้งแล้วที่อุณหภูมิ 150 ± 5 องศาเซลเซียส ใส่ในด้วย กระบือที่อุณหภูมิให้มือน้ำหนักประมาณ 1 กรัม ให้มีความระเหิดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่งในด้วย กระบือที่อุณหภูมิพร้อมฝาปิดที่อบแห้งและรู้น้ำหนักที่แน่นอนแล้ว (C)
- นำไปเผาที่อุณหภูมิ 650 ± 25 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 3-16 ชั่วโมง)
- นำออกจากเตาเผาแล้วทิ้งให้เย็นใน โถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนัก (D) และคำนวณค่าเถ้า จากสูตร

$$\text{เถ้า (ร้อยละ โดยน้ำหนัก)} = [(D-B)/(C-B)] \times 100$$

โดยที่ B คือ น้ำหนักของด้วยกระบือพร้อมฝาปิด (กรัม)

C คือ น้ำหนักของด้วยกระบือพร้อมฝาปิดรวมกับน้ำหนักถ่านกัมมันต์ (กรัม)

D คือ น้ำหนักของด้วยกระบือพร้อมฝาปิดรวมกับน้ำหนักถ่านกัมมันต์หลังจากให้ความร้อน (กรัม)

4. วิธีหาค่าคาร์บอนคงตัว

ปริมาณคาร์บอนคงตัวในสารตัวอย่างคำนวณจาก

$$\text{ปริมาณคาร์บอนคงตัว} = 100 - \text{ร้อยละความชื้น} - \text{ร้อยละเถ้า} - \text{ร้อยละสารระเหย}$$

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์หาค่าความร้อนและปริมาณแคลอรีของไฟรเวก

ทำการ Standardized calorimeter เพื่อหา Energy equivalent of calorimeter โดยใช้กรดเบนโซอิก (Benzoic acid) ทำการทดลองเหมือนการหาค่าความร้อนทุกประการ

$$W = \frac{Hm + e_1 + e_2}{t}$$

เมื่อ W = energy equivalent of calorimeter (แคลอรีต่อองศาเซลเซียส)

H = ค่าความร้อนในการเผาไหม้ของสารมาตรฐานกรดเบนโซอิก (2,440 แคลอรีต่อกรัม)

m = มวลของสารมาตรฐานกรดเบนโซอิกที่ใช้ (กรัม)

t = ค่าแก้ไขของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (องศาเซลเซียส)

e_1 = ค่าแก้ไขสำหรับความร้อนในการเกิดของ HNO_3

e_2 = ค่าแก้ไขสำหรับความร้อนในการเผาไหม้ของลวด (2.3 แคลอรี/เซนติเมตร), (แคลอรี)

ข้อมูลที่เก็บได้มีดังนี้

a = เวลาที่เริ่มกดปุ่ม Ignition

b = เวลาที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 60 ของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทั้งหมด

(ละเอียดถึง 0.01 องศาเซลเซียส)

c = เวลาอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะคงที่ (หลังจากการเผาไหม้แล้ว)

t_a = อุณหภูมิที่เวลา a

t_c = อุณหภูมิที่เวลา c

r_1 = อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ (องศาเซลเซียสต่อนาที) ภายใน 5 นาทีก่อนการเผาไหม้

r_2 = อัตราการลดลงของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียสต่อนาที) หลังจาก 5 นาที หลังเวลา c

(ถ้าหลังเวลา c ไปแล้วอุณหภูมิมีการเพิ่มขึ้นอีกก็ให้ลบค่า $r_2(c-b)$ ออกจากค่า t แทนที่

จะใช้การบวก)

c_1 = มิลลิลิตรของ 0.0725 N Na_2CO_3 ที่ใช้ในการไตเตรท

c_2 = เปอร์เซนต์ของสารกัมมันต์ในสารตัวอย่าง

c_3 = เซนติเมตรของลวดที่ถูกเผาไหม้

W = Energy equivalent of calorimeter ซึ่งหาได้จากการ Standardized

m = มวลของสารตัวอย่าง (กรัม)

Corrected temperature rise (t)

$$t = t_c - t_a - r_1(b - a) + r_2(c - b)$$

ถ้าหลังจากเวลา c แล้วอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอีก ให้คำนวณดังนี้

$$t = t_c - t_a - r_1(b - a) - r_2(c - b)$$

Thermo chemical corrections

1. ถ้าใช้ 0.0725 N Na_2CO_3 แล้ว $c_1 = e_1 =$ ค่าแก้ไขสำหรับความร้อนในการเกิด HNO_3 (แคลอรี) ถ้าไม่ได้ใช้ 0.0725 N ต้องคิดเทียบเป็น 0.0725N Na_2CO_3 ที่มีลิตรที่ใช้

2. $e_2 =$ ค่าแก้ไขสำหรับความร้อนในการเกิดของ H_2SO_4 (แคลอรี)

$$= f_4(c_2)(m)$$

3. $e_3 =$ ค่าแก้ไขสำหรับความร้อนในการเผาไหม้ของลวด (แคลอรี)

$$= 2.3(c_3)$$

ค่าความร้อนสูงของสารตัวอย่าง

$$W = \frac{tW - e_1 - e_2 - e_3}{m}$$

ร้อยละของกำมะถัน

$$\text{ร้อยละของกำมะถัน} = \frac{\text{น.น. BaSO}_4 \times 13.738}{\text{น.น. สาร}}$$

ตัวอย่างการคำนวณ ค่าความร้อนของไฟร์วีก

ผลการทดลองในการวิเคราะห์หาค่าความร้อนโดยเครื่องบอมบ์แคลอริมิเตอร์ แสดงในตาราง ก-1 แล้วนำข้อมูลที่ได้ในตาราง ง-2 ไปพลอตกราฟ แสดงในรูป ก-1

$$\text{น้ำหนักของไฟร์วีก} = 1.0425 \text{ กรัม}$$

$$\text{ความยาวของลวดก่อนการทดลอง} = 10.00 \text{ เซนติเมตร}$$

ตาราง ค-1 การวิเคราะห์หาค่าความร้อนในการทดลอง

เวลา (นาทีก)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาทีก)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
0.00	28.69	8.00	30.29
1.00	28.69	8.15	30.34
2.00	28.69	8.30	30.37
3.00	28.69	8.45	30.37
4.00	28.69	9.00	30.37
5.00	28.69	9.15	30.38
5.15	28.76	9.30	30.39
5.30	29.42	9.45	30.39
5.45	29.73	10.00	30.40
6.00	29.86	10.15	30.41
6.15	29.96	10.30	30.41
6.30	30.04	10.45	30.41
6.45	30.12	11.00	30.41
7.00	30.19	12.00	30.41
7.15	30.24	13.00	30.41
7.30	30.25	14.00	30.41
7.45	30.27	15.00	30.41

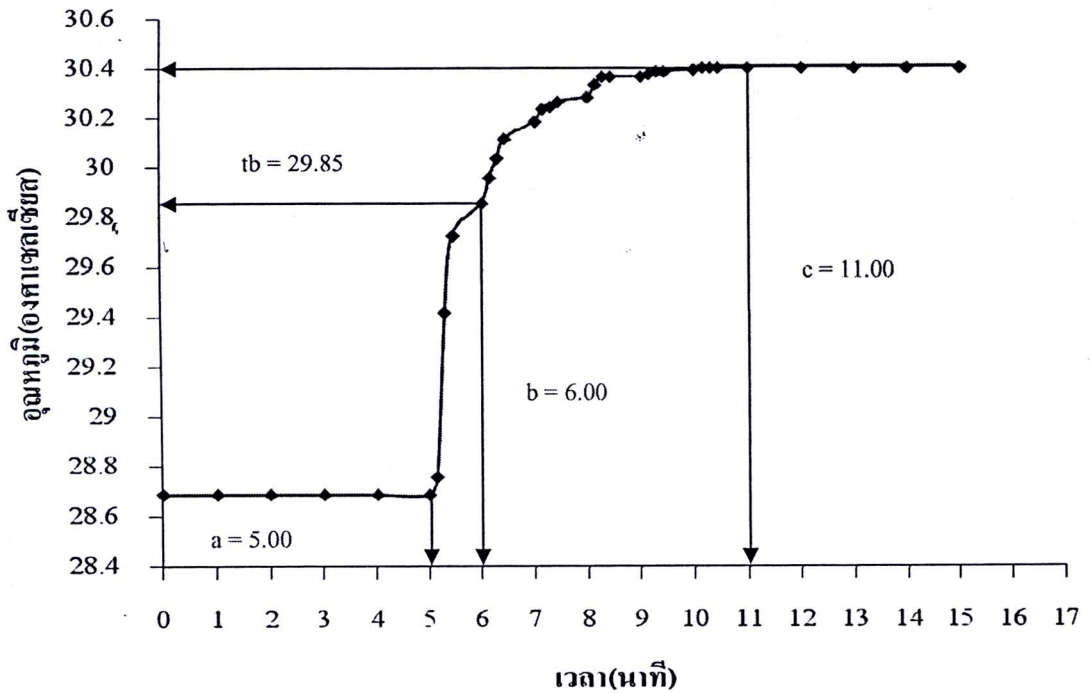


ลวดที่ไม่ถูกเผาไหม้ = 1.74 เซนติเมตร

ลวดที่ถูกเผาไหม้ = 8.26 เซนติเมตร

ปริมาตรของ 0.0725 N Na_2CO_3 ที่ใช้ไป = 1.5 มิลลิลิตร

น้ำหนักตะกอนของ BaSO_4 = 0.005 กรัม



รูป ค-1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงกับเวลาในการทดลองบอมบ์แคลอริมิเตอร์ของไฟร์วีก

สรุปข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากรูป ค-1 แสดงในตาราง ค-2

ภายใน 5 นาทีก่อนการเผาไหม้ จะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น = 28.69-28.69 องศาเซลเซียส

ดังนั้นอัตราการเพิ่มอุณหภูมิ (r_1) = 0 องศาเซลเซียสต่อนาที

หลังจาก 5 นาที หลังเวลา c มีอุณหภูมิ = 30.41-30.41 องศาเซลเซียส

ดังนั้นอัตราการลดลงของอุณหภูมิ (r_2) = 0 องศาเซลเซียสต่อนาที

ค่าร้อยละเซลล์เฟอร์ในตัวอย่างไฟร์วีก

$$\text{ร้อยละเซลล์เฟอร์} = \frac{0.005 \times 13.738}{1.0425} = 0.065$$

ตาราง ค-2 ข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณค่าความร้อนของไผ่รวก

ข้อมูล	ค่าที่ได้	ข้อมูล	ค่าที่ได้
a	5.00 min	c ₁	1.5 ml.
b	6.00 min	c ₂	0.065%S
c	11.00 min	c ₃	8.26
t _a	28.69°C	e ₁	1.5 cal
t _c	30.41°C	e ₂ = 14(c ₂)(m)	0.9487
r ₁	0°C /min	e ₃ = 2.3(c ₃)	19.00
r ₂	0°C /min	W	2,577.18 Cal/°C
t	1.72°C	m	1.0425

1. การคำนวณค่า Corrected temperature rise (t)

$$\begin{aligned}
 t &= t_c - t_a - r_1(b - a) + r_2(c - b) \\
 &= 30.41 - 28.69 - 0(6.0 - 5) + 0(10 - 6.0) = 1.72
 \end{aligned}$$

2. คำนวณค่าความร้อนของไผ่รวก

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{tW - e_1 - e_2 - e_3}{m} \\
 &= \frac{1.7(2,577.18) - 1.5 - 0.9487 - 19.00}{1.0425} \\
 &= 4,231.46 \text{ แคลอรีต่อกรัม}
 \end{aligned}$$

* หมายเหตุ : W = energy equivalent of calorimeter ซึ่งหาได้จากการ standardized สำหรับตัวอย่างอื่นๆ ก็สามารถคำนวณได้ในทำนองเดียวกัน

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์และการคำนวณหาค่าการดูดซับไอโอดีน⁽⁴³⁾

เลขไอโอดีน (Iodine number) หมายถึง จำนวนมิลลิกรัมของไอโอดีนที่ถูกดูดซับไว้โดย ถ่านชาร์หรือถ่านกัมมันต์ของไผ่รวม 1.0000 กรัม โดยตัวเลขไอโอดีน เป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพในการ ดูดซับ โดยถ้าตัวเลขไอโอดีนมีค่ามากการดูดซับก็จะมาก หากเลขไอโอดีนมีค่าน้อยการดูดซับก็มีน้อย ซึ่งค่าเลขไอโอดีนของถ่านกัมมันต์จะต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 600 มิลลิกรัมต่อกรัม

1. การเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

1) การเตรียมละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 mol/l)

1. นำโซเดียมไทโอซัลเฟต 25 กรัม และโซเดียมคาร์บอเนต แอนไฮไดรต 0.2 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น และนำไปปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร ในขวดปรับปริมาตร เก็บไว้เป็นเวลา 2 วัน ก่อนนำมาใช้

2) การเตรียมสารละลายโพแทสเซียมไอโอเดท (KIO_3)

1. นำโพแทสเซียมไอโอเดทประมาณ 2 กรัม ไปอบให้ปราศจากความชื้น ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำไปไว้ในเคซิเคเตอร์ทิ้งไว้ในเย็นก่อนนำมาใช้งาน

2. ชั่งโพแทสเซียมไอโอเดทมาประมาณ 1-1.5 กรัม (บันทึกน้ำหนักเป็นทศนิยม 4 ตำแหน่ง) นำมาละลายด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 250 มิลลิลิตร

3) การเตรียมสารละลายน้ำแป้ง (1% w/v) (ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก)

1. นำแป้งมันมาประมาณ 1 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร (ทิ้งไว้สักครู่)

2. จากนั้นทำการเติมน้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร ให้เดือด

3. เทน้ำแป้งที่เตรียมไว้ลงในน้ำเดือด ค้มต่อไปประมาณ 1 นาที

4. รอให้น้ำแป้งเย็นเท่าอุณหภูมิห้องก่อนนำมาทำการทดลอง

* น้ำแป้ง ควรเตรียมใหม่ทุกครั้งเมื่อจะทำการทดลอง เพราะเตรียมทิ้งไว้น้ำแป้งอาจจะเสียได้

4) การเตรียมสารละลายไอโอดีน (I_2 0.05 mol/l)

1. นำโพแทสเซียมไอโอไดด์ 25 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร (ทิ้งไว้สักครู)
2. นำไอโอดีน 13 กรัม มาละลายด้วยสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ที่เตรียมไว้ จน

ไอโอดีนละลายหมด

3. ทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร และเก็บไว้ในตู้เย็น

* ควรเก็บสารละลายไอโอดีนในขวดสีชาและในตู้เย็น

5) การเตรียมสารละลายกรดกรดซัลฟิวริก

1. เตรียมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร
2. เตรียมกรดซัลฟิวริก 50 มิลลิลิตร
3. เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร และค่อยๆเติมกรด

ซัลฟิวริกอย่างช้าๆจำนวน 50 มิลลิลิตร ตามลงไปอย่างช้าๆและระมัดระวัง

* ในขั้นตอนนี้ควรทำในตู้ดูดควันพิษ (Hood) อย่างระมัดระวังเนื่องจากกรดซัลฟิวริกมีความเข้มข้นสูงอาจเกิดอันตรายได้

2. การคำนวณหาแฟกเตอร์เอฟ (Factor f)

$$\text{สูตร} \quad f = \frac{a \times (b/100) \times (20/250)}{(c-d) \times 0.003567}$$

f = แฟกเตอร์ ของ 0.1 mol/l ($Na_2S_2O_3$)

a = กรัม ของโพแทสเซียมไอโอเดท (KIO_3)

b = % ของโพแทสเซียมไอโอเดท (KIO_3)

c = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$ 0.1 mol/l) ของการไทเตรททั้งหมดหลังจากการเติมน้ำแข็ง (มีการใส่โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2 กรัม)

d = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$ 0.1 mol/l) ของการไทเตรททั้งหมดหลังจากการเติมน้ำแข็ง (ไม่มีการใส่โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI))

1) ขั้นตอนการหาแฟกเตอร์ซี (Factor c)

1. นำสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดต์ 20 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ 250 มิลลิลิตร
2. ใส่โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2 กรัม
3. เติมน้ำกรด กรดซัลฟิวริก 5 มิลลิลิตร
4. ทำการเขย่าในเข้ก้นและนำไปเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 5 นาที
5. เมื่อครบ 5 นาที นำออกมาเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เติมน้ำแข็ง จากนั้นทำการไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต สีจะเปลี่ยนจากสีเหลืองกลายเป็นสีใส
6. ทำการบันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตจะได้ค่าของแฟกเตอร์ซี

(Factor c)

2) ขั้นตอนการแฟกเตอร์ดี (Factor d)

1. นำสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดต์ 20 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ 250 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำกรด กรดซัลฟิวริก 5 มิลลิลิตร
3. ทำการเขย่าในเข้ก้นและนำไปเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 5 นาที
4. เมื่อครบ 5 นาที นำออกมาเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เติมน้ำแข็ง จากนั้นทำการไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต สีจะเปลี่ยนจากสีเหลืองกลายเป็นสีใสเมื่อถึงจุดยุติ
5. ทำการบันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตจะได้ค่าของแฟกเตอร์ดี

(Factor d)

3. การคำนวณหาแฟกเตอร์เอฟฟาม (Factor f')

$$\text{สูตร} \quad f = \frac{K_1 \times f}{20}$$

- K_1 = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 mol/l)
 f = แฟกเตอร์เอฟของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 mol/l)
 f' = แฟกเตอร์เอฟฟามที่มีสารละลายไอโอดีนอยู่ (I_2 0.05 mol/l)

1) ขั้นตอนการหาค่า K_1

1. นำสารละลายไอโอดีน 20 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ เดิมแบ่ง 1 มิลลิลิตร และทำการไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ซึ่งจะเปลี่ยนจากเหลืองเป็นเกือบใสเมื่อถึงจุดยุติ
2. ทำการบันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตจะได้ค่าของ K_1 (ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง)

4. การคำนวณหาความเข้มข้นของไอโอดีนที่เหลือ (Iodine residual concentration (I_N))

$$\text{สูตร } I_N = \frac{K_2 \times f \times 12.69 \times (1000/10)}{1000}$$

I_N = ค่าความเข้มข้นของไอโอดีนที่เหลือ (Iodine residual concentration)

K_2 = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 mol/l)

12.69 = equivalent ของ 1 มิลลิลิตร ของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต

1) ขั้นตอนการหาค่า K_2

1. ชั่งตัวอย่างมา 1.xxxx กรัม ใส่ในขวดสีชาขนาด 100 มิลลิลิตร ที่มีฝาปิด
2. เติมสารละลายไอโอดีน 50 มิลลิลิตร และใส่แท่งแม่เหล็กกวนสาร (Magnetic Bar) ทำการกวนเป็นเวลา 15 นาที
3. จากนั้นทำการกรองเพื่อนำสารละลายที่ได้เติมน้ำแบ่ง แล้วไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ซึ่งจะเปลี่ยนจากเหลืองเป็นเกือบใสเมื่อถึงจุดยุติ
4. ทำการบันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตจะได้ค่าของ K_2 (ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง)

5. การคำนวณหาค่าการดูดซับไอโอดีน (Iodine absorbed amount (I))

$$\text{สูตร } I = \frac{(10 \times f' - K_2 \times f) \times 12.69 \times S}{S}$$

I = ค่าการดูดซับไอโอดีน (Iodine absorbed amount)

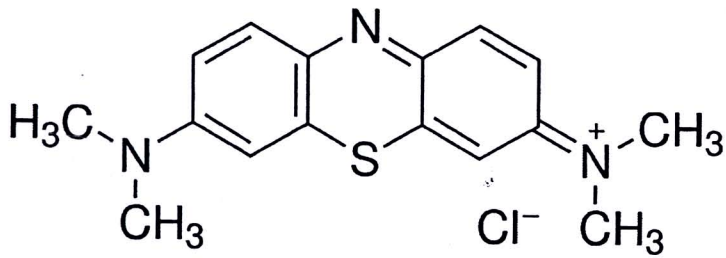
K_2 = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 mol/l)

12.69 = equivalent ของ 1 มิลลิลิตร ของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต

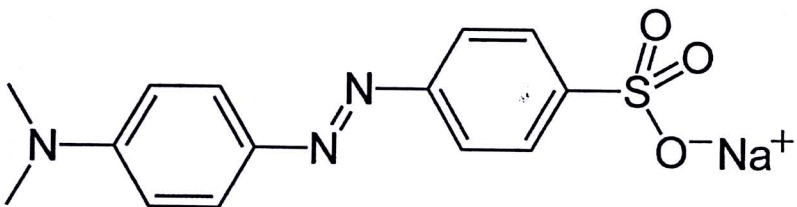
S = ตัวอย่าง (กรัม)

ภาคผนวก ข

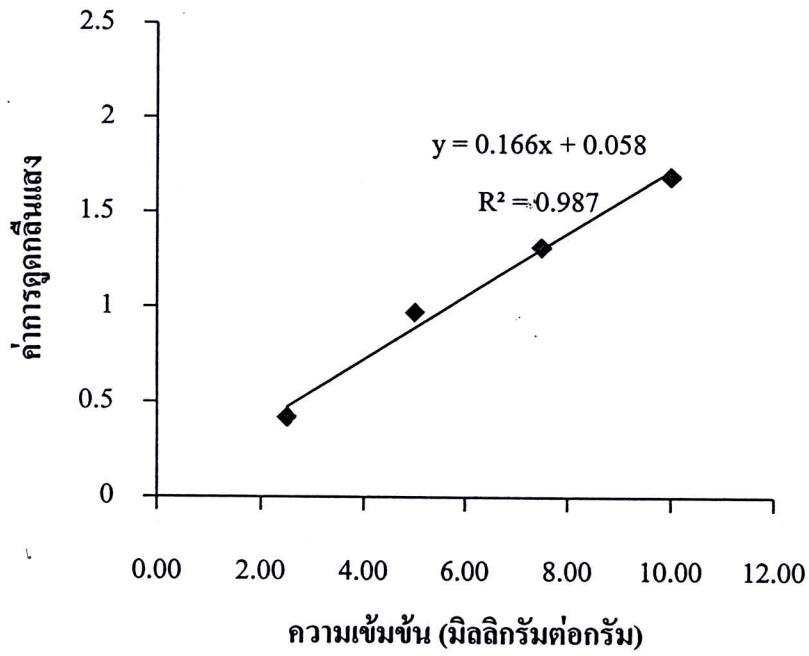
สูตรโครงสร้างสารละลายสีเมทิลีนบลูและเมทิลออเรนจ์



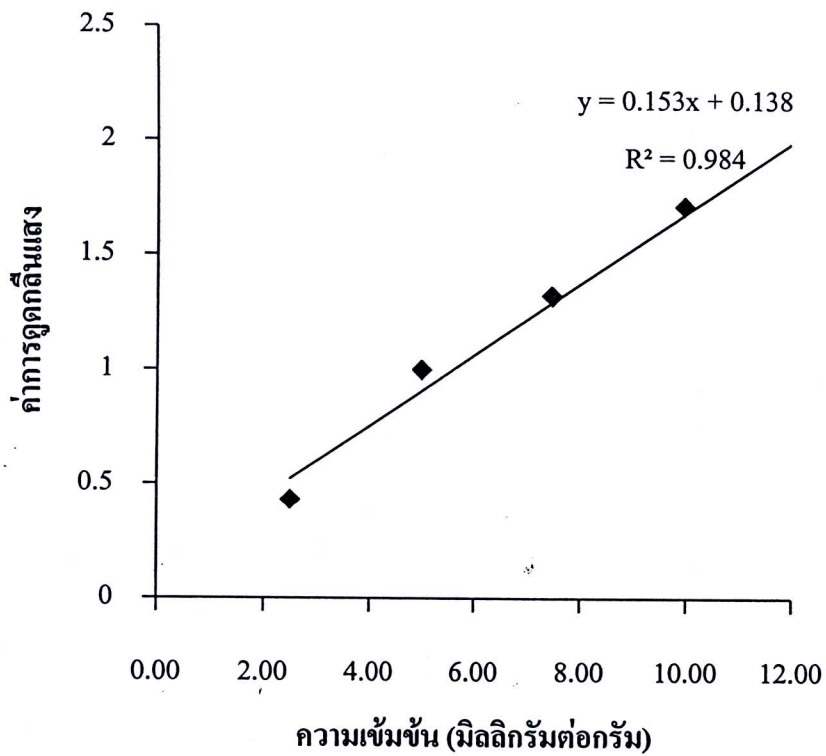
รูป น-1 สูตร โครงสร้างของเมทิลีนบลู⁽⁴⁴⁾



รูป น-2 สูตร โครงสร้างของเมทิลออเรนจ์⁽⁴⁵⁾



รูป จ-3 กราฟมาตรฐานของสารละลายสีเมทิลีนบลู



รูป จ-4 กราฟมาตรฐานของสารละลายสีเมทิลออเรนจ์

ภาคผนวก ข

การคำนวณการกระจายตัวของปริมาณผลิตภัณฑ์จากการแยกสลายไผ่รวกด้วยความร้อน และร้อยละผลิตภัณฑ์ของถ่านกัมมันต์

1. การคำนวณการกระจายตัวของปริมาณผลิตภัณฑ์จากการแยกสลายไผ่รวกด้วยความร้อน

การคำนวณร้อยละผลิตภัณฑ์ของถ่านชาร์และผลิตภัณฑ์ของเหลวคำนวณได้จาก

$$\text{ร้อยละผลิตภัณฑ์ (ร้อยละ โดยน้ำหนัก)} = (w_f / w_i) \times 100$$

เมื่อ w_f คือ น้ำหนักของตัวอย่างหลังการแยกสลายด้วยความร้อน (กรัม)

w_i คือ น้ำหนักของวัตถุดิบก่อนทำการแยกสลายด้วยความร้อน (กรัม)

การคำนวณร้อยละผลิตภัณฑ์แก๊ส คำนวณได้จาก

$$\text{ร้อยละผลิตภัณฑ์แก๊ส (ร้อยละ โดยน้ำหนัก)} = 100 - (\text{ร้อยละของถ่านชาร์} - \text{ร้อยละของของแข็ง})$$

ตัวอย่างการคำนวณ

จากผลการทดลองการแยกสลายไผ่รวกด้วยความร้อน ปริมาณ 20.12 กรัม ณ อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียสโดยใช้ไผ่รวกขนาด 0.25-0.50 มิลลิเมตร อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เวลาที่ค้างไว้ ณ อุณหภูมิสุดท้าย 1.0 ชั่วโมง และอัตราการให้ความร้อน 10 องศาเซลเซียสต่อนาที
ครั้งที่ 1

ได้ปริมาณถ่านชาร์ = 6.37 กรัม

ได้ปริมาณของของเหลว = 4.03 กรัม

ร้อยละผลิตภัณฑ์ถ่านชาร์ (ร้อยละ โดยน้ำหนัก) = $(6.37 \times 20.12) \times 100$
= 31.69

ร้อยละผลิตภัณฑ์ของของเหลว (ร้อยละ โดยน้ำหนัก) = $(4.03 \times 20.12) \times 100$
= 20.05

ร้อยละผลิตภัณฑ์แก๊ส (ร้อยละ โดยน้ำหนัก) = $100 - 31.69 - 20.05$
= 48.27

2. การคำนวณร้อยละผลิตภัณฑ์ของถ่านกัมมันต์

การคำนวณร้อยละผลิตภัณฑ์ของถ่านกัมมันต์ คำนวณได้จาก

$$\text{ร้อยละของผลิตภัณฑ์ถ่านกัมมันต์} = (\text{น้ำหนักถ่านกัมมันต์}) / (\text{น้ำหนักของไฟร์วรก}) \times 100$$

ครั้งที่ 1

น้ำหนักของขี้เถ้า

$$= 20.08 \text{ กรัม}$$

ได้ปริมาณถ่านกัมมันต์เท่ากับ

$$= 4.04 \text{ กรัม}$$

ร้อยละของถ่านกัมมันต์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)

$$= (4.04 / 20.08) \times 100$$

$$= 20.18$$

ภาคผนวก ณ

การหาความหนาแน่นเชิงปริมาตร⁽⁴⁶⁾

การหาค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรเป็นการหาน้ำหนักของถ่านกัมมันต์ต่อหน่วยปริมาตร ปริมาตรในที่นี้คือปริมาตรของช่องว่างระหว่างอนุภาคและปริมาตรของรูพรุนของถ่านกัมมันต์ ดังนั้นค่านี้จึงขึ้นกับขนาดและความพรุนของถ่านกัมมันต์

วิธีวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรของถ่านกัมมันต์

วิธีวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรของถ่านกัมมันต์ (bulk density, BD) ตามวิธี ASTM D 2854-89 รายละเอียดการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

- อบตัวอย่างให้แห้งที่อุณหภูมิ 110 – 120 องศาเซลเซียส ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในหม้อสุญญากาศ
- ชั่งกระบอกตวงที่มีความจุ 10 มิลลิลิตร ให้มีความละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 2 (คือมีความผิดพลาดน้อยกว่า 0.01 กรัม) บันทึกผล (X_0)
- ใส่ตัวอย่างลงในกระบอกตวงจนเกือบเต็ม กระแทกกันกระบอกตวงบนแผ่นยางจนกระทั่งระดับของตัวอย่างในกระบอกตวงให้คงที่
- ถ้าระดับที่คงที่นั้นไม่เท่ากับ 10 มิลลิลิตร ให้ยกตัวอย่างเข้าหรือออกจากกระบอกตวงแล้วกระแทกกันกระบอกตวงใหม่ จนกว่าจะได้ระดับที่คงที่เป็น 10 มิลลิลิตร
- ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างพร้อมกับกระบอกตวง บันทึกผล (X_1)
- คำนวณหาความหนาแน่นเชิงปริมาตร (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) = $(X_1 - X_0)/10$

ตัวอย่างการคำนวณ

น้ำหนักกระบอกตวงความจุ 10 มิลลิลิตร (X_0) = 31.17

น้ำหนักตัวอย่างพร้อมกับกระบอกตวง (X_1) = 35.57

ความหนาแน่นเชิงปริมาตร (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) = $(35.57 - 31.17)/10 = 0.44$



ประวัติผู้เขียน

- ชื่อ-สกุล นางสาวปานฉัตร กลัดเจริญ
- วัน เดือน ปี เกิด 3 พฤศจิกายน 2528
- ประวัติการศึกษา วท.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ปัจจุบันเป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท
ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ผลงานวิชาการ ปานฉัตร กลัดเจริญ และสุภรินทร์ ไชยกลางเมือง “การผลิตและทดสอบ
ถ่านกัมมันต์จากการแยกสลายไผ่รวกด้วยความร้อน: ขั้นตอนที่ 1 ถ่านชาร์” การ
ประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ วิศกรรมและการจัดการสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 3
(CESEM 3) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระหว่างวันที่ 14-15 มีนาคม 2554.

