# รายการอ้างอิง


1. อภิชัย เทอดเทียนวงษ์. เทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิงแบบเกลือคาร์บอเนตหลอม. การประชุมผู้เชี่ยวชาญเซลล์เชื้อเพลิง ครั้งที่ 1, สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2543.

2. อ้างถึงใน พิษณุ เจริญสมบัติ. การศึกษาเซลล์เชื้อเพลิงแบบเยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนอิออน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาคฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

3. สุภาภรณ์ เทอดเทียนวงษ์ และคณะ. เซลล์เชื้อแบบพอลิเมอร์ของแข็ง. การประชุมผู้เชี่ยวชาญเซลล์เชื้อเพลิง ครั้งที่ 1, สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2543.

4. อำพันธ์ เพ็ญโรจน์. จลนพลศาสตร์เคมี. สุภาพ บุณยะรัตเวช, เคมีทั่วไป, พิมพ์ครั้งที่ 1. เล่มที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522.

5. อุดมชัย จินนะดิษฐ์. ผลิตภัณฑ์จากเปลือกกุ้งกับการพัตนาเทคโนโลยีชีวภาพ. วารสาร สสท. 19 (สิงหาคม-กันยายน 2535): 50-54.

6. อ้างถึงใน รัดเกล้า ภูติวรนาถ. การทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายของแผ่นฟิล์มไคโตแซนโดยการใช้กลูตารัลดีไฮด์เป็นสารช่วยในการเกิดโครงร่างตาข่าย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

7. ศิวาพร ใจยงค์. ผลของตัวแปรจากกระบวนการดีอะเซททิลเลชันของไคตินต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ไคโตแซนที่สัมพันธ์กับคุณสมบัติการเป็นสารช่วยแตกกระจายตัวในยาเม็ด. วิทยาพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเภสัชอุตสาหกรรม คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

8. Williams, K.R. An Introduction to Fuel Cells. Amsterdam: Elsevier Publication, 1996.

9. Austin, L.G. Handbook of Fuel Cell Technology. Englewood: Prentice Hall, 1968: pp. 17-51.

10. Cairns, E.J. and Liebhafsky, H.A. The Thermodynamics of the Complete Fuel Cell. Technical Information series 63-RL-3399 C, New York: General Electric Research Laboratory, 1963.

11. Watkins, D.S. Fuel Cell Systems. New York: Plenum Press, 1993.

12. Schmidt, V.M. et al. Proceeding of the First International Symposium on Proton Conducting Membrane Fuel Cells I. New Jersey: The Electrochemical Society Inc, 1995.

13. Norbeck, J. M. et al. Hydrogen Fuel for Surface Transportation. Society of Automotive Engineers Inc, 1996.

14. Srinivasan, S. et al. Fuel Cell system. New York: Plenum Press, 1993.

15. Appleby, A.J. and Foulkes, F.R. Fuel Cell Handbook. New York: Van Nostrand Reinhold: 1989.

16. Kinoshita, K. Electrochemical Oxygen Technology. New York: John Wiley & Sons Inc, 1992.

17. Prater, K.B. Solid Polymer Fuel Cell Developments at Ballard. Norbeck, K.M. et al, Hydrogen Fuel for Surface Transportation, Society of Automotive Engineers Inc., 1996.

18. Gottesfeld, S. et al. Hydrogen Fuel for Surface Transportation. Reprinted, Society of Automotive Engineers Inc., 1996.

19. Mizuhata, M. et al. Proton Exchange Membrane Fuel Cells. The Electrochemical Society Inc., 1995.

20. Anand, N.K. et al. Hydrogen Fuel for Surface Transportation. Society of Automotive Engineers Inc., 1996.

21. Iwase, M. and Kanatsu, S. Proton Conducting Membrane Fuel Cells. The Electrochemical Society Inc., 1995.

22. Muzzarelli, R.A.A. Chitin. Oxford: Pergamon press ,1977.

23. Lee, V. Solution and shear properties of chitin and chitosan. Ann Arbor Vol. 29, 1974: p. 446.

24. Knoor,D. Use of chitinous polymer in food. Food Technology Vol. 38, 1984: p. 85.

25. Mathur, N.K. and Narang, C.K. Chitin and chitosan, versatile polysaccharides from marine animals. Journal of Chemical Education Vol. 67, 1990: pp. 938-942.

26. Zaidi, S. M. J. et al. Proton Conducting Membranes Based on Polyoxadiazoles. Journal of New Materials for Electrochemical System Vol. 3, 2000: pp.27-32.

27. Bevers, D., Rogers, R. and Bradke, M. V. Examination of The Influence of PTFE Coating on The Properties of Carbon Paper in Polymer Electrolyte Fuel Cells. Journal of Power Sources Vol. 63, 1996: pp. 193-201.

28. Oetjen, H. F. et al. Performance Data of Proton Exchange Membrane Fuel Cell Using $H_2$/CO as Fuel Gas. Journal of Electrochemical Society Vol. 143, 1996: pp. 3838-3842.

29. Byun, H. S., Burford, R. P. and Fane, A. G. Sulfonation of Cross-Linked Asymmetric Membranes Based on Polystyrene and Divinylbenzene. Applied Polymer Science Vol. 52, 1994: pp. 825-835.

30. Sabnis, S. and Block, L.H. Improve infrared spectoscopic method for the analysis of degree of N-deacetylation of chitosan. Polymer Bulletin Vol. 39, 1997: pp. 67-71.

31. Fichaux, L. et al. Gas and Water Transport Properties of Chitosan Membranes. Proceedings of the third Asia-Pacific Chitin and Chitosan Symposium, Taiwan, 1998.

32. An American National Standard. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. Annual Book of ASTM Standards. 08.91, 1991: pp. 159-171.

33. An American National Standard. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics (Metric). Annual Book of ASTM Standards. 08.91, 1991: pp. 171-181.

34. Suei, Y. L. et al. A Study on the Preparation and Properties of the Heterogeneous Cation-Exchange Membranes of Sulfonated Polystyrene/Divinyl Benzene on an Acetal Base. Journal of Applied Polymer Science Vol. 37, 1995: pp. 1373-1379.

35. Lee, Y. M. et al. Effect of Deacetylation Degree in Chitosan Composite Membranes on Pervaporation Performance. Separation Science and Technology Vol. 33, 1998: pp. 1255-1269.

# ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ก

# ข้อมูลการทดลอง

## 1. ร้อยละการกำจัดหมู่แอเซติลของไคโตแซน

ตารางที่ ก.1 การหาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยการไตเตรตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กับสารละลาย KHP เข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร

| ตัวอย่างที่ | ปริมาตร NaOH (มล.) | ปริมาตร KHP (มล.) | ความเข้มข้น NaOH (โมล/ลิตร) |
|---|---|---|---|
| 1 | 25 | 11.00 | 0.0880 |
| 2 | 25 | 11.00 | 0.0880 |
| เฉลี่ย | | | 0.0880 |

ตารางที่ ก.2 การไตเตรตสารละลายไคโตแซนไฮโดรคลอไรด์กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.0880 โมล/ลิตร (ไคโตแซนไฮโดรคลอไรด์ 1.0130 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 250 มิลลิลิตร)

| ครั้งที่ | ตัวอย่างที่ 1 | | ตัวอย่างที่ 2 | |
|---|---|---|---|---|
| | ปริมาตรไคโตแซนไฮโดรคลอไรด์ (มล.) | ปริมาตร NaOH (มล.) | ปริมาตรไคโตแซนไฮโดรคลอไรด์ (มล.) | ปริมาตร NaOH (มล.) |
| 1 | 50 | 7.70 | 50 | 7.70 |
| 2 | 50 | 7.70 | 50 | 7.70 |
| เฉลี่ย | 50 | 7.70 | 50 | 7.70 |
| ร้อยละการกำจัดหมู่แอเซติล | 66.71 | | 66.71 | |
| เฉลี่ย | 66.71 | | | |

## 2. ความสามารถทนต่อแรงดึงและความสามารถในการยืดตัวสูงสุดของเยื่อแผ่น

ตารางที่ ก.3 ค่าความสามารถทนต่อแรงดึงและความสามารถในการยืดตัวสูงสุดของเยื่อแผ่น

| ชนิดเยื่อแผ่น | ความหนา (มม.) | ความสามารถทนต่อแรงดึง (MPa) | เฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ความสามารถในการยืดตัวสูงสุด (%) | เฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Uncrosslinked chitosan | 0.0290 | 98.3 | 86.2 | 8.2 | 16.4 | 18.7 | 1.7 |
| | 0.0250 | 84.0 | | | 19.4 | | |
| | 0.0330 | 82.1 | | | 18.5 | | |
| | 0.0280 | 80.4 | | | 20.4 | | |
| 1% Crosslinked chitosan | 0.0230 | 64.9 | 60.9 | 4.1 | 16.9 | 15.3 | 1.8 |
| | 0.0210 | 63.1 | | | 16.9 | | |
| | 0.0150 | 55.4 | | | 14.1 | | |
| | 0.0200 | 60.1 | | | 13.5 | | |
| 2% Crosslinked chitosan | 0.0200 | 60.7 | 63.9 | 5.8 | 11.3 | 15.1 | 3.3 |
| | 0.0180 | 70.6 | | | 17.1 | | |
| | 0.0180 | 60.3 | | | 16.9 | | |
| Alginate | 0.0400 | 70.9 | 73.9 | 4.2 | 21.5 | 25.5 | 3.7 |
| | 0.0310 | 78.7 | | | 28.9 | | |
| | 0.0360 | 72.2 | | | 26.1 | | |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 3. ร้อยละการดูดซับน้ำและร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนา

ตารางที่ ก.4 ความหนาและน้ำหนักของเยื่อแผ่นชนิดต่างๆ ขณะแห้ง

| ชนิดเยื่อแผ่น | ตัวอย่างที่ | น้ำหนักแห้ง (กรัม) | ความหนาขณะแห้ง (มม.) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | เฉลี่ย |
| Uncrosslinked chitosan | 1 | 0.1561 | 0.0190 | 0.0200 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0186 |
| | 2 | 0.2327 | 0.0110 | 0.0120 | 0.0120 | 0.0110 | 0.0110 | 0.0114 |
| | 3 | 0.1540 | 0.0110 | 0.0130 | 0.0100 | 0.0100 | 0.0120 | 0.0112 |
| 1% Crosslinked chitosan | 1 | 0.2737 | 0.0210 | 0.0210 | 0.0200 | 0.0200 | 0.0200 | 0.0204 |
| | 2 | 0.2671 | 0.0200 | 0.0210 | 0.0230 | 0.0200 | 0.0200 | 0.0208 |
| | 3 | 0.2153 | 0.0190 | 0.0190 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0182 |
| 2% Crosslinked chitosan | 1 | 0.2487 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0200 | 0.0200 | 0.0188 |
| | 2 | 0.2490 | 0.0180 | 0.0200 | 0.0160 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0180 |
| | 3 | 0.3341 | 0.0200 | 0.0210 | 0.0220 | 0.0220 | 0.0220 | 0.0214 |
| Alginate | 1 | 0.472 | 0.0350 | 0.0350 | 0.0400 | 0.0350 | 0.0400 | 0.0370 |
| | 2 | 0.57 | 0.0400 | 0.0450 | 0.0430 | 0.0380 | 0.0400 | 0.0412 |
| | 3 | 0.633 | 0.0450 | 0.0400 | 0.0400 | 0.0400 | 0.0420 | 0.0414 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.5 ความหนาและน้ำหนักของเยื่อแผ่นชนิดต่างๆ ขณะเปียก

| ชนิดเยื่อแผ่น | ตัวอย่างที่ | น้ำหนักเปียก (กรัม) | ความหนาขณะเปียก (มม.) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | เฉลี่ย |
| Uncrosslinked chitosan | 1 | 0.4488 | 0.0540 | 0.0530 | 0.0520 | 0.0500 | 0.0500 | 0.0518 |
| | 2 | 0.5990 | 0.0300 | 0.0320 | 0.0330 | 0.0300 | 0.0200 | 0.0290 |
| | 3 | 0.4490 | 0.0280 | 0.0300 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0260 | 0.0268 |
| 1% Crosslinked chitosan | 1 | 0.7468 | 0.0490 | 0.0500 | 0.0450 | 0.0450 | 0.0420 | 0.0462 |
| | 2 | 0.6236 | 0.0500 | 0.0520 | 0.0480 | 0.0500 | 0.0420 | 0.0484 |
| | 3 | 0.5899 | 0.0470 | 0.0500 | 0.0440 | 0.0400 | 0.0450 | 0.0452 |
| 2% Crosslinked chitosan | 1 | 0.6050 | 0.0450 | 0.0440 | 0.0430 | 0.0460 | 0.0460 | 0.0448 |
| | 2 | 0.6301 | 0.0450 | 0.0440 | 0.0420 | 0.0430 | 0.0400 | 0.0428 |
| | 3 | 0.8200 | 0.0450 | 0.0500 | 0.0500 | 0.0500 | 0.0510 | 0.0492 |
| Alginate | 1 | 4.9196 | 0.2200 | 0.2300 | 0.2500 | 0.2300 | 0.2350 | 0.2330 |
| | 2 | 6.0236 | 0.3300 | 0.3500 | 0.3500 | 0.3400 | 0.3250 | 0.3390 |
| | 3 | 5.9316 | 0.3200 | 0.3350 | 0.3300 | 0.3300 | 0.3700 | 0.3370 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.6 ร้อยละการดูดซับน้ำและร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนา

| ชนิดเยื่อแผ่น | ตัวอย่างที่ | ร้อยละการดูดซับน้ำ | เฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนา | เฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Uncrosslinked chitosan | 1 | 187.5 | 178.8 | 18.7 | 178.5 | 157.4 | 19.8 |
| | 2 | 157.4 | | | 154.4 | | |
| | 3 | 191.6 | | | 139.3 | | |
| 1% Crosslinked chitosan | 1 | 172.9 | 160.1 | 23.1 | 126.5 | 135.8 | 11.3 |
| | 2 | 133.5 | | | 132.7 | | |
| | 3 | 174.0 | | | 148.4 | | |
| 2% Crosslinked chitosan | 1 | 143.3 | 147.3 | 5.1 | 138.3 | 135.3 | 4.7 |
| | 2 | 153.1 | | | 137.8 | | |
| | 3 | 145.4 | | | 129.9 | | |
| Alginate | 1 | 942.1 | 912.1 | 65.9 | 529.7 | 655.5 | 109.0 |
| | 2 | 957.7 | | | 722.8 | | |
| | 3 | 836.5 | | | 714.0 | | |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 4. ความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออน

ตารางที่ ก.7 การหาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยการไตเตรตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กับสารละลาย KHP เข้มข้น 0.0050 M

| ตัวอย่างที่ | ปริมาตร NaOH (มล.) | ปริมาตร KHP (มล.) | ความเข้มข้น NaOH (โมล/ลิตร) |
|---|---|---|---|
| 1 | 25 | 22.2 | 0.0044 |
| 2 | 25 | 22.5 | 0.0045 |
| เฉลี่ย | | | 0.0045 |

ตารางที่ ก.8 การหาความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก โดยการไตเตรตสารละลายกรดไฮโดรคลอริกกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.0045 M

| ตัวอย่างที่ | ปริมาตร HCl (มล.) | ปริมาตร NaOH (มล.) | ความเข้มข้น HCl (โมล/ลิตร) |
|---|---|---|---|
| 1 | 25 | 23.5 | 0.0042 |
| 2 | 25 | 23.7 | 0.0042 |
| เฉลี่ย | | | 0.0042 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.9 น้ำหนักแห้งของเยื่อแผ่นที่นำมาทดลองหาค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออน

| ชนิดเยื่อแผ่น | น้ำหนักแห้ง (กรัม) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ตัวอย่างที่ 1 | ตัวอย่างที่ 2 | ตัวอย่างที่ 3 | ตัวอย่างที่ 4 | ตัวอย่างที่ 5 |
| Uncrosslinked chitosan | 0.0130 | 0.0170 | 0.0120 | 0.0180 | 0.0170 |
| 1% Crosslinked chitosan | 0.0120 | 0.0100 | 0.0140 | 0.0140 | 0.0120 |
| 2% Crosslinked chitosan | 0.0154 | 0.0180 | 0.0120 | 0.0145 | 0.0147 |
| Alginate | 0.0101 | 0.0114 | 0.0098 | 0.0089 | 0.0099 |

ตารางที่ ก.10 ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.0042 โมล/ลิตร ที่ใช้ในการไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.0045 โมล/ลิตร ในการทดลองหาค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออน

| ชนิดเยื่อแผ่น | ปริมาตร HCl (มล.) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ตัวอย่างที่ 1 | ตัวอย่างที่ 2 | ตัวอย่างที่ 3 | ตัวอย่างที่ 4 | ตัวอย่างที่ 5 |
| Uncrosslinked chitosan | 18.90 | 17.80 | 17.60 | 18.10 | 16.70 |
| 1% Crosslinked chitosan | 14.50 | 15.20 | 15.40 | 16.10 | 14.60 |
| 2% Crosslinked chitosan | 13.20 | 12.20 | 13.80 | 12.50 | 12.90 |
| Alginate | 13.80 | 13.90 | 14.20 | 15.20 | 14.00 |

ตารางที่ ก.11 ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนของเยื่อแผ่น

| ชนิดเยื่อแผ่น | ความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออน (meq/g) | | | | | | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ตัวอย่างที่ 1 | ตัวอย่างที่ 2 | ตัวอย่างที่ 3 | ตัวอย่างที่ 4 | ตัวอย่างที่ 5 | เฉลี่ย | |
| Uncrosslinked chitosan | 0.74 | 0.84 | 1.26 | 0.72 | 1.11 | 0.94 | 0.24 |
| 1% Crosslinked chitosan | 2.35 | 2.53 | 1.74 | 1.53 | 2.32 | 2.09 | 0.43 |
| 2% Crosslinked chitosan | 2.19 | 2.11 | 2.60 | 2.53 | 2.38 | 2.36 | 0.21 |
| Alginate | 3.09 | 2.70 | 3.01 | 2.84 | 3.06 | 2.94 | 0.17 |

## 5. การวัดค่าการนำโปรตอน

ตารางที่ ก.12 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ไม่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่าย ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 40 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0170 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0190 | 0.0178 |
| 2 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0260 | 0.0260 | 0.0270 | 0.0260 | 0.0260 | 0.0258 |
| 3 | 0.0220 | 0.0210 | 0.0190 | 0.0220 | 0.0200 | 0.0190 | 0.0200 | 0.0200 | 0.0204 |
| 4 | 0.0270 | 0.0260 | 0.0270 | 0.0270 | 0.0280 | 0.0270 | 0.0270 | 0.0270 | 0.0270 |
| 5 | 0.0210 | 0.0200 | 0.0190 | 0.0200 | 0.0210 | 0.0190 | 0.0200 | 0.0200 | 0.0200 |
| 6 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0220 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0229 |

ตารางที่ ก.13 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 40 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0150 | 0.0160 | 0.0140 | 0.0150 | 0.0140 | 0.0150 | 0.0150 | 0.0160 | 0.0150 |
| 2 | 0.0130 | 0.0130 | 0.0140 | 0.0130 | 0.0150 | 0.0150 | 0.0140 | 0.0130 | 0.0138 |
| 3 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0180 | 0.0190 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0170 | 0.0160 | 0.0175 |
| 4 | 0.0140 | 0.0140 | 0.0140 | 0.0170 | 0.0140 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0160 | 0.0156 |

ตารางที่ ก.14 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 40 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0320 | 0.0300 | 0.0310 | 0.0290 | 0.0300 | 0.0300 | 0.0300 | 0.0310 | 0.0304 |
| 2 | 0.0200 | 0.0190 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0170 | 0.0190 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0174 |
| 3 | 0.0160 | 0.0170 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0170 | 0.0163 |
| 4 | 0.0190 | 0.0170 | 0.0180 | 0.0160 | 0.0190 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0190 | 0.0180 |

ตารางที่ ก.15 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นกระตุ้นด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 40 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0178 |
| 2 | 0.0290 | 0.0290 | 0.0300 | 0.0300 | 0.0300 | 0.0300 | 0.0300 | 0.0300 | 0.0298 |
| 3 | 0.0290 | 0.0270 | 0.0280 | 0.0270 | 0.0270 | 0.0290 | 0.0280 | 0.0280 | 0.0279 |
| 4 | 0.0230 | 0.0250 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0250 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0239 |
| 5 | 0.0210 | 0.0210 | 0.0200 | 0.0200 | 0.0200 | 0.0200 | 0.0200 | 0.0210 | 0.0204 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.16 ความหนาของเยื่อแผ่นอัลจิเนต ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 40 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0160 | 0.0180 | 0.0160 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0210 | 0.0180 | 0.0160 | 0.0176 |
| 2 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 |
| 3 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 |
| 4 | 0.0200 | 0.0210 | 0.0190 | 0.0200 | 0.0220 | 0.0200 | 0.0190 | 0.0190 | 0.0200 |

ตารางที่ ก.17 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ไม่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่าย ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 50 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0200 | 0.0220 | 0.0210 | 0.0190 | 0.0220 | 0.0210 | 0.0210 | 0.0220 | 0.0210 |
| 2 | 0.0200 | 0.0210 | 0.0210 | 0.0190 | 0.0190 | 0.0180 | 0.0210 | 0.0210 | 0.0200 |
| 3 | 0.0170 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0180 | 0.0190 | 0.0190 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0180 |
| 4 | 0.0160 | 0.0170 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0160 | 0.0170 | 0.0160 | 0.0169 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.18 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 50 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0280 | 0.0280 | 0.0280 | 0.0290 | 0.0290 | 0.0270 | 0.0270 | 0.0290 | 0.0281 |
| 2 | 0.0270 | 0.0260 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0270 | 0.0270 | 0.0250 | 0.0259 |
| 3 | 0.0250 | 0.0260 | 0.0260 | 0.0260 | 0.0250 | 0.0270 | 0.0270 | 0.0260 | 0.0260 |
| 4 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0260 | 0.0260 | 0.0260 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0251 |
| 5 | 0.0250 | 0.0270 | 0.0270 | 0.0270 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0260 | 0.0260 | 0.0260 |

ตารางที่ ก.19 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 50 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0250 | 0.0230 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0240 | 0.0240 |
| 2 | 0.0230 | 0.0250 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0250 | 0.0240 | 0.0250 | 0.0241 |
| 3 | 0.0260 | 0.0250 | 0.0260 | 0.0260 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0260 | 0.0255 |
| 4 | 0.0220 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0220 | 0.0220 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0230 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.20 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นกระตุ้นด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 50 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0250 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0260 | 0.0260 | 0.0250 |
| 2 | 0.0260 | 0.0260 | 0.0270 | 0.0260 | 0.0270 | 0.0280 | 0.0270 | 0.0270 | 0.0268 |
| 3 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0250 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0250 | 0.0240 | 0.0239 |
| 4 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0220 | 0.0220 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0220 | 0.0230 | 0.0229 |

ตารางที่ ก.21 ความหนาของเยื่อแผ่นอัลจิเนตขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 50 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0380 | 0.0380 | 0.0360 | 0.0350 | 0.0360 | 0.0390 | 0.0370 | 0.0370 | 0.0370 |
| 2 | 0.0300 | 0.0310 | 0.0290 | 0.0290 | 0.0300 | 0.0310 | 0.0300 | 0.0300 | 0.0300 |
| 3 | 0.0350 | 0.0360 | 0.0340 | 0.0350 | 0.0360 | 0.0340 | 0.0370 | 0.0340 | 0.0351 |
| 4 | 0.0290 | 0.0290 | 0.0300 | 0.0310 | 0.0300 | 0.0310 | 0.0320 | 0.0280 | 0.0300 |
| 5 | 0.0290 | 0.0300 | 0.0290 | 0.0280 | 0.0280 | 0.0290 | 0.0300 | 0.0290 | 0.0290 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.22 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ไม่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่าย ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 60 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0190 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0180 |
| 2 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0190 | 0.0190 | 0.0190 | 0.0200 | 0.0200 | 0.0190 | 0.0189 |
| 3 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0239 |
| 4 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0150 | 0.0150 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0158 |
| 5 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0150 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0159 |

ตารางที่ ก.23 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 60 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0170 | 0.0160 | 0.0170 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0170 | 0.0170 | 0.0171 |
| 2 | 0.0170 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0190 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0180 | 0.0179 |
| 3 | 0.0190 | 0.0210 | 0.0200 | 0.0200 | 0.0200 | 0.0190 | 0.0210 | 0.0200 | 0.0200 |
| 4 | 0.0180 | 0.0200 | 0.0190 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0190 | 0.0200 | 0.0200 | 0.0190 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.24 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 60 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0180 | 0.0190 | 0.0180 | 0.0180 |
| 2 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0250 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 |
| 3 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0220 | 0.0220 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0230 |
| 4 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0238 |

ตารางที่ ก.25 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นกระตุ้นด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 60 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0250 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 |
| 2 | 0.0230 | 0.0220 | 0.0220 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0228 |
| 3 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0160 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0176 |
| 4 | 0.0350 | 0.0330 | 0.0360 | 0.0350 | 0.0350 | 0.0350 | 0.0360 | 0.0350 | 0.0350 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.26 ความหนาของเยื่อแผ่นอัลจิเนตขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 60 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0230 |
| 2 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0239 |
| 3 | 0.0170 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0170 | 0.0170 | 0.0170 | 0.0170 | 0.0173 |
| 4 | 0.0220 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0231 |

ตารางที่ ก.27 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ไม่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่าย ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 68 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0150 | 0.0150 | 0.0150 | 0.0160 | 0.0160 |
| 2 | 0.0150 | 0.0130 | 0.0130 | 0.0140 | 0.0140 | 0.0140 | 0.0140 | 0.0140 | 0.0139 |
| 3 | 0.0160 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0150 | 0.0150 | 0.0150 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0160 |
| 4 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 |
| 5 | 0.0250 | 0.0260 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0240 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.28 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 68 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0220 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0220 | 0.0229 |
| 2 | 0.0300 | 0.0310 | 0.0320 | 0.0320 | 0.0300 | 0.0320 | 0.0300 | 0.0310 | 0.0310 |
| 3 | 0.0300 | 0.0290 | 0.0280 | 0.0320 | 0.0310 | 0.0300 | 0.0300 | 0.0300 | 0.0300 |
| 4 | 0.0280 | 0.0260 | 0.0300 | 0.0270 | 0.0290 | 0.0280 | 0.0290 | 0.0270 | 0.0280 |

ตารางที่ ก.29 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 68 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0260 | 0.0280 | 0.0270 | 0.0270 | 0.0260 | 0.0280 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0265 |
| 2 | 0.0230 | 0.0260 | 0.0260 | 0.0240 | 0.0260 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0250 |
| 3 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0250 | 0.0230 | 0.0250 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0250 | 0.0240 |
| 4 | 0.0230 | 0.0220 | 0.0220 | 0.0230 | 0.0220 | 0.0220 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0225 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.30 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นกระตุ้นด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 68 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0220 | 0.0250 | 0.0240 | 0.0250 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0238 |
| 2 | 0.0280 | 0.0260 | 0.0270 | 0.0290 | 0.0280 | 0.0270 | 0.0290 | 0.0280 | 0.0278 |
| 3 | 0.0240 | 0.0220 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0250 | 0.0236 |
| 4 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0220 | 0.0230 | 0.0250 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0234 |
| 5 | 0.0300 | 0.0320 | 0.0310 | 0.0280 | 0.0290 | 0.0280 | 0.0300 | 0.0320 | 0.0300 |

ตารางที่ ก.31 ความหนาของเยื่อแผ่นอัลจิเนต ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 68 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0300 | 0.0280 | 0.0320 | 0.0300 | 0.0290 | 0.0310 | 0.0300 | 0.0290 | 0.0299 |
| 2 | 0.0370 | 0.0350 | 0.0380 | 0.0360 | 0.0380 | 0.0380 | 0.0350 | 0.0360 | 0.0366 |
| 3 | 0.0340 | 0.0360 | 0.0340 | 0.0350 | 0.0330 | 0.0330 | 0.0320 | 0.0340 | 0.0339 |
| 4 | 0.0280 | 0.0280 | 0.0280 | 0.0270 | 0.0280 | 0.0300 | 0.0270 | 0.0280 | 0.0280 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.32 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ไม่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่าย ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 80 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0180 | 0.0190 | 0.0190 | 0.0180 | 0.0181 |
| 2 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0170 | 0.0150 | 0.0150 | 0.0170 | 0.0160 | 0.0160 |
| 3 | 0.0130 | 0.0130 | 0.0120 | 0.0140 | 0.0130 | 0.0140 | 0.0120 | 0.0130 | 0.0130 |
| 4 | 0.0150 | 0.0160 | 0.0140 | 0.0160 | 0.0150 | 0.0140 | 0.0150 | 0.0150 | 0.0150 |

ตารางที่ ก.33 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 80 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0230 | 0.0220 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0220 | 0.0240 | 0.0220 | 0.0229 |
| 2 | 0.0210 | 0.0200 | 0.0190 | 0.0200 | 0.0200 | 0.0210 | 0.0200 | 0.0200 | 0.0201 |
| 3 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0240 |
| 4 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0260 | 0.0250 | 0.0260 | 0.0240 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0251 |

ตารางที่ ก.34 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 80 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0250 | 0.0230 | 0.0250 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 |
| 2 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0241 |
| 3 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0260 | 0.0260 | 0.0230 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0250 |
| 4 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0220 | 0.0230 | 0.0230 | 0.0220 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0230 |

ตารางที่ ก.35 ความหนาของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นกระตุ้นด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 80 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0240 | 0.0250 | 0.0230 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0250 | 0.0240 | 0.0240 | 0.0240 |
| 2 | 0.0300 | 0.0310 | 0.0280 | 0.0290 | 0.0300 | 0.0310 | 0.0310 | 0.0300 | 0.0300 |
| 3 | 0.0510 | 0.0520 | 0.0480 | 0.0490 | 0.0490 | 0.0500 | 0.0500 | 0.0500 | 0.0499 |
| 4 | 0.0260 | 0.0250 | 0.0240 | 0.0270 | 0.0240 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0251 |

ตารางที่ ก.36 ความหนาของเยื่อแผ่นอัลจิเนตขณะทดลองหาค่าการนำโปรตอน ณ อุณหภูมิ 80 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนา (มิลลิเมตร) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.0380 | 0.0370 | 0.0390 | 0.0380 | 0.0390 | 0.0370 | 0.0380 | 0.0380 | 0.0380 |
| 2 | 0.0440 | 0.0440 | 0.0440 | 0.0430 | 0.0450 | 0.0450 | 0.0430 | 0.0440 | 0.0440 |
| 3 | 0.0310 | 0.0310 | 0.0310 | 0.0300 | 0.0300 | 0.0300 | 0.0300 | 0.0300 | 0.0304 |
| 4 | 0.0440 | 0.0420 | 0.0450 | 0.0430 | 0.0450 | 0.0440 | 0.0430 | 0.0450 | 0.0439 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.37 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ไม่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่าย ณ อุณหภูมิ 40 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0178 | 1.0250 | 0.4850 | 0.0018 | 485010 | 0.0005 |
| 2 | 0.0258 | 1.0250 | 0.4850 | 0.0026 | 187081 | 0.0010 |
| 3 | 0.0204 | 0.9550 | 0.3950 | 0.0019 | 390501 | 0.0005 |
| 4 | 0.0270 | 1.0300 | 0.3950 | 0.0028 | 186501 | 0.0008 |
| 5 | 0.0200 | 0.9200 | 0.3950 | 0.0018 | 291180 | 0.0007 |
| 6 | 0.0229 | 0.9500 | 0.3950 | 0.0022 | 244371 | 0.0007 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0007 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0002 |

ตารางที่ ก.38 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ณ อุณหภูมิ 40 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0150 | 0.9450 | 0.4850 | 0.0014 | 24519 | 0.0140 |
| 2 | 0.0138 | 0.8700 | 0.4850 | 0.0012 | 30659 | 0.0132 |
| 3 | 0.0175 | 0.9700 | 0.4850 | 0.0017 | 18484 | 0.0155 |
| 4 | 0.0156 | 0.9000 | 0.4850 | 0.0014 | 27561 | 0.0125 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0138 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0013 |

ตารางที่ ก.39 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ณ อุณหภูมิ 40 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0304 | 0.9350 | 0.4850 | 0.0028 | 3773 | 0.0453 |
| 2 | 0.0174 | 0.9310 | 0.3950 | 0.0016 | 7511 | 0.0325 |
| 3 | 0.0163 | 0.9450 | 0.3950 | 0.0015 | 7624 | 0.0337 |
| 4 | 0.0180 | 1.0200 | 0.3950 | 0.0018 | 5930 | 0.0363 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0369 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0058 |

ตารางที่ ก.40 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นกระตุ้นด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ณ อุณหภูมิ 40 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0178 | 0.8500 | 0.4850 | 0.0015 | 5141 | 0.0625 |
| 2 | 0.0298 | 1.0500 | 0.3950 | 0.0031 | 2034 | 0.0622 |
| 3 | 0.0279 | 0.9500 | 0.3950 | 0.0026 | 2478 | 0.0602 |
| 4 | 0.0239 | 0.9550 | 0.3950 | 0.0023 | 2849 | 0.0608 |
| 5 | 0.0204 | 0.9350 | 0.3950 | 0.0019 | 3476 | 0.0597 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0611 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0012 |

ตารางที่ ก.41 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นอัลจิเนต ณ อุณหภูมิ 40 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0176 | 0.9350 | 0.4850 | 0.0016 | 35870 | 0.0082 |
| 2 | 0.0240 | 0.9550 | 0.3950 | 0.0023 | 19260 | 0.0089 |
| 3 | 0.0240 | 0.9850 | 0.3950 | 0.0024 | 16687 | 0.0100 |
| 4 | 0.0200 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0020 | 29273 | 0.0085 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0089 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0008 |

ตารางที่ ก.42 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ไม่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่าย ณ อุณหภูมิ 50 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0210 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0021 | 22147 | 0.0108 |
| 2 | 0.0200 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0020 | 26407 | 0.0095 |
| 3 | 0.0180 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0018 | 30017 | 0.0093 |
| 4 | 0.0169 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0017 | 37927 | 0.0078 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0093 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0012 |

ตารางที่ ก.43 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ณ อุณหภูมิ 50 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0281 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0028 | 6309 | 0.0282 |
| 2 | 0.0259 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0026 | 7099 | 0.0272 |
| 3 | 0.0260 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0026 | 6843 | 0.0281 |
| 4 | 0.0251 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0025 | 7168 | 0.0278 |
| 5 | 0.0260 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0026 | 6862 | 0.0280 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0279 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0004 |

ตารางที่ ก.44 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ณ อุณหภูมิ 50 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0240 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0024 | 5170 | 0.0403 |
| 2 | 0.0241 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0024 | 4806 | 0.0431 |
| 3 | 0.0255 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0026 | 4259 | 0.0460 |
| 4 | 0.0230 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0023 | 5427 | 0.0401 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0424 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0028 |

ตารางที่ ก.45 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นกระตุ้นด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ณ อุณหภูมิ 50 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0250 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0025 | 3169 | 0.0631 |
| 2 | 0.0268 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0027 | 2399 | 0.0779 |
| 3 | 0.0239 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0024 | 3446 | 0.0608 |
| 4 | 0.0229 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0023 | 3604 | 0.0606 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0656 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0083 |

ตารางที่ ก.46 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นอัลจิเนต ณ อุณหภูมิ 50 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0370 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0037 | 10980 | 0.0123 |
| 2 | 0.0300 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0030 | 19171 | 0.0087 |
| 3 | 0.0351 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0035 | 14044 | 0.0101 |
| 4 | 0.0300 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0030 | 17674 | 0.0094 |
| 5 | 0.0290 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0029 | 16384 | 0.0105 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0102 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0014 |

ตารางที่ ก.47 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ไม่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่าย ณ อุณหภูมิ 60 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0180 | 0.9400 | 0.3950 | 0.0017 | 13606 | 0.0172 |
| 2 | 0.0189 | 0.9400 | 0.3950 | 0.0018 | 10489 | 0.0212 |
| 3 | 0.0239 | 1.0800 | 0.3950 | 0.0026 | 7300 | 0.0210 |
| 4 | 0.0158 | 0.9300 | 0.3950 | 0.0015 | 17047 | 0.0158 |
| | 0.0159 | 0.9350 | 0.3950 | 0.0015 | 12680 | 0.0210 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0192 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0026 |

ตารางที่ ก.48 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ณ อุณหภูมิ 60 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0171 | 1.0200 | 0.3950 | 0.0017 | 5858 | 0.0386 |
| 2 | 0.0179 | 0.9600 | 0.3950 | 0.0017 | 7264 | 0.0317 |
| 3 | 0.0200 | 0.9650 | 0.3950 | 0.0019 | 6257 | 0.0327 |
| 4 | 0.0190 | 1.0300 | 0.3950 | 0.0020 | 5048 | 0.0400 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0357 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0042 |

ตารางที่ ก.49 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ณ อุณหภูมิ 60 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0180 | 0.9450 | 0.3950 | 0.0017 | 3719 | 0.0624 |
| 2 | 0.0240 | 1.1200 | 0.3950 | 0.0027 | 2194 | 0.0670 |
| 3 | 0.0230 | 0.9600 | 0.3950 | 0.0022 | 2663 | 0.0672 |
| 4 | 0.0238 | 1.0200 | 0.3950 | 0.0024 | 2268 | 0.0719 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0671 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0039 |

ตารางที่ ก.50 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นกระตุ้นด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ณ อุณหภูมิ 60 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0240 | 1.0500 | 0.3950 | 0.0025 | 1882 | 0.0833 |
| 2 | 0.0228 | 1.0400 | 0.3950 | 0.0024 | 1861 | 0.0897 |
| 3 | 0.0176 | 0.9650 | 0.3950 | 0.0017 | 2996 | 0.0775 |
| 4 | 0.0350 | 1.1400 | 0.3950 | 0.0040 | 1101 | 0.0899 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0851 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0059 |

ตารางที่ ก.51 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นอัลจิเนต ณ อุณหภูมิ 60 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0230 | 1.0500 | 0.3950 | 0.0024 | 13445 | 0.0122 |
| 2 | 0.0239 | 0.9400 | 0.3950 | 0.0022 | 14444 | 0.0122 |
| 3 | 0.0173 | 0.9100 | 0.3950 | 0.0016 | 24606 | 0.0102 |
| 4 | 0.0231 | 1.0600 | 0.3950 | 0.0025 | 13679 | 0.0118 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0116 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0009 |

ตารางที่ ก.52 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ไม่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่าย ณ อุณหภูมิ 68 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0160 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0016 | 15920 | 0.0196 |
| 2 | 0.0139 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0014 | 17809 | 0.0202 |
| 3 | 0.0160 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0016 | 16278 | 0.0192 |
| 4 | 0.0240 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0024 | 10049 | 0.0207 |
| 5 | 0.0240 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0024 | 10508 | 0.0198 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0199 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0006 |

ตารางที่ ก.53 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ณ อุณหภูมิ 68 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0229 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0023 | 5415 | 0.0404 |
| 2 | 0.0310 | 1.1000 | 0.5000 | 0.0034 | 3252 | 0.0451 |
| 3 | 0.0300 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0030 | 3827 | 0.0436 |
| 4 | 0.0280 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0028 | 4039 | 0.0442 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0433 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0021 |

ตารางที่ ก.54 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ณ อุณหภูมิ 68 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0265 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0027 | 2683 | 0.0703 |
| 2 | 0.0250 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0025 | 2872 | 0.0696 |
| 3 | 0.0240 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0024 | 2995 | 0.0696 |
| 4 | 0.0225 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0023 | 3491 | 0.0637 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0683 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0031 |

ตารางที่ ก.55 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นกระตุ้นด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ณ อุณหภูมิ 68 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0238 | 0.9500 | 0.5000 | 0.0023 | 2587 | 0.0857 |
| 2 | 0.0278 | 0.9650 | 0.5000 | 0.0027 | 2072 | 0.0901 |
| 3 | 0.0236 | 0.9500 | 0.5000 | 0.0022 | 2561 | 0.0870 |
| 4 | 0.0234 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0023 | 2518 | 0.0850 |
| 5 | 0.0300 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0030 | 1882 | 0.0885 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0872 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0021 |

ตารางที่ ก.56 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นอัลจิเนต ณ อุณหภูมิ 68 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0299 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0030 | 14023 | 0.0119 |
| 2 | 0.0366 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0037 | 11800 | 0.0116 |
| 3 | 0.0339 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0034 | 10646 | 0.0139 |
| 4 | 0.0280 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0028 | 15866 | 0.0113 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0122 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0012 |

ตารางที่ ก.57 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ไม่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่าย ณ อุณหภูมิ 80 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0181 | 1.0500 | 0.5000 | 0.0019 | 11847 | 0.0222 |
| 2 | 0.0160 | 0.9250 | 0.5000 | 0.0015 | 15954 | 0.0212 |
| 3 | 0.0130 | 0.9000 | 0.5000 | 0.0012 | 25172 | 0.0170 |
| 4 | 0.0150 | 0.9300 | 0.5000 | 0.0014 | 16799 | 0.0213 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0204 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0023 |

ตารางที่ ก.58 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ณ อุณหภูมิ 80 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0229 | 1.0200 | 0.5000 | 0.0023 | 5170 | 0.0414 |
| 2 | 0.0201 | 0.9600 | 0.5000 | 0.0019 | 5938 | 0.0436 |
| 3 | 0.0240 | 0.9850 | 0.5000 | 0.0024 | 4258 | 0.0497 |
| 4 | 0.0251 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0025 | 4308 | 0.0462 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0452 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0035 |

ตารางที่ ก.59 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ณ อุณหภูมิ 80 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0240 | 0.9850 | 0.5000 | 0.0024 | 2972 | 0.0712 |
| 2 | 0.0241 | 0.9950 | 0.5000 | 0.0024 | 2948 | 0.0707 |
| 3 | 0.0250 | 1.0000 | 0.5000 | 0.0025 | 2723 | 0.0735 |
| 4 | 0.0230 | 0.9650 | 0.5000 | 0.0022 | 3361 | 0.0670 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0706 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0027 |

ตารางที่ ก.60 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นไคโตแซนที่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นกระตุ้นด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ณ อุณหภูมิ 80 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0240 | 0.9550 | 0.5000 | 0.0023 | 2100 | 0.1039 |
| 2 | 0.0300 | 1.0500 | 0.5000 | 0.0032 | 1524 | 0.1042 |
| 3 | 0.0499 | 1.1500 | 0.5000 | 0.0057 | 687 | 0.1269 |
| 4 | 0.0251 | 0.9650 | 0.5000 | 0.0024 | 1925 | 0.1071 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.1105 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0110 |

ตารางที่ ก.61 ค่าการนำโปรตอนของเยื่อแผ่นอัลจิเนต ณ อุณหภูมิ 80 °C

| ตัวอย่างที่ | ความหนาเยื่อแผ่น (มม.) | ความกว้างเยื่อแผ่น (ซม.) | ระยะลวดแพลตินัม (ซม.) | พื้นที่หน้าตัดเยื่อแผ่น (ตร.ซม.) | ค่าความต้านทาน (โอห์ม) | ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0380 | 1.0500 | 0.5000 | 0.0040 | 8035 | 0.0156 |
| 2 | 0.0440 | 1.0400 | 0.5000 | 0.0046 | 6717 | 0.0163 |
| 3 | 0.0304 | 0.9100 | 0.5000 | 0.0028 | 12263 | 0.0148 |
| 4 | 0.0439 | 1.0900 | 0.5000 | 0.0048 | 6197 | 0.0169 |
| เฉลี่ย | | | | | | 0.0159 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | 0.0009 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ข

## ตัวอย่างการคำนวณ

### 1. ร้อยละการกำจัดหมู่แอเซติล

จากข้อมูลในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างที่ 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| น้ำหนักของไคโตแซนไฮโดรคลอไรด์ | = | 1.0130 | กรัม |
| ละลายในน้ำเพื่อให้ได้สารละลาย | = | 250 | มิลลิลิตร |

การไตเตรต

| | | | |
|---|---|---|---|
| ปริมาตรสารละลายไคโตแซนไฮโดรคลอไรด์ที่ใช้ | = | 50 | มิลลิลิตร |
| ปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (0.0880 N) | = | 7.70 | มิลลิลิตร |

การคำนวณ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ไคโตแซนไฮโดรคลอไรด์ 1 โมล (197.61672 กรัม) | = | NaOH 1 | โมล |
| มอนอเมอร์ที่มีหมู่ -$NHCOCH_3$ 1 โมล | = | 203.19296 | กรัม |

$$\textit{The amount of monomer having} - NH_2 \textit{ group} = \frac{5x[NaOH]xV_{NaOH}}{1000}$$

$$= \frac{5x0.0880x7.70}{1000} = 0.003388 \quad mol$$

$$= 0.003388x197.61672 = 0.6695 \quad gm$$

$$\textit{The amount of monomer having} - NHCOCH_3 \textit{ group} =$$

$$\frac{\textit{The weight of sample} - \textit{The amount of monomer having} - NH_2 \textit{ group}}{203.19296}$$

$$= \frac{1.0130 - 0.6695}{203.19296} = 0.001691 \quad mol$$

$$\textit{The total amount of nonomer} = 0.003388 + 0.001691 = 0.005079 \quad mol$$

$$\textit{The percent of deacetylat ion} = \frac{\textit{The amount of monomer having} - NH_2 \textit{ group}}{\textit{The total amount of nonomer}} x100$$

$$\textit{The percent of deacetylat ion} = \frac{0.003388}{0.005079} x100 = 66.71\%$$

2. **ร้อยละการดูดซับน้ำ**

จากข้อมูลในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.4 และ ตารางที่ ก.5 เยื่อแผ่นไคโตแซนที่ไม่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่าย ตัวอย่างที่ 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| น้ำหนักของเยื่อแผ่นเปียก | = | 0.4488 | กรัม |
| น้ำหนักของเยื่อแผ่นแห้ง | = | 0.1561 | กรัม |

$$\%\,Water\ content = \frac{(Weight\ of\ wet\ membrane - Weight\ of\ dried\ membrane)}{Weight\ of\ dried\ membrane} \times 100$$

$$= \frac{(0.4488 - 0.1561)}{0.1561} \times 100 = 187.51$$

3. **ร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนา**

จากข้อมูลในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.4 และ ตารางที่ ก.5 เยื่อแผ่นไคโตแซนที่ไม่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่าย ตัวอย่างที่ 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| ความหนาของเยื่อแผ่นเปียก | = | 0.0518 | มิลลิเมตร |
| ความหนาของเยื่อแผ่นแห้ง | = | 0.0186 | มิลลิเมตร |

$$\%\,Thickness\ change =$$

$$\frac{(Thickness\ of\ wet\ membrane - Thickness\ of\ dried\ membrane)}{Thickness\ of\ dried\ membrane} \times 100$$

$$= \frac{(0.0518 - 0.0186)}{0.0186} \times 100 = 178.49$$

4. **ความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออน**

จากข้อมูลในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.9 และ ตารางที่ ก.10 เยื่อแผ่นไคโตแซนที่ไม่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่าย ตัวอย่างที่ 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| น้ำหนักของเยื่อแผ่นแห้ง | = | 0.0130 | กรัม |
| ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ | = | 0.0045 | นอร์มอล |
| ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก | = | 0.0042 | นอร์มอล |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ = 20 มิลลิลิตร

ปริมาตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก = 18.90 มิลลิลิตร

ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ปิเปตมาไตเตรตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก = 20 มิลลิลิตร

$$Ion\ exchange\ capacity = \frac{\left(N_1V_1 - \left(\frac{V_1}{V_3}\right)N_2V_2\right)}{m}$$

เมื่อ

$N_1$ = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มอล)

$N_2$ = ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (นอร์มอล)

$V_1$ = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (มิลลิลิตร)

$V_2$ = ปริมาตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (มิลลิลิตร)

$V_3$ = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ปิเปตมาไตเตรตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (มิลลิลิตร)

m = น้ำหนักของเยื่อแผ่น (กรัม)

$$Ion\ exchange\ capacity = \frac{\left(0.0045(20) - \left(\frac{20}{20}\right)x0.0042(18.90)\right)}{0.0130}$$

$$= 0.74 \quad meq\ /\ g$$

5. **การนำโปรตอน**

จากข้อมูลในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.12 และตารางที่ ก.37 เยื่อแผ่นไคโตแซนที่ไม่ถูกทำให้เกิดโครงร่างตาข่าย ตัวอย่างที่ 1

ความหนาของเยื่อแผ่น = 0.0178 มิลลิเมตร

ความกว้างของเยื่อแผ่น = 1.0250 เซนติเมตร

ระยะห่างระหว่างลวดแพลตินัม = 0.4850 เซนติเมตร

*The area of membrane* = *Thickness of membrane x Wide of membrane*

$$= \left(\frac{0.0178}{10}\right) x\ 1.0250 = 0.0018 \quad cm^2$$

$$\sigma = \frac{1}{R}\left(\frac{l}{A}\right)$$

เมื่อ

$\sigma$ = ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนต์/เซนติเมตร)

$R$ = ความต้านทาน (โอห์ม)

$\ell$ = ระยะระหว่างลวดแพลทินัม (เซนติเมตร)

$A$ = พื้นที่หน้าตัดของเยื่อแผ่น (ตารางเซนติเมตร)

$$\sigma = \frac{1}{485010}\left(\frac{0.4850}{0.0018}\right) = 0.0005 \quad S/cm$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนันทวัน สุวรรณ เกิดเมื่อวันที่ 24 ตุลาคม พุทธศักราช 2520 ที่จังหวัดชลบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมีวิศวกรรม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2542 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2545

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย