

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี

ก 1. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1) การวัดค่าสี (ดัดแปลงจาก Palou *et al.*, 1999)

เครื่องมือ

เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Quest XT

วิธีการ

1. เลือกโปรแกรม Hunter Lab (L, a, b) illuminate = C และ observer = 2°
2. ทำการปรับมาตรฐานสีโดยใช้แผ่นเทียบสีค่ามาตรฐานและน้ำกลั่น
3. รินตัวอย่างใส่ในคิวเวตแล้วนำไปวางในตำแหน่งที่วัดค่าสี
4. ค่าที่อ่านได้เป็นค่า L^* , a^* , b^*

2) การหาความหนืดโดยใช้ Capillary viscometer

เครื่องมือ

เครื่องวัดความหนืดแบบ Capillary ยี่ห้อ Scotth รุ่น 531-10

วิธีการ

1. เตรียมสารละลายที่ต้องการวัด ปริมาตร 2 ml เทสารละลายลงในกระเปาะของอุปกรณ์ตำแหน่ง A
2. นำจุกยางครอบไว้ที่ตำแหน่ง B ดูดสารละลายให้เคลื่อนที่ขึ้นไปอยู่เหนือระดับตำแหน่ง C
3. จับเวลาการไหลของสารละลายเริ่มจับเวลา $t = 0$ และ $t = t$ ใดๆ เมื่อสารละลายเคลื่อนจาก C ถึง D
4. ทำการทดลองซ้ำ ข้อ 2 และข้อ 3 จำนวน 5 ครั้ง
5. นำเวลาที่บันทึกได้ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปแทนค่าในสมการความหนืดของสาร
6. สมการหาความหนืดของสาร มีดังนี้

$$\eta = Dkt_{mean} \quad [ก.1]$$

เมื่อ η = ความหนืดของสารละลาย

K = ค่าคงที่ของอุปกรณ์การวัด มีค่า 0.01 ($m^2 \cdot s^{-2}$)

t_{mean} = เวลาเฉลี่ยที่สารละลายใช้ในการเคลื่อนที่ จาก C ถึง D (s)

D = ความหนาแน่นของสารละลาย ($kg \cdot m^{-3}$)

$$\text{หาค่าจากสมการ} \quad D = \frac{M}{V} \quad [\text{ก.2}]$$

เมื่อ M = มวลของสารละลาย ซึ่งหาได้จากการนำสารละลาย ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ไปชั่ง ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (kg)

V = ปริมาตรของสารละลาย (m^3)

ก 2. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1) การหาค่าพีเอช

เครื่องมือ

เครื่อง pH meter

วิธีการ

นำน้ำปลาไปวัดค่าพีเอชด้วยเครื่อง pH meter

2) การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (A.O.A.C., 2002)

อุปกรณ์

1. หลอดย่อยตัวอย่าง ขนาด 250-300 มล.
2. ชุดย่อยตัวอย่าง ยี่ห้อ Gerhardt รุ่น TT (TT 625, 440, 480, 125)
3. ชุดกลั่นตัวอย่าง ยี่ห้อ Gerhardt รุ่น Vap 20
4. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มล.
5. ขวดปรับปริมาตร ขนาด 1,000 มล.
6. บีเปต ขนาด 1 มล.
7. บิวเรต ขนาด 25 มล.
8. เครื่องหมุนแบบแม่เหล็ก (magnetic stirrer) และแท่งแม่เหล็ก

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. คอปเปอร์ซัลเฟต

3. โปแตสเซียมซัลเฟต
4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 20
ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 100 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มล.
5. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40
ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 400 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มล.
6. สารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4
ละลายกรดบอริก 40 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มล.
7. สารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.1 นอร์มัล
8. อินดิเคเตอร์ที่ใช้ในการกลั่น
 - 8.1 ละลายเมธิลเรด 0.0625 กรัม และเมธิลดีนบลู 0.041 กรัม ในเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 จำนวน 50 มล.
 - 8.2 ละลายโบรโมคริสซอลกรีน 0.01 กรัม ในน้ำกลั่นจำนวน 10 มล.
 - 8.3 ผสมสารละลายข้อ 8.1 และ 8.2 เข้าด้วยกัน

วิธีการ

1. ชั่งคอปเปอร์ซัลเฟต 0.45 กรัม และ โปแตสเซียมซัลเฟต 4.54 กรัม ใส่ในหลอดย่อยตัวอย่าง
2. ปิ่ตน้ำปลา 10 มล. ลงในหลอดย่อยตัวอย่าง
3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มล.
4. นำไปย่อยด้วยชุดย่อยตัวอย่าง จนกระทั่งได้สารละลายใส ปล่อยให้แห้งในระหว่างการย่อยให้ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 20 รองรับไอกรดที่ระเหยจากการย่อย
5. เตรียมชุดกลั่นตัวอย่างโดยใส่สารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 จำนวน 40 มล. ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล. เติมอินดิเคเตอร์ 2 หยด จากนั้นนำไปรองรับของเหลวที่จะกลั่น โดยให้ส่วยปลายของอุปกรณ์ควมแน่นจุ่มลงในสารละลายนี้
6. นำหลอดย่อยตัวอย่างที่ย่อยแล้วมาเติมน้ำกลั่น 50 มล. แล้วมาต่อเข้ากับชุดกลั่นตัวอย่าง
7. ตั้งโปรแกรมให้เครื่องเติมน้ำและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 จากนั้นกลั่นจนกระทั่งได้สารละลายในขวดรูปชมพู่ประมาณ 180 มล.
8. ไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนได้สารละลายสีม่วงแดง
9. ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกับข้างต้นแต่ไม่ต้องใส่ตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (กรัม/ลิตร)} = (a-b) \times N \times 14.007$$

โดยที่ a = ปริมาตรของกรดเกลือที่ใช้ในการไตเตรตกับตัวอย่าง หน่วยเป็น มล.

b = ปริมาตรของกรดเกลือที่ใช้ในการไตเตรตกับ blank หน่วยเป็น มล.

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือ หน่วยเป็น นอร์มัล

14.007 = น้ำหนักกรัมสมมูลย์ของไนโตรเจน

3) การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนจากกรดอะมิโน (มอก.3-2526)

ปริมาณไนโตรเจนจากกรดอะมิโนคือผลต่างระหว่างฟอร์มาลดีไฮด์ไนโตรเจนกับอัมโมเนียคัลไนโตรเจน

4) ฟอร์มาลดีไฮด์ไนโตรเจน (มอก.3-2526)

อุปกรณ์

1. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มล.
2. ปิเปต ขนาด 1 มล. และ 10 มล.
3. บิวเรต ขนาด 25 มล.

สารเคมี

1. สารละลายฟอร์มาลดีไฮด์เข้มข้นร้อยละ 37
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล
3. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์

วิธีการ

1. ปิเปตตัวอย่างน้ำปลาจำนวน 1 มล. ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล.
2. เติมน้ำกลั่นลงไป 40 มล.
3. เติมฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 10 หยด
4. ปรับสารละลายตัวอย่างให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล
5. เติมสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์เข้มข้นร้อยละ 37 จำนวน 10 มล. เขย่าให้เข้ากัน ตั้งไว้ 2 นาที
6. ไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนกระทั่งได้สารละลายสีชมพู

7. ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกับข้างต้นแต่ไม่ต้องใส่ตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณฟอสฟอรัสในไตรเจน (กรัม/ลิตร)} = (a-b) \times N \times 14.007$$

โดยที่ a = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรตกับตัวอย่าง หน่วยเป็น มล.

b = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรตกับ blank หน่วยเป็น มล.

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือ หน่วยเป็น นอร์มัล

$$14.007 = \text{น้ำหนักกรัมสมมูลย์ของไนโตรเจน}$$

5) การวิเคราะห์ปริมาณอัมโมเนียคัลไนโตรเจน (มอก.3-2526)

อุปกรณ์

1. หลอดกลั่นตัวอย่าง ขนาด 250-300 มล.
2. ชุดกลั่นตัวอย่าง ยี่ห้อ Gerhardt รุ่น Vap 20
3. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มล.
4. ขวดปรับปริมาตร ขนาด 1,000 มล.
5. ปิเปต ขนาด 10 มล.
6. บิวเรต ขนาด 25 มล.
7. เครื่องหมุนแบบแม่เหล็ก (magnetic stirrer) และแท่งแม่เหล็ก

สารเคมี

1. แมกนีเซียมออกไซด์
2. สารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4
ละลายกรดบอริก 40 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มล.
3. สารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.1 นอร์มัล
4. อินดิเคเตอร์
 - 1.1 ละลายเมธิลเรด 0.0625 กรัม และเมธิลลีนบลู 0.041 กรัม ในเอธานอลเข้มข้นร้อยละ 95 จำนวน 50 มล.
 - 4.2 ละลายโบรโมครีซอลกรีน 0.01 กรัม ในน้ำกลั่นจำนวน 10 มล.
 - 4.3 ผสมสารละลายข้อ 4.1 และ 4.2 เข้าด้วยกัน

วิธีการ

1. เตรียมชุดกลั่นตัวอย่างโดยใส่สารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 จำนวน 50 มล. ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล. เติมอินดิเคเตอร์ 2 หยด จากนั้นนำไปกรองรับของเหลวที่กลั่นได้ โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลาย
2. ชั่งแมกนีเซียมออกไซด์ 3 กรัม ใส่ในหลอดกลั่นตัวอย่าง
3. บีบน้ำปลา 1 มล. ลงไป รีบต่อเข้ากับชุดกลั่น
4. ตั้งโปรแกรมให้เครื่องเติมน้ำ จากนั้นกลั่นจนกระทั่งได้สารละลายในขวดรูปชมพู่ประมาณ 180 มล.
5. ไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนได้สารละลายสีม่วงแดง
6. ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกับข้างต้นแต่ไม่ต้องใส่ตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณอัมโมเนียคลอรีนในโตรเจน (กรัม/ลิตร)} = (a-b) \times N \times 14.007$$

โดยที่ a = ปริมาตรของกรดเกลือที่ใช้ในการไตเตรตกับตัวอย่าง หน่วยเป็น มล.

b = ปริมาตรของกรดเกลือที่ใช้ในการไตเตรตกับ blank หน่วยเป็น มล.

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือ หน่วยเป็น นอร์มัล

$$14.007 = \text{น้ำหนักกรัมสมมูลของไนโตรเจน}$$

6) การวิเคราะห์ปริมาณเกลือ (A.O.A.C., 2002)

อุปกรณ์

1. เตาไฟฟ้า
2. เครื่อง magnetic, Magnetic bar
3. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

สารเคมี

1. สารละลายเงินไนเตรดความเข้มข้น 0.1 โมลาร์
2. กรดไนตริกเข้มข้น
3. สารละลายอิมิตัวของแอมโมเนียมเพอริซัลเฟตร้อยละ 5
4. สารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์เข้มข้น 0.1 โมลาร์

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่พลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายเงินไนเตรดความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ใส่ลงไป 10-20 มิลลิลิตร เติมกรดไนตริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร
2. นำสารละลายที่ได้ไปต้มนานประมาณ 10 นาที จนกระทั่งสารละลายในพลาสติกมีสีเหลืองอ่อน ปล่อยให้เย็น
3. กรองสารละลายที่ได้ลงในพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น
4. เติมสารละลายอิมตัวของแอมโมเนียมเพอร์ริชัลเฟต 5 มิลลิลิตร แล้วไตเตรทด้วยสารละลายโปแตสเซียมไซโอไซยานาตเข้มข้น 0.1 โมลาร์ จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีส้ม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเกลือ (\%)} = \frac{5.8 \times [(\text{มล.} \times \text{N}) \text{AgNO}_3 - (\text{มล.} \times \text{N}) \text{KSCN}]}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

7) การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดโดยใช้ Phenol sulfuric method (Chaplin, 1986)

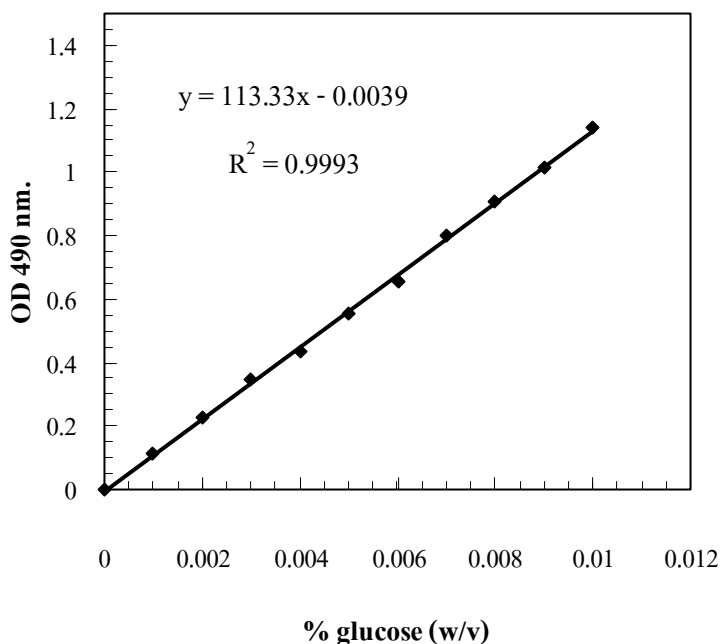
อุปกรณ์

1. ปิเปต ขนาด 1 มิลลิลิตร
 2. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Hitachi รุ่น -2000 ประเทศญี่ปุ่น
- สารเคมี

1. สารละลายฟินอลเข้มข้นร้อยละ 5
2. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น

วิธีการ

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร นำไปแช่บนน้ำแข็ง
2. เติมสารละลายฟินอลเข้มข้นร้อยละ 5 จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 2-3 นาที
3. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น จำนวน 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันทันที ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที
4. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกลูโคสมาตรฐานกับความเข้มข้นร้อยละ 0.001, 0.002, 0.003, 0.004, 0.005, 0.006, 0.007, 0.008, 0.009 และ 0.01(w/v) และค่าการดูดกลืนแสง



ภาพภาคผนวกที่ 1 กราฟมาตรฐานสำหรับการหาปริมาณน้ำตาลด้วยวิธี Phenol sulfuric method โดยใช้กลูโคสเป็นสารละลายมาตรฐาน

Figure-Appendix1 Stand curve of sugar quantitation by Phenol sulfuric method using glucose as standard reagent

8) การวิเคราะห์ปริมาณเกลือโดยใช้ Conductivity meter (Xu *et al*, 2005)

อุปกรณ์

1. เครื่อง Conductivity meter

สารเคมี

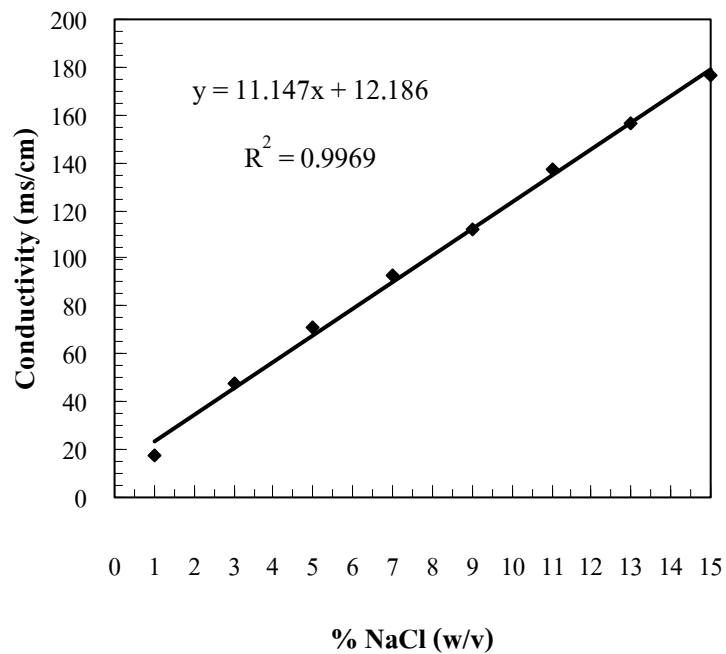
1. น้ำกลั่น

2. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1, 3, 5, 7, 9, 13 และ 15 (w/v)

วิธีการ

1. นำอิเล็กโทรดมาจุ่มลงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1, 3, 5, 7, 9, 13 และ 15 (w/v) ตามลำดับ โดยหลังจากวัดความเข้มข้นหนึ่งเสร็จแล้วให้ล้างหัวอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่นแล้วเช็ดให้แห้งด้วยกระดาษทิชชูก่อนนำไปวัดที่ความเข้มข้นต่อไป

2. นำค่าการนำไฟฟ้าที่ได้เขียนกราฟกับค่าความเข้มข้นที่เตรียมได้เป็นกราฟมาตรฐาน ดังนี้



ภาพภาคผนวกที่ 2 กราฟมาตรฐานสำหรับการหาปริมาณ โซเดียมคลอไรด์ โดยใช้ Conductivity meter โดยใช้โซเดียมคลอไรด์เป็นสารละลายมาตรฐาน

Figure-Appendix2 Stand curve of NaCl quantitation by conductivity meter using NaCl as standard reagent

ภาคผนวก ข การคำนวณ

1. การคำนวณค่าฟลักซ์

จากการทดลองสามารถคำนวณค่าฟลักซ์ที่เวลาใดๆ ได้จากสมการ[ข.1]

$$J_v = \frac{V_p}{A.t} \quad [\text{ข.1}]$$

เมื่อ	J_v	=	ฟลักซ์เชิงปริมาตร ($\text{m}^3/\text{m}^2.\text{h}$)
	V_p	=	ปริมาตรของเพอมีเอท (m^3)
	A	=	พื้นที่การกรองของเมมเบรน (m^2)
	t	=	เวลา (h)

2. การคำนวณความต้านทาน

จากการทดลอง ได้แยกความต้านทานการไหลของเพอมีเอทเป็น

- i. ความต้านทานของเมมเบรน (R_m)
- ii. ความต้านทานเนื่องจากการเกิดฟาวลิง (R_{fr})
- iii. ความต้านทานเนื่องจากชั้นโพลารไรต์เซชัน (R_{fr})

ดังนั้นความต้านทานรวม (R_t) ในสมการที่ [ข.2] ประกอบด้วย

$$R_t = R_m + R_{fr} + R_{fr} \quad [\text{ข.2}]$$

ซึ่งความต้านทานแต่ละตัวสามารถคำนวณได้ดังนี้

- 1.) ความต้านทานรวม (R_t) สามารถคำนวณได้จากฟลักซ์ของสารละลายดังสมการที่ [ข.3]

$$R_t = \frac{TMP}{\mu_p J} \quad [\text{ข.3}]$$

เมื่อ	TMP	=	ความดันที่ให้กับระบบ (Pa)
	J	=	ฟลักซ์ของสารละลาย ($\text{m}^3/\text{m}^2.\text{s}$)
	μ_p	=	ความหนืดของสารละลาย (Pa.s)

2.) ความต้านทานเมมเบรน (R_m) สามารถคำนวณได้จากฟลักซ์ของน้ำกรองจากสมการ

$$R_m = \frac{TMP}{\mu_w J_w} \quad [\text{ข.4}]$$

เมื่อ	TMP	=	ความดันที่ให้กับระบบ (Pa)
	J_w	=	ฟลักซ์ของน้ำกรองก่อนการใช้งาน ($\text{m}^3/\text{m}^2.\text{s}$)
	μ_w	=	ความหนืดของน้ำกรอง (Pa.s)

หลังจากการใช้งานแล้วจะทำการล้างเมมเบรนด้วยน้ำกรองเพื่อกำจัดชั้นโพลาไรเซชัน ดังนั้นค่าความต้านทานของชั้นโพลาไรเซชันถูกกำจัดออกไป ค่าความต้านทานที่เหลืออยู่คือ ความต้านทานเมมเบรน (R_m) และความต้านทานของฟาวลิง (R_{fir}) ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ [ข.5]

$$R_m + R_{fir} = \frac{TMP}{\mu_w J'_w} \quad [\text{ข.5}]$$

เมื่อ J'_w = ฟลักซ์ของน้ำกรองหลังจากที่ล้างเมมเบรนด้วยน้ำกรอง ($\text{m}^3/\text{m}^2.\text{s}$)

3.) ความต้านทานของชั้นโพลาไรเซชัน (R_{fr}) สามารถคำนวณโดยการแทนค่าของสมการที่ [ข.3] และ [ข.5] ลงในสมการที่ [ข.2]

4.) ความต้านทานของฟาวลิง (R_{fir}) สามารถคำนวณโดยการแทนค่าของ R_m จากสมการ [ข.4] ลงในสมการ [ข.5] จะได้ดังนี้

$$R_{fir} = \frac{TMP}{(\mu_w J'_w) - R_m} \quad [\text{ข.6}]$$

3. การคำนวณความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์และโปรตีนในกระบวนการไดอะลิซิสและการทำให้เข้มข้นแบบกะ

กระบวนการแบบกะ สามารถคำนวณความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของสารได้จากการทำสมดุลมวลดังนี้

โดยกำหนดให้	V_0, C_0	=	ปริมาตรและความเข้มข้นของสารละลายป้อน
	V_R, C_R	=	ปริมาตรและความเข้มข้นของรีเทนเทท
	V_P, C_P	=	ปริมาตรและความเข้มข้นของเพอมีเอท

$$VCR = \frac{V_0}{V_R} \quad [\text{ข.7}]$$

จากการทำสมดุลมวลของปริมาตรของสารละลาย

$$V_0 = V_R + V_P \quad [\text{ข.8}]$$

$$C_0V_0 = C_RV_R + C_PV_P \quad [\text{ข.9}]$$

ถ้าทำสมดุลมวล จากสมการ [ข.7] และ [ข.9] ได้

$$C_R = C_0(VCR)^R \quad [\text{ข.10}]$$

กระบวนการไดอะฟิลเตรชัน สามารถคำนวณความเข้มข้นของสารได้จากสมการ [ข.11]

โดยกำหนดให้ C_{S0}, C_S = ความเข้มข้นของสาร โมเลกุลเล็กหรือใหญ่ที่เวลาเริ่มต้นและที่เวลาใดๆ

V_D = ปริมาตรของน้ำที่ป้อนเพื่อทำไดอะฟิลเตรชันซึ่งเท่ากับ
ปริมาตรของเพอมีเอท (หรืออัตราการไหล)

จากการทำสมดุลมวล ความเข้มข้น C_S ที่เหลืออยู่ในถังป้อนมีความสัมพันธ์กับ V_D ดังนี้

เมื่อค่าการกักกันสาร, $R = 0$)

$$C_S = C_{S0} e^{\frac{-V_D}{V}} \quad [\text{ข.11}]$$

เมื่อค่าการกักกันสาร, $R \neq 0$)

$$C_S = C_{S0} e^{\frac{-(1-R)V_D}{V_0}} \quad [\text{ข.12}]$$

$$\text{Number of diavolume} = \frac{V_D}{V_0} \quad [\text{ข.13}]$$

Number of diavolume คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของเพอมีเอทกับปริมาตรของสารละลายป้อนเริ่มต้น