ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ก
การเตรียมไมโครอิมัลชันของเฮปเทนและ SDS อัตราส่วนต่างๆ

ความสัมพันธ์ของ ω และความเข้มข้นของเฮปเทนและ SDS เป็นดังนี้

$$\omega = \frac{[\text{Heptane}]}{[\text{SDS}]} \qquad \text{(ก.1)}$$

ดังนั้นการคำนวณปริมาตรของเฮปเทน ที่ใช้ในการเตรียมไมโครอิมัลชัน $\omega = 10$ จากเฮปเทน 99 % w/v MW 100 และ 0.0100 M SDS เป็นดังนี้

$$10 = \frac{[\text{Heptane}]}{[\text{SDS}]} = \frac{[\text{Heptane}]}{0.0100\ \text{M}}$$

$$[\text{Heptane}] = 10 \times 0.0100 = 0.100\ \text{M}$$

$$\therefore \text{ปริมาตรเฮปเทนที่ใช้} = \frac{0.100\ (\text{M}) \times 50.00\ (\text{ml}) \times 100\ (\text{g/mol}) \times 100}{1000 \times 99}$$

$$= 0.505\ \text{ml}$$

ดังนั้นในการเตรียมไมโครอิมัลชัน $\omega = 10$ ทำโดยปิเปตเฮปเทน 0.51 ml เติมลงไปใน 50 ml 0.0100 M SDS ในขวดไวออร์

ภาคผนวก ข
การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ และ I_2

(1) การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของ $Na_2S_2O_3$ จากการทำมาตรฐานกับ KIO_3

สมการแสดงปฏิกิริยาระหว่าง $Na_2S_2O_3$ กับ KIO_3 เป็นดังนี้

$$IO_3^- + 5H^+ + 6S_2O_3^{2-} \rightleftharpoons 6I^- + 3S_4O6^{2-} + H_2O \qquad (ข.1)$$

จากสมการพบว่า 1 โมลของ KIO_3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับ 6 โมล $Na_2S_2O_3$ ดังนั้นสามารถเขียนสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_3$ ได้ดังนี้

$$C_2 = 6C_1V_1 / V_2 \qquad (ข.2)$$

เมื่อกำหนดให้ C_1 = ความเข้มข้นของ KIO_3 (mM)

V_1 = ปริมาตรของ KIO_3 (ml)

C_2 = ความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_3$ (mM)

V_2 = ปริมาตรของ $Na_2S_2O_3$ (ml)

จากตาราง 25 จะได้ว่า

C_1 = 1.28 (mM) , V_1 = 1.00 (ml) V_2 (เฉลี่ย) = 8.13 (ml)

เมื่อแทนค่าต่างๆ ลงในสมการ (ข.2) ความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_3$ มีค่าเท่ากับ

$$\text{ความเข้มข้น } Na_2S_2O_3 = \frac{6 \times 1.28 \text{ (mM)} \times 1 \text{ (ml)}}{8.13 \text{ (ml)}}$$

ความเข้มข้น $Na_2S_2O_3$ = 0.944 mM

(2) การหาความเข้มข้นที่แน่นอน (a_M) ของ I_2 จากการทำมาตรฐานกับ $Na_2S_2O_3$

สมการแสดงปฏิกิริยาระหว่าง I_2 กับ $Na_2S_2O_3$ เป็นดังนี้

$$I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightleftharpoons 2I^- + S_4O6^{2-} \qquad (ข.3)$$

จากสมการพบว่า 1 โมลของ I_2 ทำปฏิกิริยาพอดีกับ 2 โมล $Na_2S_2O_3$ ดังนั้นสามารถเขียนสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาความเข้มข้นของ I_2 ได้ดังนี้

$$C_1 = C_2V_2 / 2V_1 \qquad (ข.4)$$

เมื่อกำหนดให้ C_1 = ความเข้มข้นของ I_2 (mM)

V_1 = ปริมาตรของ I_2 (ml)

C_2 = ความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_3$ (mM)

V_2 = ปริมาตรของ $Na_2S_2O_3$ (ml)

จากตาราง 25 จะได้ว่า

C_2 = 0.944 (mM) , V_2 = 1.03 (ml) , V_1 (เฉลี่ย) = 10.0 (ml)

เมื่อแทนค่าต่างๆ ลงในสมการ (ข.4) ความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_3$ มีค่าเท่ากับ

$$\text{ความเข้มข้น } I_2 = \frac{0.944 \text{ (mM)} \times 1.03 \text{ (ml)}}{2 \times 10 \text{ (ml)}}$$

ความเข้มข้น I_2 = 0.0488 mM = a_M

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาคผนวก ค
การคำนวณความร้อนจากปฏิกิริยา

โดยทั่วไปความร้อนของปฏิกิริยาสามารถหาได้จากสมการของ Clausius-Clapeyron [12]

$$\ln K = -\Delta H^{\circ} / RT + C \qquad (ค.1)$$

ดังนั้นถ้าทำกราฟที่พล๊อตระหว่าง ln K และ 1/T จะได้

$$\Delta H = -\text{Slope} \times R \qquad (ค.2)$$

(1) การคำนวณ Δ H ของปฏิกิริยา I_2 และ KI

จากค่า K_{eq} ของปฏิกิริยาระหว่าง I_2 และ KI ในน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ เมื่อนำ ln K_{eq} มาพล๊อตกับ 1/T ผลที่ได้แสดงดังรูป 62 และพบว่าความชันของกราฟเมื่อใช้ a_M = 0.110 mM I_2 มีค่าเท่ากับ 1.97 ดังนั้น

$$\Delta H = -1.97\ (K) \times 8.314\ (J\ mol^{-1}K^{-1}) = -16.38\ J\ mol^{-1}K^{-1}$$

(2) การคำนวณ Δ H จากการกระจายของ I_2 ในไมโครอิมัลชัน

สำหรับการคำนวณความร้อนจากการกระจายของ I_2 ในไมโครอิมัลชันของเฮปเทน/SDS ทำการคำนวณในลักษณะเดียวกันกับตอนแรก ซึ่งจากค่า K_D ที่อุณหภูมิต่างๆ เมื่อนำ ln K_D มาพล๊อตกับ 1/T ผลที่ได้แสดงดังรูป 86 เมื่อนำมาคำนวณดังสมการ (ค.2) พบว่า เมื่อ a_M = 0.107 mM กราฟมีความชันเท่ากับ 2.70 ดังนั้น

$$\Delta H = -2.70\ (K) \times 8.314\ (J\ mol^{-1}K^{-1}) = -22.5\ J\ mol^{-1}K^{-1}$$

ภาคผนวก ง
ความสัมพันธ์ระหว่างค่า K_{eq} และค่า K_D ของสารผสมเฮปเทน/น้ำ

ค่า K_{eq} และ K_D เป็นค่าคงที่สมดุลทางเคมีและสามารถนำค่าใดค่าหนึ่งไปคำนวณหาอีกค่าหนึ่งได้ ซึ่งในงานวิจัยได้พิจารณาถึงการคำนวณหาค่า K_D ด้วย K_{eq} เพียงอย่างเดียว แต่สำหรับภาคผนวกนี้ได้พิจารณาถึงการหาค่า K_{eq} โดยค่า K_D โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

(1) วิธีการทดลอง

1. เตรียมสารละลายต่างๆ ดังต่อไปนี้

ตาราง ง.1 การเตรียมสารละลาย A, B, C, D, E และ F

สารละลายที่ใช้	A	B	C	D	E	F
ปริมาตร(ml) 0.08 M I_2 / C_7H_{16}	25	-	-	25	-	25
ปริมาตร(ml) 0.04 M I_2 / C_7H_{16}	-	25	-	-	25	-
ปริมาตร(ml) 0.02 M I_2 / C_7H_{16}	-	-	25	-	-	-
ปริมาตรของน้ำกลั่น (ml)	100	100	100	-	-	-
ปริมาตร(ml) 0.15 M KI	-	-	-	100	100	-
ปริมาตร(ml) 0.03 M KI	-	-	-	-	-	100
ปริมาตรทั้งหมด (ml)	125	125	125	125	125	125

2. เขย่าสารละลายผสมทั้ง 6 ขวดอย่างแรง เป็นเวลา 1 hr ในเครื่องเขย่าและตั้งทิ้งไว้ให้ชั้นของน้ำและ เฮปเทนแยกออกจากกัน

3. ปิเปตสารละลายในชั้นของน้ำ 25 ml ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml ซึ่งมีสารละลาย KI เข้มข้น 0.100 M อยู่ 10 ml I^- จาก KI จะทำปฏิกิริยากับ I_2 จากนั้นนำไปไทเทรตกับสารละลาย $Na_2S_2O_3$ (ดูหมายเหตุด้านล่างประกอบ) จนกระทั่งสีของ I_2 จางลง แสดงว่าใกล้ถึงจุดยุติแล้วจึงเติมสารละลายน้ำแป้งลงไป 3-4 หยด แล้วทำการไทเทรตต่อไปอีกเรื่อยๆ จนสีน้ำเงินหายไป

4. ปิเปตสารละลายในชั้นของ เฮปเทน จำนวน 10 ml ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml ซึ่งมีสารละลาย KI ความเข้มข้น 0.100 M ปริมาณ 10 ml นำไปไทเทรตกับสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ความเข้มข้น 0.100 M โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์เช่นกัน

5. จากปริมาณของ $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ในการไทเทรตชั้นของน้ำและชั้นของเฮปเทน สามารถหาปริมาณของ I_2 ที่มีอยู่ในแต่ละชั้นได้

หมายเหตุ ; -สารละลายในชั้นน้ำที่ได้จากขวด A, B, และ C ให้นำไปไทเทรตกับ $Na_2S_2O_3$ ที่ มีความเข้มข้น 0.010 M

-สารละลายในชั้นน้ำที่ได้จากขวด D, E, และ F ให้นำไปไทเทรตกับ $Na_2S_2O_3$ ที่ มี ความเข้มข้น 0.100 M

6. จากสารละลายในขวด A, B และ C สามารถคำนวณหาความเข้มข้นของ I_2 ในชั้นของน้ำ ,$[I_2]_{aq}$ ความเข้มข้นของ I_2 ในชั้นของเฮปเทน ตลอดจนค่าคงที่การกระจาย (K_D) ได้

7. จากสารละลายในขวด D, E และ F สามารถคำนวณหา ความเข้มข้นของ I_2 ในชั้นของน้ำ $[I_2]_{aq}$ ความเข้มข้นของ I_3^- ในชั้นของน้ำ $[I_3^-]$ ความเข้มข้นของ I^- ในชั้นของน้ำ $[I^-]$ ตลอดจน นำค่าต่างๆ ที่คำนวณได้ไปหาค่าคงที่สมดุลเคมี (K_{eq}) ได้ ซึ่งการคำนวณต่างๆ

(2) ผลการทดลองและการคำนวณ

ตาราง ง.2 คำนวณหาค่า K_D

	สารผสม A		สารผสม B		สารผสม C	
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่1	ครั้งที่2
ปริมาตร(ml) ของ 0.010 M $Na_2S_2O_3$	6.30	6.30	4.20	4.40	2.80	2.70
$[I_2]_{aq}$ (M)	1.26×10^{-3}	1.26×10^{-3}	8.4×10^{-4}	8.8×10^{-4}	5.6×10^{-4}	5.4×10^{-4}
$[I_2]_{aq}$ เฉลี่ย (M)	1.26×10^{-3}		8.60×10^{-4}		5.50×10^{-4}	
ปริมาตร(ml) ของ 0.100 M $Na_2S_2O_3$	10.60	10.60	5.90	5.90	3.50	3.50
$[I_2]_{Heptane}$ (M)	0.053	0.053	0.030	0.030	0.018	0.018
$[I_2]_{Heptane}$ เฉลี่ย (M)	0.053		0.030		0.018	
$K_D = \frac{[I_2]_{Heptane}}{[I_2]_{aq}}$	42.06		34.30		31.82	
K_D เฉลี่ย	36.06					

ตาราง ง.3 การคำนวณหาค่า K_{eq} ของปฏิกิริยาระหว่าง I_2 กับ I^-

	สารผสม D		สารผสม E		สารผสม F	
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่1	ครั้งที่2
ปริมาตร(ml) ของ 0.100 M $Na_2S_2O_3$	6.30	6.10	4.00	4.10	4.70	4.60
$[I_2 + I_3^-]_{aq}$ (M)	0.012	0.012	0.008	0.008	0.009	0.009
$[I_2 + I_3^-]_{aq}$ เฉลี่ย (M)	0.012		0.008		0.009	
ปริมาตร(ml) ของ 0.100 M $Na_2S_2O_3$	0.900	1.00	1.00	1.00	3.30	3.20
$[I_2]_{Heptane}$ (M)	4.5×10^{-3}	5.0×10^{-3}	5.0×10^{-3}	5.0×10^{-3}	0.0165	0.0160
$[I_2]_{Heptane}$ เฉลี่ย (M)	4.75×10^{-3}		5.00×10^{-3}		16.25×10^{-3}	
$[I_2]_{aq}$ เฉลี่ย (M)	1.32×10^{-4}		1.39×10^{-4}		4.51×10^{-4}	
$[I_3^-]_{aq}$ เฉลี่ย (M)	0.0123		7.961×10^{-3}		8.849×10^{-3}	
$[I^-]_{aq}$ เฉลี่ย (M)	0.0877		0.0920		0.0912	
$K_{eq} = \frac{[I_3^-]}{[I^-][I_2]}$ (mM^{-1})	1062		623		215	
K_{eq} เฉลี่ย (mM^{-1})	633					

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ประวัติการศึกษา

ชื่อ	นายปิยรัตน์ มูลศรี
วัน เดือน ปีเกิด	28 ตุลาคม 2518
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย เชียงใหม่ ปีการศึกษา 2535
	สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ) สาขาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ พ.ศ. 2540
	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม) สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ พ.ศ. 2543
ทุนการศึกษา	ได้รับทุนอุดหนุนการศึกษา มูลนิธิ ดร. บรูโน แวร์เดลมาลน์ ภาควิชาเคมีคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2540
	ได้รับทุนอุดหนุนการศึกษา ทุนโครงการคุรุทายาทระดับอุดมศึกษา สังกัดสถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีการศึกษา 2540

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University