

การทดลองที่ 21

การศึกษาการแพร่ของไอออนผ่านแผ่นเซลลูโลส

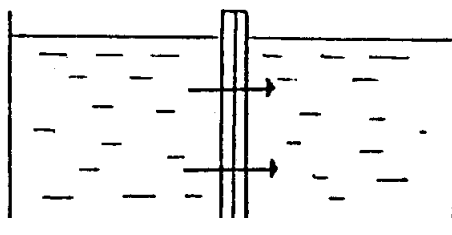
จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาการแพร่ของไอออน (aquated ions) ผ่านแผ่นเซลลูโลส ซึ่งนิยมใช้กันมากในวงการแพทย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในไตเทียม ในที่นี้จะแสดงให้เห็นถึงการประยุกต์วิธีทางเคมีไฟฟ้า ในการศึกษาปัญหาที่มีไอออนเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยใช้โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เป็นตัวอย่าง

ทฤษฎี

เครื่องมือที่ใช้ในขบวนการแพร่ (diffusion cell)

และส่วนประกอบดังรูป



รูปที่ 21.1 ส่วนประกอบเครื่องมือ

หลักการคือ ให้สารอิเล็กโทรไลต์จากข้างหนึ่งของเครื่องมือแพร่ผ่านเซลลูโลสไปยังน้ำกลั่นอีกข้างหนึ่ง ซึ่งมีปริมาตรเท่ากัน อัตราของการแพร่ (rate of diffusion) จะหาได้จากการเพิ่มค่าความนำไฟฟ้า (conductance) ในช่องที่มีน้ำกลั่นอยู่ ค่านี้จะจะมีมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปเนื่องจากการแพร่เกิดขึ้น ค่าความนำไฟฟ้าวัด

ได้โดยใช้เซลล์จุ่มลงไปในการละลายที่มีการคนอยู่ตลอดเวลา ค่าความนำไฟฟ้าจะถูกเปลี่ยนเป็นค่าความเข้มข้น โดยอาศัยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความนำไฟฟ้าและความเข้มข้นของ NaCl ซึ่งสร้างไว้ก่อน โดยใช้เซลล์ที่วัดอันเดียวกันกับการทดลองและในช่วงความเข้มข้นเดียวกัน

โดยปกติ การแพร่จะอธิบายได้โดยอาศัยกฎของฟิค (Fick's law) ข้อ 1 และ 2 อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้เราอาจใช้สมการทางจลนพลศาสตร์เคมีแทนได้ ขบวนการแพร่เป็นขบวนการผันกลับได้ (reversible) ไอออนจะแพร่ผ่านแผ่นเซลล์โลสไปและกลับ จนกระทั่งความเข้มข้นของไอออนทั้งสองด้านอยู่ในภาวะสมดุล

ถ้าอัตราของการแพร่แบบอันดับหนึ่ง (first order)

	ช่องด้านซ้าย	ช่องด้านขวา
ความเข้มข้นเริ่มต้น (โมลาร์)	a	0
ความเข้มข้นเมื่อเวลาผ่านไป t	a-x	x
ความเข้มข้นที่สภาวะสมดุล	0.5a	0.5a

อัตราการแพร่ของไอออน จะสามารถเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$\frac{dx}{dt} = k(a - x) - kx = k(a - 2x) \quad (1)$$

โดยที่ k เป็นค่าคงที่อัตราเร็วของการแพร่ ซึ่งมีค่าเท่ากันทั้งทิศทางไปและกลับ เมื่อทำการอินทิเกรตของสมการที่ 1

$$\int \frac{-1}{2k} \ln(a-2x) + \text{constant} = \int \frac{1}{2k} \ln \frac{a}{a-2x} \quad (2)$$

ค่า k จะขึ้นอยู่กับ

1. ระยะทางที่ไอออนเดินทางผ่านแผ่น เซลลูโลส
2. พื้นที่ผิวที่เกิดการแพร่ (พื้นที่ผิวของแผ่น เซลลูโลส)
3. ธรรมชาติของไอออนที่เกิดการแพร่

ถ้าให้พื้นที่ผิวของแผ่น เซลลูโลสคงที่ อัตราการแพร่จะบ่งบอกถึงธรรมชาติของไอออนที่เกิดการแพร่ได้

อุปกรณ์และสารเคมี

ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ลบ. ซม.

บีกเกอร์ขนาด 100 และ 50 ลบ. ซม.

เครื่องวัดค่าความนำ (conductance bridge)

เครื่องมือใช้ในการศึกษาการแพร่ (diffusion cell)

แผ่นเซลลูโลส (cellulose membrane)

0.1 โมลาร์ NaCl

น้ำกลั่นที่ผ่านขบวนการกำจัดไอออน

วิธีการทดลอง

1. สร้างกราฟเทียบมาตรฐาน ระหว่างค่าความนำไฟฟ้ากับความเข้มข้นของ NaCl โดยเตรียมสารละลาย NaCl ที่มีความเข้มข้น 0.01 0.02 0.03 0.05 และ 0.07 โมลาร์ ตามลำดับ แล้วนำมาวัดค่าความนำไฟฟ้า

2. จัดเครื่องมือดังรูปที่ 21.1 จากนั้นเติมน้ำกลั่นลงไปในห้องข้างหนึ่งก่อน เพื่อให้การจับเวลาเมื่อเริ่มการทดลองเป็นไปได้อย่างแม่นยำ จากนั้นใส่เซลล์ที่ใช้ในการทดลองลงไป

3. เทสารละลาย NaCl 0.10 โมลาร์ ลงไปในอีกห้องหนึ่งของเครื่องมือ ให้มีระดับเท่ากับน้ำกลั่น แล้วจับเวลาทันที ทำการวัดค่าความนำไฟฟ้าทุก 5 นาที จนกระทั่งครบ 30 นาที

4. ทำการทดลองซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

การวิเคราะห์ผลและการคำนวณ

หลังจากเปลี่ยนค่าความนำไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างการทดลองให้เป็นความเข้มข้นของ NaCl แล้ว นำผลที่ได้มาเขียนกราฟระหว่าง $\ln(a/(a-2x))$ กับเวลา t จากความชันจะสามารถคำนวณค่า k ได้ โดยใช้สมการ (2)

แบบรายงานข้อมูลการทดลองที่ 21
การศึกษาการแพร่ของไอออนผ่านแผ่นเซลลูโลส

ชื่อนักศึกษา รหัสประจำตัว

ชื่อผู้ร่วมงาน 1. รหัสประจำตัว

2. รหัสประจำตัว

กลุ่มที่ ตอนที่

วันที่ทำการทดลอง

อุดมhuriห้อง ช

อุดมhuriสารละลายที่ทำปฏิกิริยา ช

1. กราฟเทียบมาตรฐาน

[NaCl] (โมลาร์)	ค่าความต้านทาน (โอห์ม)	ค่าความนำไฟฟ้า (โมห์)
0.01		
0.02		
0.03		
0.05		
0.07		

2. วัดค่าความต้านทานและความนำไฟฟ้าในเครื่องมือ (diffusion cell)

เวลา (นาที)	ค่าความต้านทาน (โอห์ม)		ค่าความนำไฟฟ้า (โมห์)	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
0				
5				
10				
15				
20				
25				
50				

แบบรายงานข้อมูลการทดลองที่ 21
การศึกษาการแพร่ของไอออนแอมโมเนียมผ่านแผ่นเซลลูโลส

ชื่อนักศึกษา รหัสประจำตัว

ชื่อผู้ร่วมงาน 1. รหัสประจำตัว

2. รหัสประจำตัว

กลุ่มที่ ตอนที่

วันที่ทำการทดลอง

อุณหภูมิห้อง °C

อุณหภูมิสารละลายที่ทำปฏิกิริยา °C

1. กราฟเทียบมาตรฐาน

[NaCl] (โมลาร์)	ค่าความต้านทาน (โอห์ม)	ค่าความนำไฟฟ้า (โมห์)
0.01		
0.02		
0.03		
0.05		
0.07		

2. วัดค่าความต้านทานและความนำไฟฟ้าในเครื่องมือ (diffusion cell)

เวลา (นาที)	ค่าความต้านทาน (โอห์ม)		ค่าความนำไฟฟ้า (โมห์)	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
0				
5				
10				
15				
20				
25				
50				