

บทที่ ๑๑

การประยุกต์ใช้วิธีสเปกโทรเชิงโมเลกุลดูดกลืนอัลตราไวโอเลต/วิสิเบิล

อ่านหนังสือจบบทนี้แล้วท่านได้รู้จักและอธิบายความหมายของคำเหล่านี้ได้หรือยัง

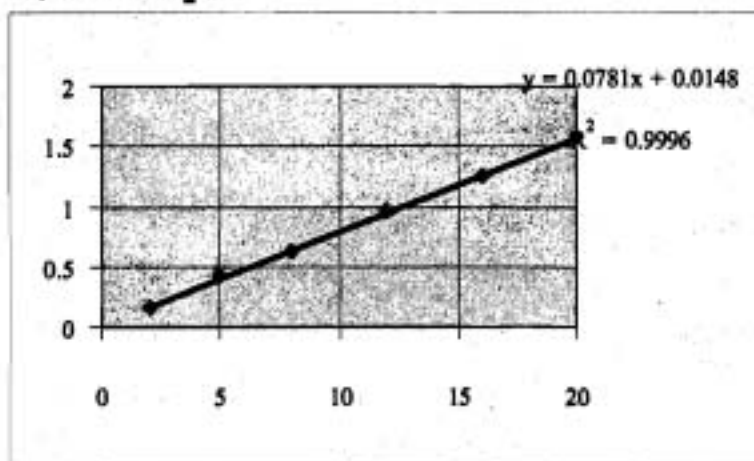
สภาพดูดกลืนโมลาร์ การดูดกลืน การผ่อนคลาย -ให้ความร้อน -การสลายให้สารเคมีตัวใหม่ -แปลงรังสีฟลูออเรสเซนซ์ การแทนที่ชั้นจาก -พันธะซิกมา -พันธะไพ -อิเล็กตรอนที่ไม่สร้างพันธะ(นอนบอนดิง) -อิเล็กตรอน d, f -การถ่ายโอนประจุ โครโมฟอร์ ออกโซโครม การพล็อตสเปกตรา -เปอร์เซ็นต์ความส่งผ่าน -ความดูดกลืน - \log_{10} ความดูดกลืน ผลของตัวทำละลายที่มีต่อค่าความดูดกลืน การหาหมู่ฟังก์ชัน การทำปริมาณวิเคราะห์ การเลือกความยาวคลื่น การทำความสะอาดเซลล์และการจับเซลล์ ตัวแปรที่มีผลต่อค่าความดูดกลืน วิธีการเคอร์ฟมาตรฐาน วิธีการเติมสารมาตรฐาน มาตรฐานสเปกโทรโฟโตแบบอนุพันธ์ อุปกรณ์มอดูเลตความยาวคลื่น ดีฟเฟอเรนเชียลสเปกโทร(การขยายสเกล) การวัดความดูดกลืน -แบบปกติ -ความดูดกลืนสูง -ความดูดกลืนต่ำ -ความเที่ยงสูง การไทเทรตโดยวิธีวัดแสง เคอร์ฟการไทเทรต การประยุกต์การไทเทรตโดยวิธีวัดแสง ปราบกฏการฉกฉวยแสง การใช้วิธีวัดแสงหา -ค่าคงที่การแตกตัวของอินดิเคเตอร์โดยการเขียนกราฟ จุดไอโซเบสติก เคอร์ฟเฟรนซ์ -ค่าคงที่การแตกตัวของอินดิเคเตอร์จากเทคนิคการวิเคราะห์ของผสม -น้ำหนักโมเลกุล การหาอัตราส่วนโมลโลหะต่อลิแกนด์ในสารเชิงซ้อนโดยเทคนิค -อัตราส่วนโมล(Yoe-Jones) -แปรต่อเนื่อง(Job) -อัตราส่วนความชัน(slope)

แบบฝึกหัดบทที่ ๑๑

๑. สารละลายมาตรฐานหนึ่งเมื่อนำมาเจือจางได้ความเข้มข้นเหล็กดังตาราง สารเชิงซ้อนเหล็ก(II) 1,10-ฟีแนนทโรลีนในขวดปริมาตร 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร วัดค่าความดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร โดยใช้เซลล์ 1 เซนติเมตร
- ก) เขียนเคอร์ฟมาตรฐานจากข้อมูลนี้
- ข) ใช้สมการกำลังสองน้อยที่สุดสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดูดกลืนกับความเข้มข้นเหล็ก(II)

Fe[ppm]	2	5	8	12	16	20
Abs	0.164	.425	.628	.951	1.260	1.582

ก) เฮอร์ฟมาตรฐาน



ข) สมการกำลังสองน้อยที่สุด

$$y = 0.0781x + 0.0148$$

๒ จากข้อมูลข้อ ๑ หาปริมาณเหล็กในน้ำบาดาลเป็นส่วนในล้านส่วน วัดตัวอย่างโดยใช้เซลล์ 1 เซนติเมตร วัดค่าความดูดกลืนได้ ก) 0.107 ข) 0.721 ค) 1.538

$$y = 0.0781x + 0.0148$$

ก ความดูดกลืน 0.107

$$0.107 = 0.0781x + 0.0148$$

เหล็กในน้ำบาดาล 1.18 ส่วนในล้านส่วน

ข ความดูดกลืน 0.721

$$0.721 = 0.0781x + 0.0148$$

เหล็กในน้ำบาดาล 9.04 ส่วนในล้านส่วน

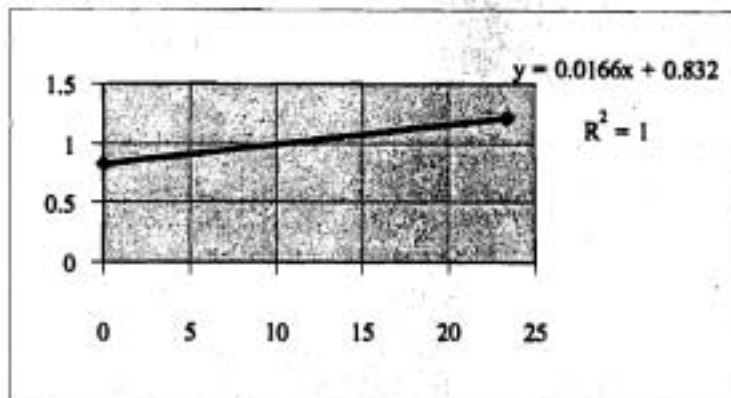
ค ความดูดกลืน 1.538

$$1.538 = 0.0781x + 0.0148$$

เหล็กในน้ำบาดาล 19.50 ส่วนในล้านส่วน

๓ สารละลายควินิน 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำมาเจือจางจนมีปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร วัด

ค่าความดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 348 นาโนเมตร โดยใช้เซลล์ 2 เซนติเมตร ได้ 0.832 นำสารละลายเติมมา 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่อัตราละลายมาตรฐานควินิน 23.4 ส่วนในล้านส่วนมาเจือจางจนมีปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร วัดค่าความดูดกลืนได้ 1.220 จงคำนวณความเข้มข้นควินินเป็นส่วนในล้านส่วนในตัวอย่าง

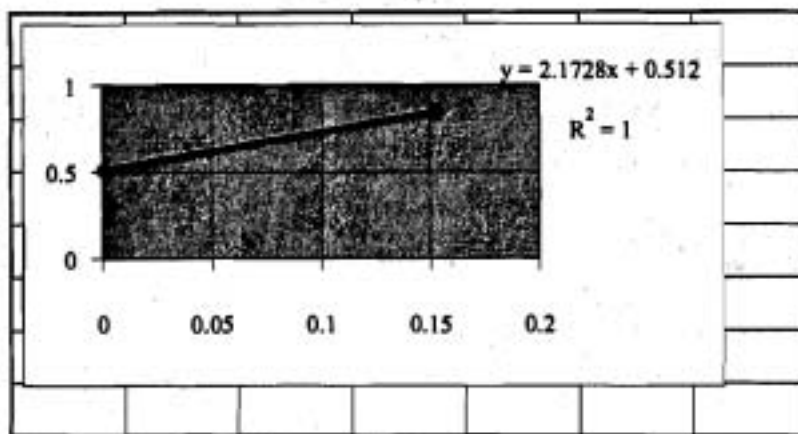


$$c_x = bc_s / mV_x$$

ความเข้มข้นควินิน = $0.832 \times 23.4 / (0.0166 \times 25) = 46.91$ ส่วนในล้านส่วนในตัวอย่าง

๔ ตัวอย่างยาฆ่าแมลง 5.12 กรัมนำมาละลายด้วยวิธีการเผาแบบเปียก สุดท้ายเจือจางจนมีปริมาตร 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำตัวอย่างมาครึ่งละ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตรวิเคราะห์ความเข้มข้นทองแดงโดยใส่อัตราละลายลิแกนด์ลงไปเพื่อให้เกิดสารเชิงซ้อนมีสี เจือจางสารละลายจนมีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรในขวดปริมาตร แล้วนำไปวัดค่าความดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 545 นาโนเมตร โดยใช้เซลล์ 1 เซนติเมตร ได้ข้อมูลดังตาราง จงคำนวณเปอร์เซ็นต์ทองแดงในยาฆ่าแมลง

ตัวอย่าง cm^3	[Cu] 3.82 ppm cm^3	ลิแกนด์ cm^3	Abs
50	0.0	20	0.512
50	4.0	20	0.844



$$c_x = bc_x / mV_x$$

ความเข้มข้นทองแดง = $0.512 \times 15.28 / (2.1728 \times 50 \times) = 0.072$ ส่วนในล้านส่วนในตัวอย่าง

สารละลาย 1000 ลูกบาศก์เดซิเมตรมีทองแดง 0.072 มิลลิกรัม

สารละลาย 100 ลูกบาศก์เดซิเมตรมีทองแดง 0.0072 มิลลิกรัม

สารละลาย 50 ลูกบาศก์เดซิเมตรมีทองแดง 0.0036 มิลลิกรัม

สารละลาย 200 ลูกบาศก์เดซิเมตรมีทองแดง 0.0288 มิลลิกรัม

%ทองแดงในยาฆ่าแมลง $(0.0288 \times 10^{-3} \text{ กรัม} / 5.12 \text{ กรัม}) \times 100 = 5.6 \times 10^{-3}$

๕ จงคำนวณความเข้มข้นนิกเกิลและโคบอลต์ด้วยวิธีชีวทานเนิส โดยวิธีวัดค่าความดูดกลืนโดยทำให้สารทั้งสองเกิดสารเชิงซ้อนกับ 8-ไฮดรอกซีควิโนลีนอล สภาพดูดกลืนโมลาร์ของนิกเกิลและโคบอลต์ในตาราง

สารละลาย	สภาพดูดกลืน โมลาร์ที่ 365 nm	สภาพดูดกลืน โมลาร์ที่ 700 nm
โคบอลต์	3529	428.9
นิกเกิล	3228	10.2

จงคำนวณความเข้มข้นนิกเกิลและโคบอลต์ในแต่ละสารละลายจากข้อมูลในตาราง

สารละลาย	ค่าความดูดกลืนที่ 365 nm	ค่าความดูดกลืนที่ 700 nm
ก	0.598	0.039
ข	0.902	0.072

รวม = λ โคบอลต์ + λ นิกเกิล

ก ที่ 365 นาโนเมตร

$$0.598 = 3529 \times 1[\text{Co}] + 3228 \times 1[\text{Ni}] \quad \text{๑}$$

ที่ 700 นาโนเมตร

$$0.039 = 428.9 \times 1[\text{Co}] + 10.2 \times 1[\text{Ni}] \quad \text{๒}$$

$$\text{๑}/3228 \quad 0.000185 = 1.093[\text{Co}] + [\text{Ni}] \quad \text{๓}$$

$$\text{๒}/10.2 \quad 0.003823 = 42.05[\text{Co}] + [\text{Ni}] \quad \text{๔}$$

$$\text{๔}-\text{๓} \quad 40.96[\text{Co}] = 0.003638$$

$$[\text{Co}] = 8.88 \times 10^{-5} \text{ โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร}$$

$$[\text{Ni}] = 8.78 \times 10^{-5} \text{ โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร}$$

ข ที่ 365 นาโนเมตร

$$0.902 = 3529 \times 1[\text{Co}] + 3228 \times 1[\text{Ni}] \quad \text{๑}$$

ที่ 700 นาโนเมตร

$$0.072 = 428.9 \times 1[\text{Co}] + 10.2 \times 1[\text{Ni}] \quad \text{๒}$$

$$\text{๑}/3228 \quad 0.000255 = 1.093[\text{Co}] + [\text{Ni}] \quad \text{๓}$$

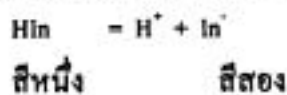
$$\text{๒}/10.2 \quad 0.0072 = 42.05[\text{Co}] + [\text{Ni}] \quad \text{๔}$$

$$\text{๔}-\text{๓} \quad 40.96[\text{Co}] = 0.00634$$

$$[\text{Co}] = 1.55 \times 10^{-5} \text{ โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร}$$

$$[\text{Ni}] = 8.62 \times 10^{-5} \text{ โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร}$$

๖ อินดิเคเตอร์กรดเบส HIn ในสารละลายเจือจางให้สีดังสมการ



ข้อมูลความดูดกลืนของสารละลาย HIn เข้มข้น 5×10^{-4} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ในไซโตียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และกรดเกลือ 0.1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ทำความดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 485 และ 625 นาโนเมตร โดยใช้เซลล์ 1 เซนติเมตร ได้ข้อมูล ในค่าให้ค่า $A=0.052$ และ $A=0.823$ ในกรด $A=0.454$ และ $A=0.176$ ในสารละลายต่างอินดิเคเตอร์อยู่ในรูป In^- ในสารละลายกรดอินดิเคเตอร์อยู่ใน HIn

- ก) จงคำนวณสภาพดูดกลืนโมลาร์ของ In⁻ และ HIn ที่ความยาวคลื่น 485 และ 625 นาโนเมตร
 ข) จงคำนวณค่าคงที่การแตกตัวของกรดที่พีเอช 5.0 โดยวัดค่าความดูดกลืนโดยใช้เซลล์เซนติเมตร ที่ความยาวคลื่น 485 และ 625 นาโนเมตร ได้ 0.472 และ 0.351
 ค) จงหาพีเอชของสารละลายอินดิเคเตอร์ให้ค่าความดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 485 และ 625 นาโนเมตร ได้ 0.530 และ 0.216

$$\begin{aligned} \text{ก} \quad A &= \epsilon bc \\ \text{ที่ } 485 \text{ นาโนเมตร } .052 &= \epsilon \times 1 \times 5 \times 10^{-4} \\ \epsilon &= 104 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \\ \text{ที่ } 625 \text{ นาโนเมตร } .823 &= \epsilon \times 1 \times 5 \times 10^{-4} \\ \epsilon &= 1464 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \end{aligned}$$

ระบบ 0.1M มีเฉพาะ [HIn]

$$\begin{aligned} \text{ที่ } 485 \text{ nm} \quad \epsilon &= 104 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} / (15 \times 10^{-4}) = 908 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \\ \text{ที่ } 625 \text{ nm} \quad \epsilon &= 1464 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} / (15 \times 10^{-4}) = 352 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \end{aligned}$$



$$\text{pH } 5.0, [\text{H}^+] = 1 \times 10^{-5}$$

$$\begin{aligned} K_a &= [1 \times 10^{-5}][\text{In}^-] / [\text{HIn}] \\ \text{ที่ } 485 \text{ nm} \quad 0.472 &= 908 \times 1 \times [\text{HIn}] + 104 \times 1 \times [\text{In}^-] \\ \text{๑}/104 \quad 0.004538 &= 8.73[\text{HIn}] + [\text{In}^-] \\ \text{ที่ } 625 \text{ nm} \quad 0.351 &= 352 \times 1 \times [\text{HIn}] + 1464 \times 1 \times [\text{In}^-] \\ \text{๒}/1464 \quad 0.000213 &= 0.2138[\text{HIn}] + [\text{In}^-] \\ \text{๓}-\text{๔} \quad [\text{HIn}] &= 5.07 \times 10^{-4} \text{ M} \\ [\text{In}^-] &= 1.05 \times 10^{-4} \text{ M} \\ K_a &= [1 \times 10^{-5}] \times 1.05 \times 10^{-4} \text{ M} / 5.07 \times 10^{-4} \text{ M} = 2.07 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค} \quad \text{ที่ } 485 \text{ nm} \quad 0.530 &= 908 \times 1 \times [\text{HIn}] + 104 \times 1 \times [\text{In}^-] \\ \text{๕}/104 \quad 0.005096 &= 8.73[\text{HIn}] + [\text{In}^-] \\ \text{ที่ } 625 \text{ nm} \quad 0.216 &= 352 \times 1 \times [\text{HIn}] + 1464 \times 1 \times [\text{In}^-] \\ \text{๖}/1464 \quad 0.0001312 &= 0.2138[\text{HIn}] + [\text{In}^-] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{๗-๘} \quad [HIn] &= 5.8 \times 10^{-4} \text{ M} \\
 [In] &= 6.55 \times 10^{-6} \text{ M} \\
 2.07 \times 10^{-6} &= [H^+] 6.55 \times 10^{-6} \text{ M} / 5.8 \times 10^{-4} \text{ M} \\
 [H^+] &= 1.83 \times 10^{-4} \quad \text{pH} = -\log[1.83 \times 10^{-4}] = 3.74
 \end{aligned}$$

๘ ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์ในการวัดค่าความส่องผ่านโดยมาตรโฟโตมีค่า 0.005 ค่านี้ไม่ขึ้นกับขนาดของ T จงคำนวณเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมพัทธ์ในการวัดความเข้มข้นที่เกิดจากสาเหตุนี้เมื่อ

ก) ความดูดกลืน 0.585 ข) ความส่องผ่าน 49.6% ค) ความดูดกลืน 1.800

ง) ความส่องผ่าน 0.0592 จ) ความส่องผ่าน 99.25% ฉ) ความดูดกลืน 0.0055

$$dc/c = -0.434dT/T \cdot \log T$$

ก) ความดูดกลืน 0.585 A = $-\log T$, 0.585 = $-\log T$, T = 0.26

$$dc/c = -0.434 \times 0.005 / 0.26 \times -(0.585) = 1.4\%$$

ข) ความส่องผ่าน 49.6%

$$dc/c = -0.434 \times 0.005 / 0.496 \times -(0.3045) = 1.4\%$$

ค) ความดูดกลืน 1.800 A = $-\log T$, 1.800 = $-\log T$, T = 0.015

$$dc/c = -0.434 \times 0.005 / 0.015 \times -(1.8) = 8.0\%$$

ง) ความส่องผ่าน 0.0592

$$dc/c = -0.434 \times 0.005 / 0.0592 \times -(1.227) = 2.99\%$$

จ) ความส่องผ่าน 99.25%

$$dc/c = -0.434 \times 0.005 / 0.9925 \times -(0.003269) = 66.88\%$$

ฉ) ความดูดกลืน 0.0055 A = $-\log T$, 0.0055 = $-\log T$, T = 0.09874

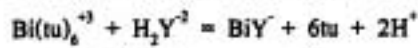
$$dc/c = -0.434 \times 0.005 / 0.09874 \times -(0.0055) = 3.99\%$$

๙ สเปกตรัมสารเชิงซ้อนบิสมัท(III)ไทโอยูเรียดูดกลืนสูงสุดที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร ส่วนสเปกตรัมสารเชิงซ้อนบิสมัท(III)อีดีทีเอดูดกลืนสูงสุดที่ความยาวคลื่น 265 นาโนเมตร จงทำนายเคอร์ฟการไทเทรตด้วยวิธีวัดแสงของ

ก) บิสมัท(III)ไทโอยูเรียดูดกลืนสูงสุดที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร

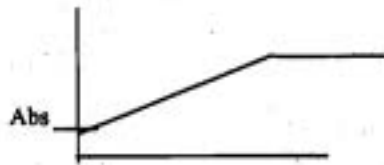
ข) บิสมัท(III)อีดีทีเอดูดกลืนสูงสุดที่ความยาวคลื่น 265 นาโนเมตร

ค) บิสมัท(III)ไทโอไซริสเกิดสารเชิงซ้อนกับฮิดีทีเอที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร



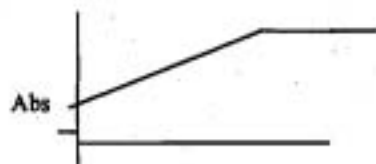
ง) ปฏิกริยาในข้อ ค ที่ความยาวคลื่น 265 นาโนเมตร

ก ที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร เคอร์ฟบิสมัท(III)ไทโอไซริส



ไทโอไซริส (cm^3)

บิสมัทไม่ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นนี้ เมื่อเติมไทโอไซริสเกิดสารเชิงซ้อนบิสมัท(III)ไทโอไซริสทำให้ค่าความดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้น เมื่อเกิดผลิตภัณฑ์สมบูรณ์ ค่าความดูดกลืนแสงคงที่ ข ที่ความยาวคลื่น 265 นาโนเมตร เคอร์ฟบิสมัท(III)ฮิดีทีเอ



ฮิดีทีเอ (cm^3)

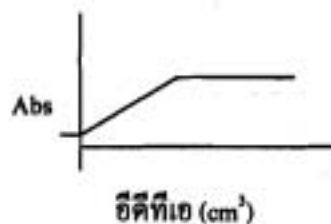
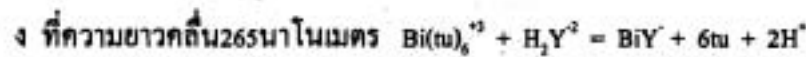
บิสมัทไม่ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นนี้ เมื่อเติมฮิดีทีเอเกิดสารเชิงซ้อนบิสมัท(III)ฮิดีทีเอ ทำให้ค่าความดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้น เมื่อเกิดผลิตภัณฑ์สมบูรณ์ ค่าความดูดกลืนแสงคงที่

ค ที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร $\text{Bi}(\text{tu})_3^{+3} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} = \text{BiY}^- + 6\text{tu} + 2\text{H}^+$



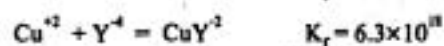
ฮิดีทีเอ (cm^3)

ถ้าค่าคงที่การเกิดสารเชิงซ้อนของบิสมัท(III)อีดีทีเอมีค่ามากกว่าค่าคงที่การเกิดสารเชิงซ้อนของบิสมัท(III)ไทโอยูเรีย เริ่มต้นมีสารเชิงซ้อนบิสมัท(III)ไทโอยูเรียค่าความดูดกลืนสูง เมื่อเติมอีดีทีเอลงไป อีดีทีเอมีผลทำให้สูตรสารเชิงซ้อนเดิมเปลี่ยนเป็นบิสมัท(III)อีดีทีเอ ซึ่งไม่ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นนี้ เมื่อปริมาณไทแทนต์เพิ่มขึ้นจนบิสมัท(III)ไทโอยูเรียหมด ค่าความดูดกลืนจึงลดลงเป็น 0



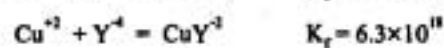
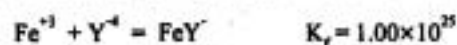
ถ้าค่าคงที่การเกิดสารเชิงซ้อนของบิสมัท(III)อีดีทีเอมีค่ามากกว่าค่าคงที่การเกิดสารเชิงซ้อนของบิสมัท(III)ไทโอยูเรีย เริ่มต้นมีสารเชิงซ้อนบิสมัท(III)ไทโอยูเรียซึ่งไม่ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นนี้เป็น 0 เติมอีดีทีเอไป อีดีทีเอมีผลทำให้สูตรสารเชิงซ้อนเดิมเปลี่ยนเป็นบิสมัท(III)อีดีทีเอ ซึ่งดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นนี้ทำให้ค่าความดูดกลืนเพิ่มขึ้น เมื่อบิสมัททำปฏิกิริยาหมด ค่าความดูดกลืนแสงคงที่

๑๐ กำหนดข้อมูล



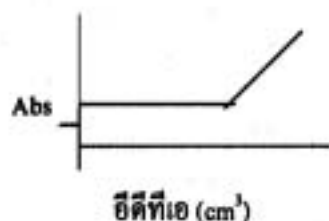
CuY^{2-} ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร จงอธิบายว่า $\text{Cu}(\text{II})$ ใช้เป็นอินดิเคเตอร์สำหรับการไทเทรตโดยวิธีวัดแสง Fe^{3+} กับ H_2Y^{2-} ปฏิกิริยา $\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} = \text{FeY}^- + 2\text{H}^+$

กำหนด CuY^{2-} ดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร

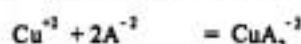


จากค่า K_f แสดงว่าเหล็ก(III)เกิดสารเชิงซ้อนกับอีดีทีเอดีกว่าทองแดง(II) ดังนั้นเมื่อต้องการไทเทรตให้ถึงความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร ปิเปตต์เหล็ก(III)ปริมาณแน่นอน ปิเปตต์ทองแดง(II) ซึ่งทำหน้าที่เป็นอินดิเคเตอร์ปริมาณเล็กน้อยลงไป นำไปไทเทรตกับอีดีทีเอ เหล็ก(III)จะทำ

ปฏิกิริยากับไทแทนต์อีดีทีเอจนถึงจุดยุติ(ค่าความดูดกลืนเป็น 0) หลังจากนั้นทองแดง(II)ปริมาณเล็กน้อยจะทำปฏิกิริยากับไทแทนต์อีดีทีเอและดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น ค่ามวลปริมาณเหล็ก(III)ได้จากจำนวน โมลอีดีทีเอที่ใช้



๑๑ ที่เกิด CuA_2^{-2} ดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 480 นาโนเมตร เมื่อใส่ลิแกนด์เกินพอสิบเท่า ค่าความดูดกลืนของทองแดง(II)ชื่อกฎของเบียร์ช่วงความเข้มข้นกว้าง สารละลายทองแดงเข้มข้น 2.3×10^{-4} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ลิแกนด์เข้มข้น 8.6×10^{-3} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร วัดค่าความดูดกลืนด้วยเซลล์ 1 เซนติเมตร ได้ 0.690 สารละลายชุดที่สองมีทองแดงเข้มข้น 2.3×10^{-4} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ลิแกนด์เข้มข้น 5.0×10^{-3} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร วัดค่าความดูดกลืนด้วยเซลล์ 1 เซนติเมตร ได้ 0.540 จงคำนวณค่าคงที่การเกิดสารเชิงซ้อน



$$[\text{Cu}^{+2}] = 2.3 \times 10^{-4} \text{ M} \quad [\text{A}^{-2}] = 8.6 \times 10^{-3} \text{ M}$$

จากข้อมูลนี้ลิแกนด์มีความเข้มข้นมากกว่าโลหะ 10 เท่า ดังนั้นทองแดงทั้งหมดจะเกิดสารเชิงซ้อน

$$\text{CuA}_2^{-2} \text{ ได้ } A = 0.690$$

$$A = \epsilon bc$$

$$0.690 = \epsilon \times 1 \times 2.3 \times 10^{-4}$$

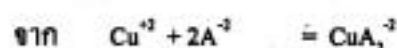
$$\epsilon = 3000 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

สารละลายทองแดง $2.3 \times 10^{-4} \text{ M}$ $[\text{A}^{-2}] = 5.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ หากความเข้มข้นทองแดงที่เกิดสารเชิงซ้อนจากระบบที่ให้ $A = 0.540$

$$0.540 = 3000 \times 1 \times [\text{Cu}^{+2}]$$

$$[\text{Cu}^{+2}] = 1.8 \times 10^{-4} \text{ M} \text{ ทองแดงที่เกิดสารเชิงซ้อน } 1.8 \times 10^{-4} \text{ M} \text{ ดังนั้น } [\text{Cu}^{+2}] \text{ ที่เหลือ}$$

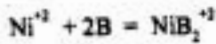
จากการเกิดสารเชิงซ้อน $2.3 \times 10^{-4} \text{ M} - 1.8 \times 10^{-4} \text{ M} = 0.5 \times 10^{-4} \text{ M}$



$$\text{จำนวน โมล } \text{Cu}^{+2} / 1 = \text{จำนวน โมล } \text{A}^{-2} / 2 = \text{จำนวน โมล } \text{CuA}_2^{-2} / 1$$

$$\begin{aligned}
 \text{ปฏิกิริยานี้ใช้ } [A^{-1}] &= 2 \times 1.8 \times 10^{-4} \text{ M} &= 3.6 \times 10^{-4} \text{ M} \\
 [A^{-1}] \text{ ที่เหลือ} &= 5.0 \times 10^{-4} \text{ M} - 3.6 \times 10^{-4} \text{ M} &= 1.4 \times 10^{-4} \text{ M} \\
 K_f &= [\text{CuA}_2^{-2}][\text{Cu}^{+2}][A^{-1}]^2 \\
 K_f &= [1.8 \times 10^{-4} \text{ M}][0.5 \times 10^{-4} \text{ M}][1.4 \times 10^{-4} \text{ M}]^2 = 1.83 \times 10^8 \text{ M}^{-2}
 \end{aligned}$$

๑๒ ของผสมระหว่างตัวกระทำเชิงซ้อนกับ $\text{Ni}(\text{II})$ ให้สารเชิงซ้อนมีสี NiB_2^{-2} สารเชิงซ้อนเชิงออกกูของเบียร์ช่วงความเข้มข้นกว้าง เมื่อใส่ลิแกนด์เกินพอห้าเท่า $\text{Ni}(\text{II})$ เป็นตัวกำหนดปฏิกิริยาในการเกิดสารเชิงซ้อน จากข้อมูลนี้จงหาค่าคงที่การเกิดสารเชิงซ้อน



$[\text{Ni}^{+2}] \text{ M}$	$[\text{B}] \text{ M}$	A ที่ 395 nm b=1.0 cm
2.5×10^{-4}	2.2×10^{-1}	0.765
2.5×10^{-4}	1.0×10^{-1}	0.36

$$[\text{Ni}^{+2}] = 2.5 \times 10^{-4} \text{ M} \quad [A^{-1}] = 2.2 \times 10^{-1} \text{ M}$$

จากข้อมูลชุดแรกลิแกนด์มีความเข้มข้นมากกว่าโลหะ 880 เท่า ดังนั้นนิกเกิลทั้งหมดจะเกิดสารเชิงซ้อน NiB_2^{-2} ได้ $A = 0.765$

$$A = \epsilon bc$$

$$0.765 = \epsilon \times 1 \times 2.5 \times 10^{-4}$$

$$\epsilon = 3060 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

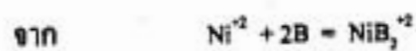
ข้อมูลชุดสองหาความเข้มข้นนิกเกิลที่เกิดสารเชิงซ้อนจาก $A = 0.36$

$$0.36 = 3060 \times 1 \times [\text{Cu}^{+2}]$$

$$[\text{Ni}^{+2}] = 1.176 \times 10^{-4} \text{ M}$$

ความเข้มข้นนิกเกิลนี้เกิดสารเชิงซ้อนทั้งหมดได้ $\text{NiB}_2^{-2} = 1.176 \times 10^{-4} \text{ M}$ ความเข้มข้นนิกเกิลที่เหลือ

$$\text{จากการเกิดสารเชิงซ้อน } 2.5 \times 10^{-4} \text{ M} - 1.176 \times 10^{-4} \text{ M} = 1.32 \times 10^{-4} \text{ M}$$



$$\text{จำนวนโมล Ni}^{+2} / 1 = \text{จำนวนโมล B} / 2 = \text{จำนวนโมล NiB}_2^{-2} / 1$$

$$\text{ปฏิกิริยานี้ใช้ } [\text{B}] = 2 \times 1.176 \times 10^{-4} \text{ M} = 2.352 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{B}] \text{ ที่เหลือ} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ M} - 2.352 \times 10^{-4} \text{ M} = 7.65 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$K_f = [\text{NiB}_2^{-2}][\text{Ni}^{+2}][\text{B}]^2$$

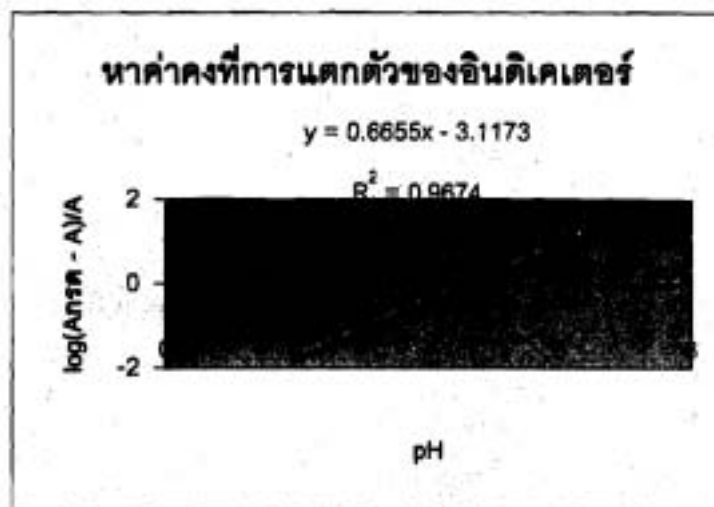
$$K_f = [1.176 \times 10^{-4} \text{ M}][1.32 \times 10^{-4} \text{ M}][7.65 \times 10^{-4} \text{ M}]^2 = 1.52 \times 10^8 \text{ M}^{-2}$$

๑๓ อินดิเคเตอร์เมทิลเรดในสภาพกรดให้ค่าความดูดกลืนสูงสุดที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร อินดิเคเตอร์ในสภาพกรดแทนด้วย HIn อินดิเคเตอร์ในสภาพเบสมีสีเหลืองแทนด้วย In^- ไม่ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นนี้ ปิเปตต์อินดิเคเตอร์ใส่ขวด ปิเปตต์สารละลายบัฟเฟอร์พีเอชต่างๆลงไปเพื่อปรับค่าพีเอชตามต้องการ วัดค่าความดูดกลืนที่ความยาวคลื่นนี้โดยใช้เซลล์ 1.0 เซนติเมตร ได้ข้อมูล

pH	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
Abs	1.43	1.4	1.32	1.32	.875	.194	.022	.002	.00

- ก) จงหาค่าคงที่การแตกตัวของเมทิลเรด
 ข) พีเอชช่วงใดที่อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี
 ค) หาค่าคงที่การแตกตัว

$(A_a - A)/A$	0	.021	.083	.040	.634	6.371	64	64	-
$\log(A_a - A)/A$		-1.68	-1.08	-.39	-.198	.804	1.81	1.81	
pH	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
$\log(A_a - A/A)$		-1.68	-1.08	-0.39	-.198	.804	1.81	1.81	



ค่า pH 4.8 ค่าคงที่การแตกตัวของอินดิเคเตอร์ 6.31×10^{-4}
 จากเคอร์ฟที่ $\log(A_{min} - A)/A = 0$ ได้ $pK_a = 4.8$

ช่วงพีเอชที่เปลี่ยนสี = 4.73 +/- 1.0 = 3.8 ถึง 5.8

๑๔ ค่า pK_a ของไอออน 2-เนฟทิลแอมโมเนียมมีค่าประมาณ 4.00 สารประกอบในสภาพกรดให้ที่ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 และ 280 นาโนเมตร ไอออน 2-เนฟทิลแอมโมเนียมไม่ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร แต่ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร จากข้อมูลนี้จงคำนวณค่า pK_a ของไอออน 2-เนฟทิลแอมโมเนียม การทดลองใช้เซลล์ 1.0 เซนติเมตร ได้ข้อมูลดังตาราง สารละลาย 2-เนฟทาลีนเข้มข้น 1.0×10^{-4} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรมีพีเอช 3.91 วัดค่าความดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 และ 280 นาโนเมตร ได้ 0.440 และ 0.085 ตามลำดับ พีเอชเปลี่ยนสีช่วงใด

	$\log \epsilon$ ที่ 280nm	$\log \epsilon$ ที่ 340nm
2-เนฟทาลีน	3.82	3.32
ไอออน 2-เนฟทิลแอมโมเนียม	3.48	0.00

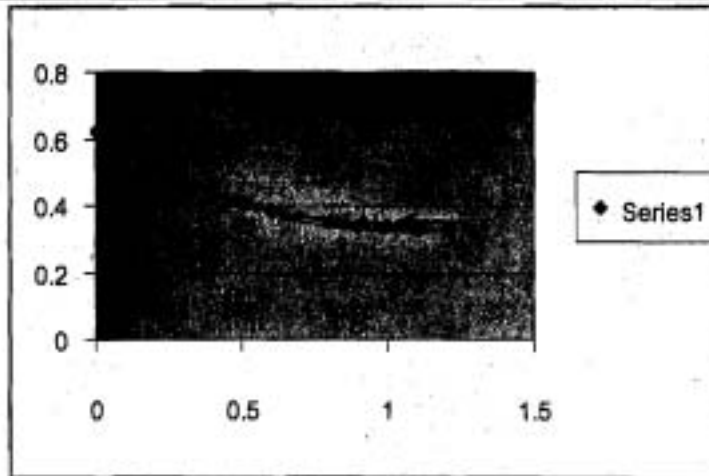
$$\begin{aligned}
 A &= \epsilon bc \\
 A_{T280} &= A_{280}^{280\text{nm}} + A_{280}^{340\text{nm}} \\
 A_{T280} &= \epsilon_{280} b c_{\text{nep}} + \epsilon_{340} b c_{\text{ion}} \\
 0.440 &= 6606 \times 1 \times c_{\text{nep}} + 3020 \times b \times c_{\text{ion}} && \text{๑} \\
 0.085 &= 2089 \times 1 \times c_{\text{nep}} + 1 \times b \times c_{\text{ion}} && \text{๒} \\
 \text{๑}/2089 & \quad 0.000146 &= 2.188 \times c_{\text{nep}} + c_{\text{ion}} && \text{๓} \\
 \text{๒}-\text{๓} & \quad 0.08485 &= 2086 \times c_{\text{nep}} \\
 c_{\text{nep}} &= 4.07 \times 10^{-5} \text{ M} \\
 c_{\text{ion}} &= 6.1 \times 10^{-5} \text{ M} \\
 \text{HMR} &= \text{H}^+ + \text{MR}^- \\
 K_a &= [\text{H}^+][\text{MR}^-]/[\text{HMR}] \\
 K_a &= [10^{-4} \text{ M}][6.1 \times 10^{-5} \text{ M}]/[4.07 \times 10^{-5} \text{ M}] = 1.85 \times 10^{-5} \text{ M} \\
 pK_a &= 4.73
 \end{aligned}$$

ช่วงพีเอชที่เปลี่ยนสี = 4.73 +/- 1.0 = 3.73 ถึง 5.73

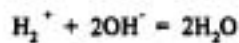
๑๕ ชั่งสารตัวอย่างกรดที่มีการแตกตัวสองครั้งมา 0.200 กรัม ละลายน้ำแล้วเจือจางจนมีปริมาตร

100 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำมาไทเทรตกับโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.300 โมลต่อลูกบาศก์
 เดซิเมตร ขณะที่ไทเทรตวัดค่าความดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 315 นาโนเมตร จงคำนวณน้ำหนัก
 โมเลกุลของกรดจากข้อมูลนี้

ปริมาตร	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60
Abs	0.62	0.57	0.53	0.47	0.44	0.41	1.39
ปริมาตร	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	
Abs	0.37	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	



ปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ 1.04 ลูกบาศก์เซนติเมตร



จำนวนโมลกรด/1 = จำนวนโมลต่าง/2

$$\text{จำนวนโมลกรด/1} = 1.04 \text{ cm}^3 \times 0.30 \text{ M} / 2 = 0.156 \times 10^{-3} \text{ โมล}$$

จำนวนโมลกรด = 0.200 กรัม/น้ำหนักโมเลกุล = 0.200 / ก

$$0.200 / ก = 0.156 \times 10^{-3} \text{ โมล}$$

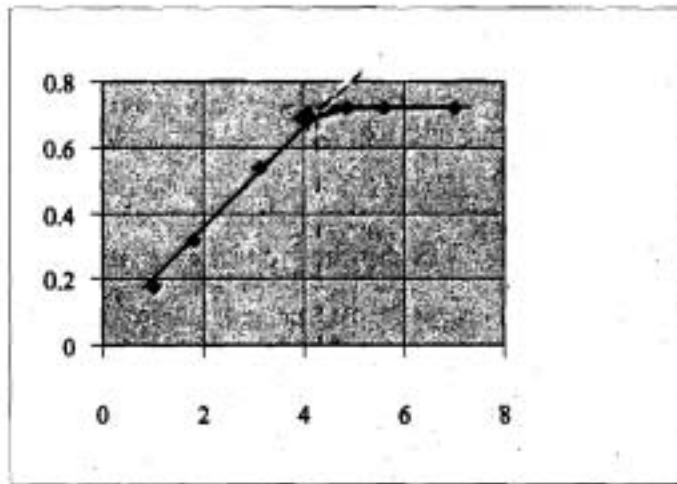
$$ก = 1282$$

น้ำหนักโมเลกุลของกรด 1282 กรัม

๑๖ โลหะเมกนิสสารเชิงซ้อนกับลิแกนด์ด้วยอัตราส่วนแน่นอน แต่ไม่ทราบสูตรของสารนี้ การ
 ทดลองหาอัตราส่วนโมลโลหะต่อลิแกนด์ในสารเชิงซ้อน โลหะเข้มข้น 2.0×10^{-2} โมลต่อลูกบาศก์
 เดซิเมตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำสารละลายนี้ไปไทเทรตกับลิแกนด์เข้มข้น 2.0×10^{-2} โมลต่อ
 ลูกบาศก์เดซิเมตร สารเชิงซ้อนดูดกลืนแสง ข้อมูลการไทเทรตอยู่ในตาราง จงหาค่าคงที่การเกิด

สารเชิงซ้อนซึ่งนำสารละลายเหล่านี้ไปเจือจางจนมีปริมาตร 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ปริมาตร	1.00	1.80	3.10	3.95	4.10	4.85	5.60	7.00
Abs	0.18	0.32	0.54	0.69	0.70	0.72	0.72	0.72



$$mM + nL = M_3L$$

ปริมาตรลิแกนด์ที่ใช้ 4.08 ลูกบาศก์เซนติเมตร

จุดตัดที่เกิดจากการต่อเส้นตรงสองเส้นพบกัน (ไม่มีการแตกตัว) $A = 0.72$

จุดตัดบนเส้นโค้ง (มีการแตกตัวบางส่วน) $A = 0.70$

จำนวนโมลโลหะ = $10.0\text{cm}^3 \times 2.0 \times 10^{-2} \text{ M}$

จำนวนโมลลิแกนด์ = $4.08\text{cm}^3 \times 2.0 \times 10^{-2} \text{ M}$

$$n/m = 4.08\text{cm}^3 \times 2.0 \times 10^{-2} \text{ M} / 10.0\text{cm}^3 \times 2.0 \times 10^{-2} \text{ M} = 1:2.5$$

$$3M + L = M_3L$$

จำนวนโมลโลหะ/3 = จำนวนโมลลิแกนด์/1 = จำนวนโมลสารเชิงซ้อน/1

$$K_f = [M_3L] / [M^3][L]$$

$[M_3L] / [M^3][L]$ หาได้จากเคอร์ฟ บริเวณค่าความดูดกลืน 0.70 สารเชิงซ้อนมีการแตกตัวบางส่วน

$$A = \epsilon b [M_3L]$$

$$[M_3L] = A / \epsilon b$$

$$C_M = [M] + 3[M_3L]$$

$$[M] = C_M - 3[M_3L]$$

$$C_L = [L] + [M_3L]$$

$$[L] = C_L - [M_3L]$$

$$K_f = A / \epsilon b / \{ (C_M - 3A/\epsilon b)^3 (C_L - A/\epsilon b) \}$$

หาค่า C_m, C_L และ ϵ จาก $A = 0.72$ สารเชิงซ้อนไม่มีการแตกตัว(เกิดสมบูรณ์)

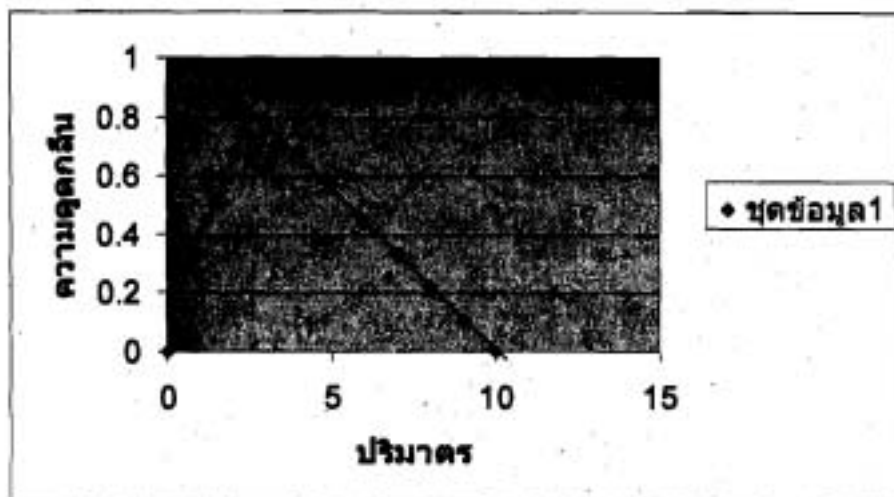
$$\begin{aligned}
 C_L &= [M_2L] \\
 C_L &= 4.08\text{cm}^3 \times 2.0 \times 10^{-2} \text{ M} / 25\text{cm}^3 = 0.0033\text{M} \\
 [M_2L] &= 0.0033\text{M} \\
 \epsilon &= 0.72 / 0.0033\text{M} \times 1.0\text{cm} = 306 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \\
 C_m &= 3[M_2L] = 3 \times 0.0033\text{M} \\
 K_f &= 0.70 / 306\text{M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \times 1\text{cm} / \{(3 \times 0.0033\text{M} - 0.70 / 306\text{M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \times 1\text{cm})^3 (0.0033 - 0.70 / 306\text{M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \times 1\text{cm})\} \\
 &= 4.22 \times 10^4
 \end{aligned}$$

๑๗ การวิเคราะห์โดยวิธีการแปรต่อเนืองเพื่อหาสปีซีดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร เมื่อนำสารละลายเหล็ก(II)เข้มข้น 6.72×10^{-4} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรปริมาณต่างๆตั้งตารางมาผสมกับ 1,10-ฟีแนนทรีน 72×10^{-3} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร สารละลายมีปริมาตรรวม 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เจือจางสารละลายจนมีปริมาตร 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยใช้เซลล์ 1.0 เซนติเมตร

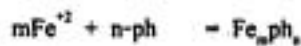
cm ³ Fe(II)	0.00	1.00	1.50	2.00	3.00	4.00
Abs	0.00	0.340	0.510	0.680	0.794	0.680
cm ³ Fe(II)	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.0
Abs	0.565	0.450	0.335	0.223	0.108	0.00

ก) จงหาองค์ประกอบของสารเชิงซ้อน

ข) จงคำนวณสภาพดูดกลืน โมลาร์ของสารเชิงซ้อน



จุดตัดที่ได้จากการต่อเส้นตรง Fe^{2+} 2.44 ลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าความดูดกลืนที่ได้จากการต่อจุด 0.84 (สารเชิงซ้อนไม่มีการแตกตัว) ค่าความดูดกลืน 0.80 (สารเชิงซ้อนมีการแตกตัว)



จำนวนโมลโลหะ = $2.44 \text{ cm}^3 \times 6.72 \times 10^{-4} \text{ M}$

จำนวนโมลลิแกนด์ = $7.56 \text{ cm}^3 \times 6.72 \times 10^{-4} \text{ M}$

$$n/m = 7.56 \text{ cm}^3 \times 6.72 \times 10^{-4} \text{ M} / 2.44 \text{ cm}^3 \times 6.72 \times 10^{-4} \text{ M} = 3.09:1 \text{ หรือ } 3:1$$



$[Fe^{2+}]$, $[ph]$ และ $[Fe ph_3^{2-}]$ หาได้จากเทอร์พ บริเวณค่าความดูดกลืน 0.84 (สารเชิงซ้อนไม่มีการแตกตัว)

ค่าความดูดกลืน 0.80 (สารเชิงซ้อนมีการแตกตัว) ปริมาณเหล็ก 2.44 cm^3 ปริมาณ 1,10-ฟีแนนทรีน

7.56 cm^3

$$\text{จำนวนโมลโลหะ}/1 = \text{จำนวนโมลลิแกนด์}/3 = \text{จำนวนโมลสารเชิงซ้อน}/1$$

$$K_f = [Fe ph_3^{2-}] / [Fe^{2+}] [ph]^3$$

$$A = \epsilon b [Fe ph_3^{2-}]$$

$$[Fe ph_3^{2-}] = A / \epsilon b$$

$$C_{Fe} = [Fe^{2+}] + [Fe ph_3^{2-}]$$

$$[Fe^{2+}] = C_{Fe} - [Fe ph_3^{2-}]$$

$$C_{ph} = [ph] + 3[Fe ph_3^{2-}]$$

$$[ph] = C_{ph} - 3[Fe ph_3^{2-}]$$

$$C_{Fe} = [Fe ph_3^{2-}]$$

$$C_{Fe} = 2.44 \text{ cm}^3 \times 6.72 \times 10^{-4} \text{ M} / 25 \text{ cm}^3 = 6.56 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$C_{ph} = 7.56 \text{ cm}^3 \times 6.72 \times 10^{-4} \text{ M} / 25 \text{ cm}^3 = 1.97 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$[Fe ph_3^{2-}]$ หาได้จากการต่อเส้นตรงสองเส้น ไปตัดกันพบที่ $A_{\infty} = 0.84$ ที่จุดนี้ทั้งเหล็กและฟีแนน-

ทรีนเกิดสารเชิงซ้อนทั้งหมด

$$A_{\infty} = \epsilon b [Fe ph_3^{2-}]_{\infty} = \epsilon b C_{Fe} = 0.84$$

ค่าความดูดกลืน 0.80 สารเชิงซ้อนมีการแตกตัว

$$A = \epsilon b [Fe ph_3^{2-}] = 0.80$$

$$A/A_{\infty} = \epsilon b [Fe ph_3^{2-}] / \epsilon b [Fe ph_3^{2-}]_{\infty} = [Fe ph_3^{2-}] / C_{Fe}$$

$$[Fe ph_3^{2-}] = (A/A_{\infty}) C_{Fe} = (0.8/0.84) 6.56 \times 10^{-5} \text{ M} = 6.24 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$K_f = [Fe ph_3^{2-}] / [Fe^{2+}] [ph]^3$$

$$K_f = \frac{[FePh_3^{2-}]}{[C_{Fe} - [FePh_3^{2-}]] [C_{ph} - 3[FePh_3^{2-}]]^3}$$

$$K_f = \frac{[6.24 \times 10^{-5} M]}{[(6.56 \times 10^{-5} M - 6.24 \times 10^{-5} M)] [(1.97 \times 10^{-4} M - 3 \times 6.24 \times 10^{-5} M)]^3}$$

$$K_f = 3.44 \times 10^{11} M^{-3}$$

๑๘ สารเชิงซ้อนดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 380 นาโนเมตร สารเชิงซ้อนเกิดจาก $Fe(IV)$ กับ 1,2-ไดไฮดรอกซีเบนซีน -3,5-ไดซัลโฟเนต (Tm) ฮาวิย์และแมนนิ่งหาค่าประกอบของสารเชิงซ้อนโดยวิธีอัตราส่วนโมล ได้ข้อมูลดังตาราง จงหาค่าประกอบของสารเชิงซ้อน ความเข้มข้น (Tm) 2.4×10^{-3} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

$[Ti] \times 10^3 M$	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
Abs	0.150	0.291	0.384	0.495	0.616	0.752

ความเข้มข้น (Ti) 2.4×10^{-3} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

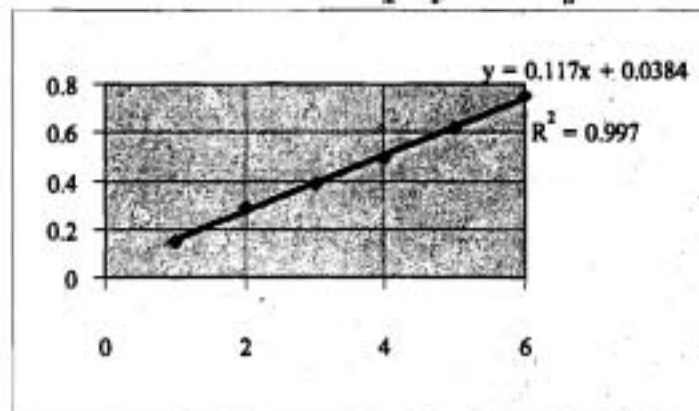
$[Tm] \times 10^3 M$	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0
Abs	0.077	0.131	0.165	0.209	0.257	0.297

$$mTi + nTm = Ti_m Tm_n$$

ความเข้มข้น (Tm) มากเกินพอ ความเข้มข้น $Fe(IV)$ น้อยจึงเป็นตัวกำหนดการเกิดสารเชิงซ้อน

$$[Ti_m Tm_n] = C_m / m$$

$$A = \epsilon b [Ti_m Tm_n] = \epsilon b C_m / m$$



จากกราฟที่ค่าความดูดกลืนกับความเข้มข้นโลหะ ความชันเคอร์ฟคือความชันโลหะ

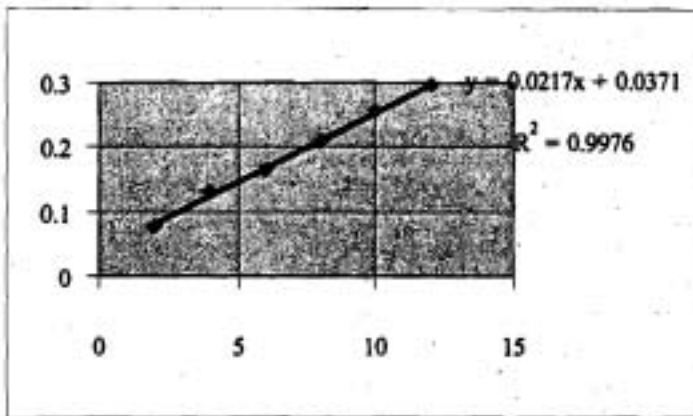
$$\text{ความชันโลหะ} = \Delta A / \Delta C_m = \epsilon b / m$$

$$\text{ความชันโลหะ} = 0.117 = \epsilon b / m$$

ความเข้มข้น $Fe(IV)$ มากเกินพอ ความเข้มข้น (Tm) น้อยจึงเป็นตัวกำหนดการเกิดสารเชิงซ้อน

$$[Ti_n Tm_n] = C_L / n$$

$$A = eb[Ti_n Tm_n] = ebC_L / n$$



จากกราฟที่ค่าความสอดคล้องกับความเข้มข้นลิแกนด์ ความชันเคอร์ฟคือความชันลิแกนด์

$$\text{ความชันลิแกนด์} = \Delta A / \Delta C_L = eb/n$$

$$\text{ความชันลิแกนด์} = 0.217 = eb/n$$

$$\text{ความชันลิแกนด์/ความชันโลหะ} = 0.0217/0.117 = eb/n (/eb/m)$$

$$\text{ความชันลิแกนด์/ความชันโลหะ} = 0.0217/0.117 = m/n = 1.0:5.39 = 1.0:5.0$$

สูตรสารเชิงซ้อน TiL_n

บทที่ ๑๒

วิธีสเปกโทรลูมิเนสเซนซ์เชิงโมเลกุล

อ่านหนังสือจบบทนี้แล้วท่านได้รู้จักและอธิบายความหมายของคำเหล่านี้ได้หรือยัง

โมเลกุลวาวแสง โมเลกุลเรืองแสง ลูมิเนสเซนซ์เชิงเคมี เรโซแนนซ์ฟลูออเรสเซนซ์ นอร์แมลฟลูออเรสเซนซ์ สปินเข้าคู่ สปินไม่เข้าคู่ พาราแมกเนติก ไดอะแมกเนติก สถานะซิงเกิลต์ สถานะทริเพิลต์ แผนภูมิระดับพลังงานโมเลกุลให้ลูมิเนสเซนซ์ อัตราเร็ว -การดูดกลืน -การเปล่ง กระบวนการกลับสู่สถานะพื้น -การผ่อนคลายโดยการสั่น -การเปลี่ยนภายใน -ปรากฏการณ์ก่อนการแตกตัว -ปรากฏการณ์การแตกตัว -การเปลี่ยนภายนอก -การข้ามระหว่างระบบ -ฟลูออเรสเซนซ์(วาวแสง) ผลได้(ประสิทธิภาพ)ควอนตัม ชนิดการทรานซิชัน π ไป π' σ ไป σ' นอนบอนดิง(nb)ไป π' โครงสร้างโมเลกุลที่ให้ฟลูออเรสเซนซ์ -ผลของความแข็งแรง -ผลของอุณหภูมิ -ผลของตัวทำละลาย -ผลของพีเอช -ผลของออกซิเจน การควมร่วม การดูดกลืนร่วม สเปกตรัมแปลง สเปกตรัมกระตุ้น มาตรฐานฟลูออโร มาตรฐานสเปกโทรฟลูออโร แหล่งกำเนิด หลอดไฮปรอท หลอดอาร์กซีนอล เลเซอร์ ทรานซ์ดีวเซอร์ ขบวนการไดโอด เซลล์ มาตรฐานสเปกโทรฟลูออโรแบบไม่แก้ไข มาตรฐานสเปกโทรฟลูออโรแบบแก้ไข มาตรฐานฟอสฟอเรสเซนซ์ การเทียบมาตรฐานเครื่องฟลูออโร การวัด -ช่วงชีวิต -เคมีลูมิเนสเซนซ์

แบบฝึกหัดบทที่ ๑๒

๑ อธิบายความหมายต่อไปนี้

ก) ฟลูออเรสเซนซ์ ข) ฟอสฟอเรสเซนซ์ ค) เรโซแนนซ์ฟลูออเรสเซนซ์ ค) สถานะซิงเกิลต์ ฉ) สถานะทริเพิลต์ ง) การผ่อนคลายโดยการสั่น จ) การเปลี่ยนภายใน ช) การเปลี่ยนภายนอก ซ) การข้ามระหว่างระบบ ฉ) ปรากฏการณ์ก่อนการแตกตัว ฉ) ปรากฏการณ์การแตกตัว ฉ) ประสิทธิภาพควอนตัม

ก ฟลูออเรสเซนซ์(การวาวแสง) เป็นกระบวนการที่โมเลกุลที่สถานะพื้นดูดกลืนรังสีแล้วเปลี่ยนเป็นสถานะกระตุ้น(เกิดอิเล็กตรอนิกส์ทรานซิชันจากสถานะพื้นซิงเกิลต์ ไปสถานะกระตุ้นซิงเกิลต์)ระดับการสั่นสูง โมเลกุลที่สถานะกระตุ้นระดับการสั่นสูงกลับสู่สถานะกระตุ้นระดับการสั่นต่ำสุดแล้วกลับสู่สถานะพื้นพร้อมกับปล่อยโฟตอน(ความยาวคลื่นที่ปล่อยมากกว่าความยาว

คลื่นที่ดูดกลืน)

ข ฟอสฟอเรสเซนซ์(การเรืองแสง) เป็นกระบวนการที่โมเลกุลที่สถานะพื้นดูดกลืนรังสีแล้วเปลี่ยนเป็นสถานะกระตุ้น(เกิดอิเล็กตรอนนิกซ์ทรอนขึ้นจากสถานะพื้นซึ่งเกิดดี ไปสถานะกระตุ้นซึ่งเกิดดี) โมเลกุลที่สถานะกระตุ้นซึ่งเกิดดีระดับการสั่นต่ำสุดเกิดการเปลี่ยนมัลติพลิซิตี(ระดับพลังงานเท่ากัน)เป็นสถานะกระตุ้นทริเพิลต์ระดับการสั่นสูงแล้วกลับสู่สถานะกระตุ้นทริเพิลต์ระดับการสั่นต่ำสุดพร้อมกับปล่อยโฟตอนเพื่อกลับสู่สถานะพื้นซึ่งเกิดดี(ความยาวคลื่นที่ปล่อยมากกว่าความยาวคลื่นที่ดูดกลืน และใช้เวลาในการเกิดนานมาก)

ค เรโซแนนซ์ฟลูออเรสเซนซ์ เกิดจากไออะตอมในสถานะกระตุ้นปล่อยรังสีที่มีความยาวคลื่น(ความถี่)เท่ากับความยาวคลื่นที่ใช้กระตุ้น

ค) สถานะซึ่งเกิดดี คือการสปีนของอิเล็กตรอนสองตัวในอะตอม(โมเลกุล)เข้าคู่กัน $\uparrow\downarrow$

ข) สถานะทริเพิลต์ คือการสปีนของอิเล็กตรอนสองตัวในอะตอม(โมเลกุล)ไม่เข้าคู่กัน $\uparrow\uparrow$ หรือ $\downarrow\downarrow$ การสปีนแบบนี้ให้โมเมนต์เชิงมุม

ง) การผ่อนคลายโดยการสั่น เป็นกระบวนการที่โมเลกุลที่อยู่ในสถานะอิเล็กตรอนนิกซ์ระดับการสั่นสูงเปลี่ยนไปสู่ระดับการสั่นต่ำ โดยไม่มีการเปล่งรังสีออกมา(คายความร้อน)

จ) การเปลี่ยนภายใน เป็นกระบวนการระหว่างโมเลกุลที่อยู่ในสถานะอิเล็กตรอนนิกซ์ที่สุกระดับการสั่นต่ำเปลี่ยนไปอยู่ในสถานะอิเล็กตรอนนิกซ์ที่ต่ำระดับการสั่นสูง(ระดับพลังงานเท่ากัน) มักเกิดกับสารประกอบอะลิฟาติก โดยไม่ให้รังสีออกมา

ฉ) การเปลี่ยภายนอก เป็นกระบวนการที่โมเลกุลเปลี่ยนจากสถานะอิเล็กตรอนนิกซ์ที่สุกระดับการสั่นต่ำไปสู่สถานะอิเล็กตรอนนิกซ์ที่ต่ำระดับการสั่นสูง(มีพลังงานเท่ากัน) โดยมีการถ่ายโอนพลังงานให้กับตัวทำละลายหรือตัวถูกละลาย โดยไม่ให้รังสีออกมา

ช) การข้ามระหว่างระบบ เป็นกระบวนการที่โมเลกุลเปลี่ยนจากสถานะการสปีนซึ่งเกิดดีกระตุ้นเปลี่ยนเป็นสถานะกระตุ้นทริเพิลต์ซึ่งมีระดับพลังงานเท่ากัน(เกิดกับสารพวกพาราแมกเนติก)

ซ) ปรากฏการณ์ก่อนการแตกตัว เกิดจากโมเลกุลดูดกลืนรังสีไปสู่สถานะอิเล็กตรอนนิกซ์ที่มีค่ามากกว่าระดับการสั่นต่ำแล้วกลับไปสู่สถานะอิเล็กตรอนนิกซ์ที่มีค่าน้อยแต่มีระดับการสั่นมาก โดยพลังงานการสั่นมีค่ามากพอที่จะทำให้พันธะของโครมอฟอร์แตก

ฌ) ปรากฏการณ์การแตกตัว เกิดจากโมเลกุลดูดกลืนรังสีที่มีพลังงานมากเกินพอไปสู่สถานะอิเล็กตรอนนิกซ์ที่มีค่ามากจนทำให้พันธะของโมเลกุลเกิดการแตกสลาย

ฎ) ประสิทธิภาพควอนตัม คืออัตราส่วนจำนวน โมเลกุลที่ให้รังสีฟลูออเรสเซนซ์ต่อจำนวน

โมเลกุลทั้งหมดที่ถูกกระตุ้น

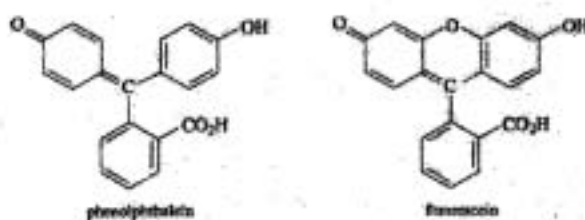
๒ อธิบายความแตกต่างระหว่างสเปกตรัมฟลูออเรสเซนซ์เปล่ง สเปกตรัมฟลูออเรสเซนซ์กระตุ้น สเปกตรัมแบบโคคัลลาสเปกตรัมดูดกลืนรังสีมากกว่ากัน

สเปกตรัมฟลูออเรสเซนซ์เปล่งได้จากการตรึงความยาวคลื่นที่ใช้กระตุ้นแล้ววัดความเข้มฟลูออเรสเซนซ์เปล่งออกมาขณะที่แปรความยาวคลื่นที่ใช้เปล่งแล้ววัดความเข้มรังสีที่ดูดกลืนขณะที่แปรความยาวคลื่นที่ใช้กระตุ้น สเปกตรัมฟลูออเรสเซนซ์กระตุ้นคล้ายสเปกตรัมดูดกลืน ส่วนความเข้มฟลูออเรสเซนซ์แปร โดยตรงกับความเข้มข้นของโมเลกุลตัวอย่าง

๓ ทำไมวิธีสเปกโทรฟลูออโรจึงไวกว่าวิธีสเปกโทรโฟโต

วิธีสเปกโทรฟลูออโร สภาพไวเพิ่มเมื่อเพิ่มความเข้มแหล่งกำเนิดรังสีที่ใช้กระตุ้นหรือเพิ่มกำลังขยายสัญญาณ วิธีนี้ใช้เพิ่มสภาพไวของวิธีสเปกโทรโฟโตไม่ได้ เพราะวิธีสเปกโทรโฟโตใช้หลักการวัดความดูดกลืน $A = \log(P_0/P)$ หรือวัดผลต่างความเข้มรังสีที่ขนสาร P_0 กับความเข้มรังสีที่ออกมา P การเพิ่มความเข้มแหล่งกำเนิดรังสีหรือเพิ่มกำลังขยายสัญญาณจะเพิ่มทั้ง P_0 และ P

๔ สารประกอบตัวใดมีประสิทธิภาพควอนตัมมากกว่ากัน อธิบาย



ฟลูออเรสเซนซ์โครงสร้างมีความแข็งแรงมากกว่าฟีนอลฟทาไลน์ซึ่งวงอะโรมาติกมีการบิดได้ ฟลูออเรสเซนซ์ จึงให้ฟลูออเรสเซนซ์มากกว่า

๕ ตัวทำละลายใดที่ทำให้แนพทาไลน์ให้รังสีฟลูออเรสเซนซ์มากกว่ากัน 1-คลอโรเบนซีน, 1-โบรโมเบนซีน และ 1-ไอโอดobenซีน

แนพทาไลน์ให้รังสีฟลูออเรสเซนซ์มากสุดในตัวทำละลาย 1-คลอโรเบนซีน ส่วนตัวทำ

ละลายอีกสองตัว อะคอมโบรมินและอะคอมไฮโอดีน มีขนาดใหญ่มากกว่า จึงช่วยทำให้เกิดการข้ามระหว่างระบบ(อะคอมหนักสุดมีโอกาสเกิดการข้ามระหว่างระบบมากที่สุด) จึงลดประชากรสถานะกระตุ้นซึ่งเกิด s ,

บ นิโคตินามิคอชาตินีนไดนิวคลีโอไทด์รีดิวซ์(NADH)เป็นโคเอนไซม์ที่ให้ฟลูออเรสเซนซ์ ความยาวคลื่นดูดกลืน 340 นาโนเมตร ความยาวคลื่นเปล่ง 465 นาโนเมตร สารละลายมาตรฐานNAD เข้มข้นเป็นส่วนในล้านส่วนให้ความเข้มฟลูออเรสเซนซ์ดังตาราง

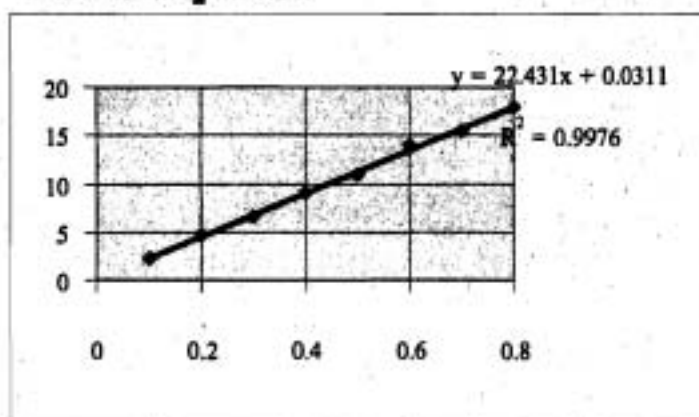
[NADH]	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
F_m	2.24	4.74	6.59	8.98	10.93	14.01	15.49	18.02

ก) เขียนเคอร์ฟมาตรฐานNADH

ข) จงคำนวณพารามิเตอร์สมการเส้นตรงแบบกำลังสองน้อยที่สุดจากการพล็อตในข้อ ก

ค) จงคำนวณความเข้มข้น NADH เมื่อวัดความเข้มฟลูออเรสเซนซ์ได้ 12.16

ก เคอร์ฟมาตรฐานNADH



ข สมการเส้นตรงแบบกำลังสองน้อย $y = 22.431x + 0.0311$, $R^2 = 0.9976$

ค ความเข้มข้นNADH $12.16 = 22.431x + 0.0311 = 0.54$ ส่วนในล้านส่วน

๑ ปีเปคต์สารละลายสังกะสีเข้มข้น 1.0 ส่วนในล้านส่วน 0.0, 5.0, 10.0 และ 15.0 ถูกบาศก์เซนติเมตรใส่กรวยแยก ปีเปคต์สารละลายตัวอย่างสังกะสี 5.00 ถูกบาศก์เซนติเมตร สกัดด้วยสารละลายคาร์บอนเททราคลอไรด์ที่มี 8-ไฮดรอกซีควิโนลีนมากเกินไป แบ่งสารสกัดได้ใส่ขวดปริมาตร 25.0 ถูกบาศก์เซนติเมตร เจือจางด้วยสารละลายคาร์บอนเททราคลอไรด์ นำไปวัดความเข้มฟลูออเรสเซนซ์ได้ข้อมูลดังตาราง

1.0 ppm Zn ²⁺ cm ³	0.0	5.0	10.0	15.0
F _{int}	6.08	11.24	15.47	20.84

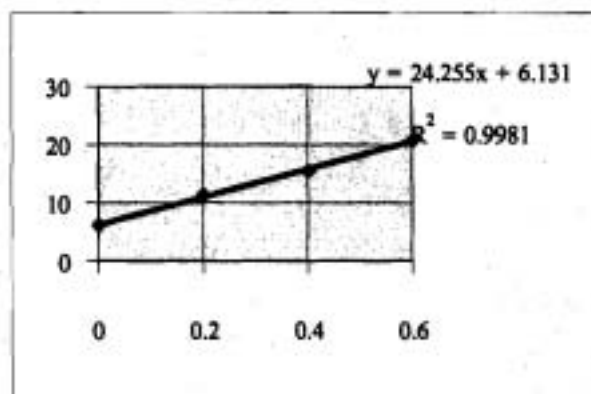
ก) เขียนเคอร์ฟมาตรฐานจากข้อมูลในตาราง

ข) จงคำนวณพารามิเตอร์สมการเส้นตรงแบบกำลังสองน้อยที่สุดจากการพล็อตในข้อ ก

ค) จงคำนวณความเข้มข้นตัวอย่างสังกะสี

ก เคอร์ฟมาตรฐานสังกะสี

[Zn]	E int
0	6.08
0.2	11.24
0.4	15.47
0.6	20.84



ข สมการเส้นตรงแบบกำลังสองน้อยที่สุด $y = 24.255x + 6.131$, $R^2 = 0.9981$

ค ความเข้มข้นสารตัวอย่างสังกะสี

สารละลาย 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีสังกะสี 0.27 มิลลิกรัม

สารละลาย 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีสังกะสี $(0.27 \text{ มิลลิกรัม} \times 25 \text{ cm}^3) / 1000 \text{ cm}^3 = .00675$ มิลลิกรัม

๘ ปีเปดต์ตัวอย่างน้ำ 5.0 ลูกบาศก์เซนติเมตรได้ใส่ขวดปริมาตร 50.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปีเปดต์สารละลายมาตรฐาน NaF เข้มข้น 10.0 ส่วนในล้านส่วน 0.0, 1.5, 3.0 และ 4.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่สารละลายเชิงซ้อน Al-กรดอซิซารินิการ์เนต R ซึ่งให้ความเข้มฟลูออเรสเซนซ์สูง เจือจาง

สารละลายไขมันมีปริมาตร 50.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำไปวัดความเข้มข้นฟลูออเรสเซนซ์ได้ข้อมูลดังตาราง

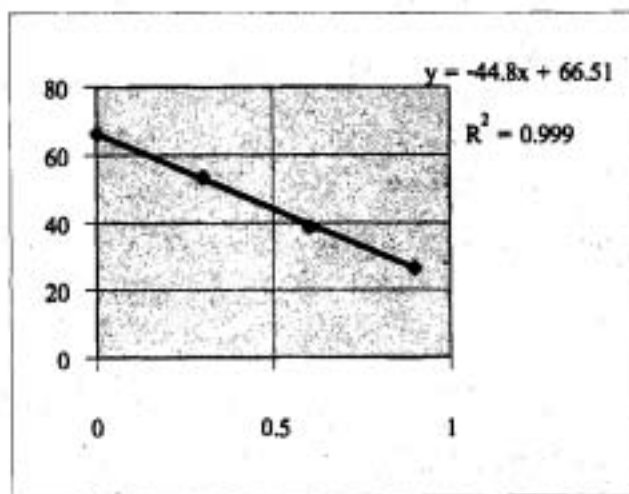
cm ³ ฟลูออไรด์	0.0	1.5	3.0	4.5
ความเข้มสัมพัทธ์	66.3	53.7	39	26

- ก) จงอธิบายหลักการทางเคมีวิเคราะห์
 ข) เขียนเทอร์พมาตรฐานจากข้อมูลในตาราง
 ค) ใช้สมการกำลังสองน้อยที่สุดคำนวณพหามิเตอร์ถดถอยของสมการเส้นตรงซึ่งสัมพันธ์กับความเข้มฟลูออเรสเซนซ์ลดลงกับปริมาณรีเอเจนต์ที่เติม
 ง) จงคำนวณความเข้มข้นฟลูออไรด์
 ก ฟลูออไรด์เป็นฮาโลเจนทำให้เกิดการเปลี่ยนจากสถานะซิงเกิลต์ระดับที่สถานะการสั่น 0 เป็นสถานะทริเพิลต์ระดับที่สถานะการสั่นสูงแต่มีพลังงานเท่ากัน เป็นผลให้ความเข้มฟลูออเรสเซนซ์ที่เปล่งลดลง

ข เทอร์พมาตรฐาน

[F] ppm Em

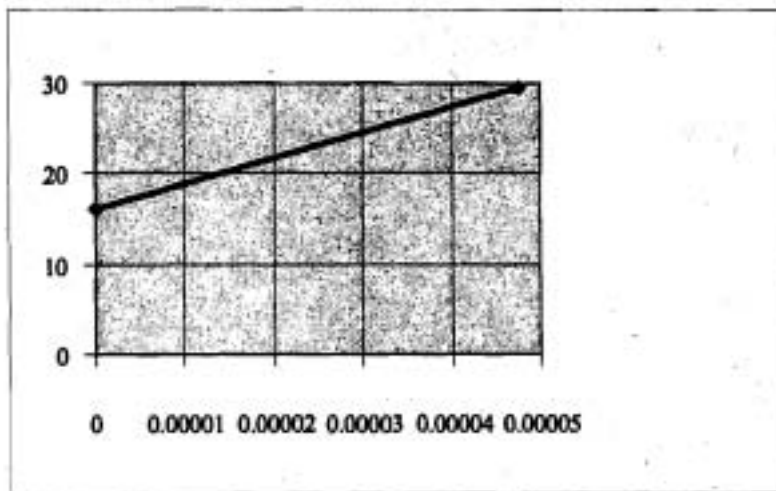
0	66.3
0.3	53.7
0.6	39
0.9	26.4



ก จากการต่อเครื่องที่คำนวณความเข้มข้นฟลูออไรด์ได้ 0.52 ส่วนในล้านส่วน

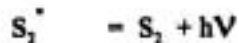
๘ ไอออนเหล็ก(II)เป็นตัวเร่งการออกซิไดซ์ลูมิเนสเซนซ์ด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มลูมิเนสเซนซ์เพิ่มเมื่อเพิ่มความเข้มข้นเหล็ก(II)จาก 10^{-10} ถึง 10^{-6} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปิเปตต์น้ำ 1.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่สารละลายตัวอย่างเหล็ก(II) 2.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่สารละลายลูมิเนสเซนซ์ในต่าง 1.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร วัดความเข้มลูมิเนสเซนซ์นาน 10 วินาทีได้ 16.1

ปิเปตต์สารละลายตัวอย่างเหล็ก(II) 2.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิเปตต์สารละลายมาตรฐานเหล็กเข้มข้น 4.75×10^{-5} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร 1.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และลูมิเนสเซนซ์ในต่างปริมาณเท่าเดิม วัดความเข้มลูมิเนสเซนซ์นาน 10 วินาทีได้ 29.6 จงคำนวณความเข้มข้นเหล็กในตัวอย่าง



ความเข้มข้นเหล็กในตัวอย่าง = $16.1 \times 1 \text{ cm}^3 \times 4.75 \times 10^{-5} \text{ M} / (29.6 - 16.1) 2 \text{ cm}^3 = 2.83 \times 10^{-5}$ โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

๑๐ สมการใช้หาความเข้มลูมิเนสเซนซ์ของ SO_2 หน้า 492 จงหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น SO_2 ในตัวอย่างกับความเข้มลูมิเนสเซนซ์และค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยานรก



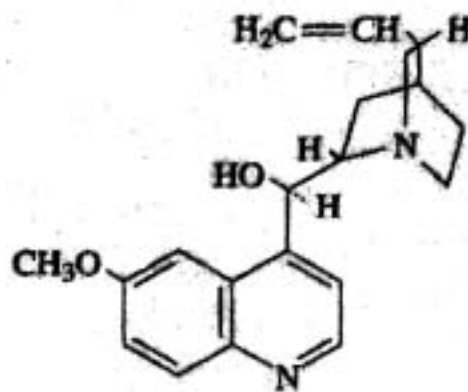
$$\text{จำนวน โมล } \text{SO}_2/2 = \text{จำนวน โมล } \text{S}_2^*$$

ความเข้มข้นโมเลกุลของ S_2^* หาได้ ส่วนในรูป SO_2 จะหาได้จาก S_2^* โดยความเข้มข้นสัมพัทธ์ของ SO_2 มีค่าเป็นสองเท่าความเข้มข้นโมเลกุลของ S_2

$$I_{Cl} = dc/dt \phi S_2$$

$$I_{Cl} = dc/dt \phi S_{2ca}^* \phi S_{2em}^*$$

๑๑ ควินินเป็นสารให้ฟลูออเรสเซนซ์ นิยมใช้เทียบมาตรฐานสำหรับมาตรฟลูออโรและมาตรสเปกโทรฟลูออโร ให้พิจารณาโครงสร้างโมเลกุลควินินว่าโครโมฟอร์ใดให้ฟลูออเรสเซนซ์ โครงสร้างส่วนบนที่ต่อกับ hydroxyquinoline ซึ่งเป็นศูนย์กลางฟลูออเรสเซนซ์เป็นโครโมฟอร์(อนุพันธ์ของ pyrrole)



บทที่ ๑๓

โพลาริเมตรี ออปติคัลไบรดาตอรีคิสเพอร์ชัน เซอร์คูลาร์ไดครอยซิม

อ่านหนังสือจบบทนี้แล้วท่านได้รู้จักและอธิบายความหมายของคำเหล่านี้ได้หรือยัง

มาตรโพลาริ มาตรออปติคัลไบรดาตอรีคิสเพอร์ชัน มาตรเซอร์คูลาร์ไดครอยซิม
สารไวแสง(ผลึกแอนไอโซทรอปิก) สารไม่ไวแสง(ผลึกไอโซทรอปิก) รังสีธรรมดา รังสีผิด
ธรรมดา(วงรี) แกนแสง การหักเหสองครั้ง(double refraction) นิกอลปริซึม แคนาคาบิลซัม รังสี
ระนาบโพลาไรซ์ นิกอลปริซึมผลิตรังสีระนาบโพลาไรซ์ นิกอลปริซึมวิเคราะห์รังสี
ระนาบโพลาไรซ์ การแทรกสอดรังสีระนาบโพลาไรซ์ในแนวตั้งกับแนวนอน มุม 0,0 มุม 0,45(λ
/8, $\pi/4$) มุม 0,90(λ /4, $\pi/2$) มุม 0,135(3/8 λ , 3/4 π) มุม 0,180 (1/2 λ , π) มุม 0,225 (5/8 λ , 5/4 π) มุม
0,270(3/4 λ , 3/2 π) มุม 0,315(7/8 λ , 7/4 π) มุม 0,360 (λ , 2 π) รังสีวงกลมตามเข็มนาฬิกา(dextrorotatory)
เศษสามส่วนที่ผ่านคลื่น รังสีวงกลมทวนเข็มนาฬิกา(levorotatory) เศษหนึ่งส่วนที่ผ่านคลื่น รังสีวงรี
ตามเข็มนาฬิกาเอียงซ้าย รังสีวงรีตามเข็มนาฬิกาเอียงขวา รังสีวงรีทวนเข็มนาฬิกาเอียงซ้าย รังสี
วงรีทวนเข็มนาฬิกาเอียงขวา เซอร์คูลาร์ดีบีเลรีแฟรคชัน การหมุนแสง เอนแอนโทโอเมอร์ การ
หมุนจำเพาะ การหมุนโมเลกุล ลิพทิจปริซึม(ฮาฟแซโคว์) หลักการคอต
ทอน อิลิปติซิติ เฟรเนลโรอมป์ เซลล์ปอกเกิล

แบบฝึกหัดบทที่ ๑๓

๑. จงบอกความแตกต่างรังสีไม่โพลาไรซ์ รังสีระนาบโพลาไรซ์ รังสีเซอร์คูลาร์ดีโพลาไรซ์ และ
รังสีอิลิปติคัลดีโพลาไรซ์

รังสีไม่โพลาไรซ์ เวกเตอร์ไฟฟ้าแกว่งกวัดทุกทิศทาง รังสีระนาบโพลาไรซ์ เวกเตอร์
ไฟฟ้าแกว่งกวัดในหนึ่งระนาบ รังสีเซอร์คูลาร์ดีโพลาไรซ์ เวกเตอร์ไฟฟ้าเดินทางแบบเกลียวสวน
(circular helix)หรือเกลียวกลม รังสีเซอร์คูลาร์ดีโพลาไรซ์ เกิดจากรังสีระนาบโพลาไรซ์สองระนาบ
เดินทางด้วยความเร็วต่างกันเศษหนึ่งส่วนสี่หรือเศษสามส่วนสี่ความยาวคลื่น รังสีอิลิปติคัลดีโพลา
ไรซ์เกิดจากรังสีระนาบโพลาไรซ์สองระนาบ(d_1)เดินทางด้วยความเร็วต่างกัน และมีสภาพคู่คลื่น
โมลาร์(d_2)ต่างกัน ผลรวมของปรากฏการณ์ทั้งสองคือรังสีอิลิปติคัลดีโพลาไรซ์ มีค่า
เท่ากับระยะทางบนแกนรองหารด้วยระยะทางบนแกนหลัก

๒ จงอธิบายความแตกต่างระหว่างรังสีธรรมดาและรังสีผิดปกติ

รังสีธรรมดาคือรังสีระนาบโพลาไรส์ที่เดินทางด้วยความเร็วเท่ากันทุกทิศทาง(ตามแกนแสงและตั้งฉากกับแกนแสง)ของผลึกไอโซทรอปิก(ไม่ไวแสง) รังสีผิดปกติคือรังสีระนาบโพลาไรส์ที่เดินทางบนแกนที่สองของผลึกแอนไอโซทรอปิก(ไวแสง)ด้วยความเร็วต่างไปจากแกนที่หนึ่งซึ่งเป็นแกนแสง(รังสีเดินทางด้วยความเร็วคงที่)

๓ ให้ความหมายของคำต่อไปนี้

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| ก แกนแสง | ข นิกอลปริซึม |
| ค เศษหนึ่งส่วนสี่แผ่นคลื่น | ง การหักเหสองครั้ง |
| จ การหักเหสองครั้งแบบวงกลม | ฉ เซอร์ดูลาร์ไบร์ฟริงเกนส์ |
| ช อิลิปติซิตี | ณ เอนแอนโทโอเมอร์ |
| ฅ เดกโทรโรตาตอรี | ฎ เลโวโรตาตอรี |

ก แกนแสง แกนแสงของผลึกคือแกนที่มีการกระจายของอนุภาคแบบสมมาตร รังสีระนาบโพลาไรส์เดินทางบนแกนนี้ด้วยความเร็วคงที่โดยไม่คำนึงถึงทิศทางการโพลาไรส์

ข นิกอลปริซึม ได้จากการนำผลึกแอนไอโซทรอปิก(ไวแสง) เช่น แคลไซต์ นำผลึกนี้มาตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน โดยให้มุมเล็กเท่ากับ 68 องศา ตัด(เจาะ)เส้นทแยงมุมด้านสั้นจนเกือบทะลุใส่สารที่มีครรชนีหักเหอยู่ระหว่างแคลไซต์สองค่า ผลึกนี้จะยอมให้รังสีผิดปกติออกไปใช้งาน ส่วนรังสีธรรมดาเบนออกไป(ไม่ได้ใช้งาน)

ค เศษหนึ่งส่วนสี่แผ่นคลื่น ทำหน้าที่ให้รังสีระนาบโพลาไรส์หนึ่งเดินทางต่างกับรังสีระนาบโพลาไรส์สองเศษหนึ่งส่วนสี่ความยาวคลื่น ผลรวมของรังสีทั้งสองเป็นรังสีเซอร์ดูลาร์โพลาไรซ์ทวนเข็มนาฬิกา

ง การหักเหสองครั้ง เป็นสมบัติของผลึกแอนไอโซทรอปิก(ไวแสง)ที่มีค่าครรชนีหักเหในแกนทั้งสองต่างกัน รังสีจึงเดินทางในแกนทั้งสองด้วยความเร็วต่างกัน

จ การหักเหสองครั้งแบบวงกลม(เซอร์ดูลาร์) เป็นสมบัติของผลึกแอนไอโซทรอปิก(ไวแสง)ที่มีครรชนีหักเหของวงกลม μ และครรชนีหักเหของวงกลม μ' มีค่าต่างกัน

ฉ เซอร์ดูลาร์ไบร์ฟริงเกนส์ คือผลต่างระหว่างค่าครรชนีหักเหของวงกลม μ และ μ' ต่างกัน $\mu \neq \mu'$ เมื่อรังสีระนาบโพลาไรส์ผ่านผลึกนี้ ถ้ารังสีที่ออกมาจะเป็นถ้ารังสีอิลิปติกัลโพลาไรส์(วงรี)

ช อิลิปติซิตี คือระยะทางบนสั้น(แกน)รองหารด้วยระยะทางบนยาว(หลัก) คือมุมในรูป 13-12

ฉ เอนแอนโทโอเมอร์เป็นไอโซเมอร์ที่เป็นภาพเหมือนกันของสารประกอบเดียวกันซึ่งทับกันไม่สนิท แต่ละเอนแอนโทโอเมอร์หมุนรังสีระนาบโพลาไรซ์ในทิศทางตรงข้ามกัน

ญ เดกโทรโรตาตอรี องค์ประกอบของรังสีระนาบโพลาไรซ์ที่เป็นรังสีเซอร์คูลาร์ดีโพลาไรซ์แบบตามเข็มนาฬิกาเมื่อผู้สังเกตสร้างสี

ฎ เลโวโรตาตอรี องค์ประกอบของรังสีระนาบโพลาไรซ์ที่เป็นรังสีเซอร์คูลาร์ดีโพลาไรซ์แบบทวนเข็มนาฬิกาเมื่อผู้สังเกตสร้างสี

๔ จงอธิบายความแตกต่างระหว่าง ORD และ CD

ออปติกกับโรตาตอรีดิสเพอร์ชัน การหมุนแสงโดยโมเลกุลของสารไวแสงเปลี่ยนไปเมื่อเปลี่ยนความยาวคลื่น เซอร์คูลาร์ไดโครอยซึม การหมุนแสงและการดูดกลืนแสงโดยโมเลกุลของสารไวแสงเปลี่ยนไปเมื่อเปลี่ยนความยาวคลื่น

๕ เซอร์คูลาร์ไบร์ฟริงเกนซ์ของสารละลายหนึ่งที่มี 360 นาโนเมตรมีค่า 1.0×10^{-5} จงหามุมที่หมุน α 360 องศา เมื่อใช้ทางเดินแสง 5 เซนติเมตร ถ้าเซอร์คูลาร์ไบร์ฟริงเกนซ์ของสารละลายนี้ที่ 720 นาโนเมตรมีค่า 1.0×10^{-5} จงหามุมที่หมุน α 360 องศา เมื่อใช้ทางเดินแสง 5 เซนติเมตร

$$\begin{aligned}\alpha_{360} &= 180(\eta_1 - \eta_2) / \lambda \\ &= 180 \times 5 \text{ cm} \times 1.0 \times 10^{-5} / 360 \times 10^{-7} \text{ cm} = 125 \text{ องศา}\end{aligned}$$

๖ ซูโครส $C_{12}H_{22}O_{11}$ $[\alpha]_D^{20} = +66.5$

ก) จงคำนวณการหมุนที่ได้จากสารละลายที่มีซูโครส 5.0 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร เมื่อใช้ทางเดินแสง 10 เซนติเมตร

ข) จงคำนวณการหมุนเชิงโมเลกุลของซูโครส

ค) สารละลายซูโครส 5.0 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรให้ $\alpha = +18.6$ เดซิเมตร เมื่อใช้ทางเดินแสง 10 เซนติเมตร หลังจากให้สารนี้ทำปฏิกิริยากับกรดและให้ความร้อน จงคำนวณปริมาณซูโครสที่ถูกแยกสลายด้วยน้ำ

$$\begin{aligned}\text{ก} \quad [\alpha]_\lambda &= [\alpha]_D^{20} = \alpha / l c \\ l &= 1.0 \text{ dm} \quad c = 5.0 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3} = 0.5 \text{ g} \cdot 100\text{cm}^{-3} \\ +66.5 &= \alpha / 1.0 \text{ dm} \times 0.5 \text{ g} \cdot 100\text{cm}^{-3} \\ \alpha &= 33.25 \text{ องศา}\end{aligned}$$

$$M = M \alpha / 100$$

น้ำหนักโมเลกุลซูโครส $C_{12}H_{22}O_{11}$ $(12 \times 12) + (22 \times 1) + (11 \times 16) = 342$

$$M = 342 \times 33.25 \text{ องศา} = 11372 \text{ องศา}$$

ค ซูโครส + สารละลายกรด = กลูโคส + ฟรักโตส



$$\% \text{ซูโครส} = \{100(a-h) \times W\} / \{144 - (1/2) \times w\}$$

กำหนดน้ำหนักปกติของมาตรฐานเท่ากับ 0.487 กำหนดความร้อนที่ใช้ $80^\circ C$

$$\% \text{ซูโครส} = 100(66.5 - 18.6) \times 0.487 / \{(144 - 80/2) \times 0.5\} = 44.86$$

๑ สารประกอบอินทรีย์มีค่าการหมุนมุมจำเพาะ 45.20 องศา เมื่อใช้ทางเดินแสง 10 เซนติเมตร วัดค่าการหมุนได้ 13.20 องศา

ก) จงหาความเข้มข้นของสารประกอบในสารละลายนี้

ข) ความเข้มข้นที่วัดได้เป็นหน่วยอะไร

$$ก) [\alpha]_D^{25} = \alpha / l c, [\alpha]_D^{25} = 45.20, \alpha = 13.20 \text{ l} = 1.0 \text{ dm}$$

$$c = 13.20 / 45.20 \times 1 \text{ dm} = 0.292 \text{ กรัมต่อ 100 ลูกบาศก์เดซิเมตร}$$

ข) ความเข้มข้นที่วัดได้เป็นกรัมต่อ 100 ลูกบาศก์เดซิเมตร

๒ นำสารตัวอย่างในข้อ ๑ ไปเติมตัวทำละลายแล้ววัดการหมุนได้ 1.08 องศา ความเข้มข้นของสารประกอบที่มีในสารละลายมีค่าเท่าใด

$$c = 1.08 / 45.20 \times 1 \text{ dm} = 0.0239 \text{ กรัมต่อ 100 ลูกบาศก์เดซิเมตร}$$

๓ จงคำนวณค่าการหมุนจำเพาะของบรูไซน์ ถ้าสารนี้มีการหมุน $\alpha = 3.50$ องศา เมื่อนำสารมา 9.88 กรัมละลายในเอทานอล 94.6 กรัม สมมติว่าปริมาณไม่เปลี่ยนเมื่อมีการผสม นำสารละลายไปวัดในเซลล์ 5.0 เซนติเมตร จงหาองค์ประกอบของบรูไซน์ในเอทานอล ถ้าสารนี้หมุนมุมไป -11.5 องศา เมื่อวัดค่าการหมุนมุมในสภาพเดิม

$$[\alpha]_D^{25} = \alpha / l c$$

สารละลาย 94.6 กรัมมีบรูไซน์ 9.88 กรัม

สารละลาย 100 กรัม มีบรูไซน์ $9.88 \times 100 / 94.6 = 10.44$ กรัม

$$[\alpha]_D^{25} = -3.50 / 10.44 \text{ กรัมต่อ } 100 \text{ กรัม} \times 0.5 \text{ dm} = -0.67$$

$$[\alpha]_D^{25} = \alpha / l c$$

$$-0.67 = -115 / 0.5 \text{ dm} \times c$$

ความเข้มข้นบรูไซน์ 343.28 กรัมต่อ 100 กรัม

๑๐ สารอินทรีย์หนัก 1 กรัม เมื่อนำมาละลายในน้ำ 50.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำสารละลายนี้มาใส่หลอดใส่ตัวอย่าง 20 เซนติเมตร วัดค่าการหมุนได้ +2.67 องศา ถ้าใช้น้ำปราศจากไอออนใส่ในหลอดใส่สารเดิม วัดค่าการหมุนได้ +0.016 องศา จงคำนวณค่าการหมุนจำเพาะของสารนี้

$$[\alpha]_D^{25} = \alpha / l c$$

α ของสาร = $2.6707 - 0.016 = 2.6547$, $c = 2$ กรัมต่อ 100.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร $l = 2$ dm

$$[\alpha]_D^{25} = 2.6547 / 2 \text{ dm} \times 2 \text{ กรัมต่อ } 100.0 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร} = 0.664$$

๑๑ สารประกอบหนึ่ง 10 กรัม เมื่อนำมาละลายในน้ำ 100.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาอิทธิปติชิตีเชิงโมเลกุล นำสารละลายนี้มาใส่หลอดใส่ตัวอย่าง 10 เซนติเมตร อ่านค่าความส่องผ่านจากเครื่องสเปกโตรได้ 0.40 สำหรับรังสีเซอร์คูลาร์โพลาไรซ์ d และ 0.42 สำหรับรังสีเซอร์คูลาร์โพลาไรซ์ i ความเข้มรังสีที่ชนมีค่าเท่ากัน

ความเข้มข้น 10 กรัมต่อ 100.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร $l = 1.0$ dm

$$P_d = 0.40, P_i = 0.42, P_0 = 1.0$$

$$\theta = 3305 \log(P_i / P_d) / bc$$

$$\theta = 3305 \log(0.40 / 0.42) / 1 \text{ dm} \times 10 \text{ g} / 100 \text{ cm}^3 = -561$$

๑๒ สารละลายมาตรฐานของสารประกอบ x มีเนื้อสารร้อยละ 20, 50 และ 80 ตามลำดับ ค่าการหมุนจำเพาะของสารนี้มีค่า 5.95, 5.70 และ 5.44 องศาตามลำดับ จะต้องใช้สมการไบออกสมการใดคำนวณค่าคงที่ได้

% 20 50 80

$[\alpha]_D^{25}$ 5.95 5.70 5.44

$$[\alpha] = A + Bq$$

$$5.95 = A + 0.20B$$

$$5.70 = A + 0.50B \quad \text{๒}$$

$$5.44 = A + 0.80B \quad \text{๓}$$

ใช้สมการคู่ใดคู่หนึ่งหาค่า A และ B

$$\text{๑}/0.2 \quad 29.75 = 5A + B \quad \text{๔}$$

$$\text{๒}/0.5 \quad 11.4 = 2A + B \quad \text{๕}$$

$$\text{๔}-\text{๕} \quad 18.35 = 3A$$

$$A = 6.12, B = -0.84$$

๑๓ ข้อมูลนี้ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างค่าการหมุนมุมจำเพาะและความเข้มข้นของเทอร์เพนโทลที่ละลายในแอลกอฮอล์

เทอร์เพนโทล(กรัม)	แอลกอฮอล์(กรัม)	ค่าการหมุนมุมจำเพาะ
10	90	-37.061
50	50	-37.566
90	10	-38.486

$$[\alpha]_d^T = \alpha / c$$

$$d = 2 \text{ dm} \quad c = 10 \text{ g} \cdot 100 \text{ cm}^{-3}$$

$$10\% \quad \alpha = -37.061 \times 2 \text{ dm} \times 10 \text{ g} \cdot 100 \text{ cm}^{-3} = -741.22$$

$$50\% \quad \alpha = -37.566 \times 2 \text{ dm} \times 50 \text{ g} \cdot 100 \text{ cm}^{-3} = -3756.6$$

$$90\% \quad \alpha = -38.486 \times 2 \text{ dm} \times 10 \text{ g} \cdot 100 \text{ cm}^{-3} = -6927$$

เขียนเคอร์ฟได้สมการ $y = 77.322x + 57.839$

๑๔ การวิเคราะห์ของผสมมีองค์ประกอบของเทอร์เพนโทลได้ข้อมูลดังใจข้อ ๑๓ สารนี้เฉพาะเทอร์เพนโทลหมุนแสง เมื่อนำของผสมตัวอย่างหนึ่งมา 10.0 กรัม ละลายในเอทานอลจนมีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร วัดค่าการหมุนมุมได้ -6.789 องศา โดยใช้เซลล์ 20.0 เซนติเมตร จงคำนวณความเข้มข้นโดยประมาณของเทอร์เพนโทลในสารตัวอย่าง

$$\alpha = -6.789$$

หาความเข้มข้นจากสมการ $y = 77.322x + 57.839$ ได้ 0.8358 กรัมใน 10 กรัม

$$\% \text{ เทอร์เพนโทล} = 0.8358 \times 100 / 10 = 8.358$$

๑๕ น้ำตาลดิบ 10 กรัม นำมาละลายในน้ำและทำให้มีปริมาตร 100.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำสารละลายนี้ไปวัดโดยใช้เซลล์ 20.0 เซนติเมตร คูณอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส วัดค่าการหมุนมุมได้ +12.648 องศา หลังจากทำการหมักด้วยกรด น้ำสารละลายนี้มีวัดค่าการหมุนมุมได้ -3.922 องศา จงคำนวณร้อยละของซูโครสในน้ำตาลดิบ

$$\% \text{ซูโครส} = \frac{(100(a-h) \times W)}{(144 - t/2) \times w}$$

กำหนดน้ำหนักปกติของมาตรฐานน้ำตาลเท่ากับ 0.487 กำหนดความร้อนที่ใช้ 25 °C

$$\% \text{ซูโครส} = \frac{100(12.648 - (-3.922)) \times 0.487}{((144 - 25/2) \times 0.5)} = 0.62$$

บทที่ ๑๔

บทนำวิธีสเปกโทรอินฟราเรด

อ่านหนังสือจบบทนี้แล้วท่านได้รู้จักและอธิบายความหมายของคำเหล่านี้ได้หรือยัง

โมเมนต์ขั้วคู่ การสั่น -แบบยืด สมมาตร อสมมาตร -แบบงอ รีดกิ้งจ์ ซิลซอริงจ์ ทวิสต์ติง แวดจ์ แรงกลับคืน การแกว่งกวัดแบบฮาร์มอนิก นวลรีดิวซ์ ความถี่การแกว่งกวัด ความถี่หลักมูล กฎการคัดเลือก การแกว่งกวัดแอนฮาร์มอนิก โมดการสั่น ระดับขึ้นความถี่ โมดปกติ -โมเลกุลเส้นตรง -โมเลกุลไม่เป็นเส้นตรง การควบคู่จากการสั่น อินฟราเรด แหล่งกำเนิด แนนซ์โกสท์เออร์ โกลบาร์ ชนิดของเปล่งแสง หลอดอาร์กปรอท หลอดไส้ทั้งสแตน เลเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์ แทรนซ์ดิวเซอร์ ความร้อน -เทอร์มอคัพเพิล -เทอร์มิสเตอร์(ไบโอมิเตอร์) -ไพโรอิเล็กทริก ฟลักเชิงเดี่ยว จุดดูรี -สภาพนำแสง มาตรฐานสเปกโทรฟลูอริเมตริกซ์ ฟอรัม มาตรฐานแทรกสอดกำลังสาม zero retardation laser fringe reference มาตรฐานแทรกสอดกำลังหนึ่ง เครื่องมือแบบกระจาย ตัวทำแสงเอกรงค์ แอทเทนนูเอเตอร์ เครื่องมือแบบไม่กระจาย มาตรฐานสเปกโทรฟลูอริเมตริกซ์ มาตรฐานแสงไม่ใช้ฟิลเตอร์

แบบฝึกหัดบทที่ ๑๔

๑. สเปกตรัมอินฟราเรดของคาร์บอนมอนอกไซด์ให้พีคดูดกลืนเนื่องจากการสั่นที่ 2170 ต่อเซนติเมตร จงคำนวณ

ก) ค่าแรงคงที่สำหรับพันธะ C=O

ข) เลขคลื่นเท่าใดที่ตรงกับพีคดูดกลืนของ ^{14}CO

$$\nu = k^{1/2} / 2 \pi c (\mu)^{1/2}$$

$$O = 16 \times 10^{-3} / 6.02 \times 10^{23} = 2.64 \times 10^{-26}, C = 12 \times 10^{-3} / 6.02 \times 10^{23} = 1.99 \times 10^{-26}$$

$$\mu = 2.64 \times 10^{-26} \times 1.99 \times 10^{-26} / (2.64 + 1.99) \times 10^{-26} = (5.26 \times 10^{-52} / 4.63 \times 10^{-26})$$

$$2170 \text{ cm}^{-1} = k^{1/2} / 2 \times 3.14 \times 3 \times 10^{10} \text{ cm.s}^{-1} (\mu)^{1/2}$$

$$2170 \text{ cm}^{-1} = 5.30 \times 10^{-12} \text{ s.cm}^{-1} k^{1/2} 4.63 \times 10^{-26} / (5.26 \times 10^{-52})^{1/2}$$

$$k = 1.901 \times 10^3 \text{ นิวตันต่อเมตร}$$

ข) C^{14} = $14 \times 10^{-3} / 6.02 \times 10^{23} = 2.32 \times 10^{-26}$

$$\nu = (1.901 \times 10^3)^{1/2} / 2 \times 3.14 \times 3 \times 10^{10} \text{ cm.s}^{-1} (\mu)^{1/2}$$

$$\begin{aligned} \mu &= 2.64 \times 10^{-26} \times 2.32 \times 10^{-26} / (2.64 + 2.32) 10^{-26} = (6.125 \times 10^{-52} / 4.96 \times 10^{-26}) \\ \nu &= (1.901 \times 10^3)^{1/2} / 2 \times 3.14 \times 3 \times 10^{10} \text{ cm.s}^{-1} (4.96 \times 10^{-52} / 6.125 \times 10^{-26})^{1/2} \\ \nu &= 2079 \text{ ต่อเซนติเมตร} \end{aligned}$$

๒ ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ให้พิกัดคลื่นอินฟราเรดที่ 2890 ต่อเซนติเมตร เนื่องจากการสั่นแบบยืดของไฮโดรเจน/คลอรีน จงคำนวณ

ก) ค่าแรงคงที่สำหรับพันธะ HCl

ข) เลขคลื่นของพิกัดคลื่นสำหรับ DCl สมมติค่าแรงคงที่ของพันธะนี้เท่ากับข้อ ก

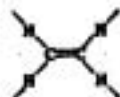
$$\begin{aligned} \nu &= k^{1/2} / 2 \pi c (\mu)^{1/2} \\ H &= 1 \times 10^{-3} / 6.02 \times 10^{23} = 1.66 \times 10^{-27}, \quad Cl = 35.5 \times 10^{-3} / 6.02 \times 10^{23} = 5.897 \times 10^{-26} \\ \mu &= 1.67 \times 10^{-27} \times 5.897 \times 10^{-26} / (1.67 + 5.897) 10^{-26} = (9.79 \times 10^{-53} / 6.06 \times 10^{-26}) \\ 2890 \text{ cm}^{-1} &= k^{1/2} / 2 \times 3.14 \times 3 \times 10^{10} \text{ cm.s}^{-1} (\mu)^{1/2} \\ 2890 \text{ cm}^{-1} &= 5.30 \times 10^{-12} \text{ s.cm}^{-1} k^{1/2} 6.06 \times 10^{-26} / (9.79 \times 10^{-53})^{1/2} \\ k &= 480.05 \text{ นิวตันต่อเมตร} \end{aligned}$$

$$\text{ข) } D = 2 \times 10^{-3} / 6.02 \times 10^{23} = 3.32 \times 10^{-27}$$

$$\begin{aligned} \mu &= 3.32 \times 10^{-27} \times 5.897 \times 10^{-26} / (3.32 + 5.897) 10^{-26} = (1.96 \times 10^{-52} / 6.229 \times 10^{-26}) \\ \nu &= (1.901 \times 10^3)^{1/2} / 2 \times 3.14 \times 3 \times 10^{10} \text{ cm.s}^{-1} (1.96 \times 10^{-52} / 6.229 \times 10^{-26})^{1/2} \\ \nu &= 2070 \text{ ต่อเซนติเมตร} \end{aligned}$$

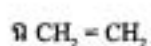
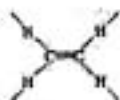
๓ จงบอกว่าพิกัดการสั่นต่อไปนี้ เป็นสเปกตรัมอินฟราเรดกับมันด์หรือไม่

โมเลกุล	รูปแบบการสั่น
ก) CH ₃ -CH ₃	การยืด C-C
ข) CH ₃ -CCl ₃	การยืด C-C
ค) SO ₂	การยืดสมมาตร
ง) CH ₂ =CH ₂	การยืด C-H

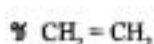
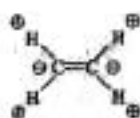




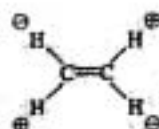
การยึด C-H



การงอเวดจิ่ง CH_2



การงอทวิสติ่ง CH_2



ก อกัมมันต์ ไม่มีเปลี่ยนโมเมนต์ขั้วคู่

ข กัมมันต์ เปลี่ยนโมเมนต์ขั้วคู่เนื่องจากอะตอมไฮโดรเจนกับกับอะตอมคลอรีนที่ค่อกับอะตอมคาร์บอนมีสมบัติต่างกัน

ค กัมมันต์เพราะโมเลกุลไม่เป็นเส้นตรง อะตอมออกซิเจนสองอะตอมถูกดึงออกหรือดันเข้ามีผลให้สนามไฟฟ้า s เปลี่ยน จึงมีการเปลี่ยน โมเมนต์ขั้วคู่

ง กัมมันต์ โปรตอนสองตัวที่หลักเข้าไปและโปรตอนสองตัวที่ดึงออกมีผลให้สนามไฟฟ้าที่อะตอมคาร์บอนทั้งสองเปลี่ยน จึงเปลี่ยนโมเมนต์ขั้วคู่

จ อกัมมันต์ โปรตอนสี่ตัวที่ดึงออก ไม่มีผลต่ออะตอมคาร์บอนทั้งสอง จึงไม่มีการเปลี่ยนโมเมนต์ขั้วคู่

ฉ กัมมันต์ อะตอมไฮโดรเจนสองตัวเคลื่อนที่เข้าหากันระยะห่างระหว่างอะตอมทั้งสองเปลี่ยน (การเคลื่อนที่ออกนอกระนาบ) มีการเปลี่ยนโมเมนต์ขั้วคู่

ช อกัมมันต์ อะตอมไฮโดรเจนหนึ่งเคลื่อนที่ไปข้างหน้า อะตอมไฮโดรเจนสองเคลื่อนที่ไปข้างหลัง ระยะห่างระหว่างอะตอมทั้งสองไม่เปลี่ยน(การเคลื่อนที่ในระนาบ) ไม่มีการเปลี่ยนโมเมนต์ขั้วคู่

๔ จงคำนวณความถี่การดูดกลืนของการสั่นแบบยืดของ C - H โดยสมมติว่าหมู่นี้เป็นโมเลกุลที่มีสองอะตอม C - H จงเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้กับค่าในตารางรูป 15-5 ด้านบน H ด้วย D ความถี่การดูดกลืนมีค่าเท่าไร

$$\nu = k^{1/2} / 2 \pi c (\mu)^{1/2}$$

$$H = 1 \times 10^{-3} / 6.02 \times 10^{23} = 1.66 \times 10^{-27}, C = 12 \times 10^{-3} / 6.02 \times 10^{23} = 1.99 \times 10^{-26}$$

$$\mu = 1.66 \times 10^{-27} \times 1.99 \times 10^{-26} / (1.66 + 19.9) 10^{-27} = (3.30 \times 10^{-53} / 2.16 \times 10^{-26})$$

$$1/2 \pi c = 2 \times 3.14 \times 3 \times 10^{10} \text{ cm.s}^{-1} = 5.3 \times 10^{12} \text{ s.cm}^{-1}, k = 5 \times 10^2 \text{ n.m}$$

$$\nu = (5 \times 10^2 \text{ n.m})^{1/2} \times 5.3 \times 10^{12} \text{ s.cm}^{-1} (2.16 \times 10^{-26} / 3.30 \times 10^{-53})^{1/2}$$

$$\nu = 3029 \text{ ต่อเซนติเมตร}$$

C - H ในตาราง 2850-2970 ต่อเซนติเมตร

เมื่อแทน H ด้วย D $D = 2 \times 10^{-3} / 6.02 \times 10^{23} = 1.99 \times 10^{-27}$

$$D = 2 \times 10^{-3} / 6.02 \times 10^{23} = 3.32 \times 10^{-27}, C = 12 \times 10^{-3} / 6.02 \times 10^{23} = 1.99 \times 10^{-26}$$

$$\mu = 3.32 \times 10^{-27} \times 1.99 \times 10^{-26} / (3.32 + 19.9) 10^{-27} = (6.61 \times 10^{-53} / 2.32 \times 10^{-26})$$

$$\nu = (5 \times 10^2 \text{ n.m})^{1/2} \times 5.3 \times 10^{12} \text{ s.cm}^{-1} (2.32 \times 10^{-26} / 6.61 \times 10^{-53})^{1/2}$$

$$\nu = 2221 \text{ ต่อเซนติเมตร}$$

๕ ความยาวคลื่นหลักมูลของการสั่นแบบยืดของ O - H มีค่าประมาณ 1.4 ไมโครเมตร จงคำนวณเลขคลื่นโดยประมาณและความยาวคลื่นของทีกโอเวอร์โทนที่หนึ่งของการสั่นแบบยืด O-H

$$1.4 \text{ ไมโครเมตร} = 10000 / 1.4 = 7143 \text{ cm}^{-1}$$

$$\nu = k^{1/2} / 2 \pi c (\mu)^{1/2}$$

$$H = 1 \times 10^{-3} / 6.02 \times 10^{23} = 1.66 \times 10^{-27}, O = 16 \times 10^{-3} / 6.02 \times 10^{23} = 2.64 \times 10^{-26}$$

$$\mu = 1.66 \times 10^{-27} \times 2.64 \times 10^{-26} / (1.66 + 26.4) 10^{-27} = (4.38 \times 10^{-53} / 2.81 \times 10^{-26})$$

$$\nu = (5 \times 10^2 \text{ n.m})^{1/2} \times 5.3 \times 10^{12} \text{ s.cm}^{-1} (2.80 \times 10^{-26} / 4.38 \times 10^{-53})^{1/2}$$

$$\nu = 3000 \text{ ต่อเซนติเมตร โอเวอร์โทนที่หนึ่ง } 6000 \text{ ต่อเซนติเมตร}$$

$$3000 \text{ ต่อเซนติเมตร} = 10000 / 3000 = 3.33 \text{ ไมโครเมตร}$$

โอเวอร์โทนที่หนึ่ง 1.67 ไมโครเมตร

๖ ความยาวคลื่นหลักมูลของการสั่นแบบยืดของ N - H มีค่าประมาณ 1.5 ไมโครเมตร จงคำนวณเลขคลื่นโดยประมาณและความยาวคลื่นของทีกโอเวอร์โทนที่หนึ่งของการสั่นแบบยืด N-H

$$1.5 \text{ ไมโครเมตร} = 10000/1.5 = 6667 \text{ cm}^{-1}$$

$$v = k^{1/2} / 2 \pi c (\mu)^{1/2}$$

$$H = 1 \times 10^{-3} / 6.02 \times 10^{23} = 1.66 \times 10^{-27}, N = 14 \times 10^{-3} / 6.02 \times 10^{23} = 2.32 \times 10^{-26}$$

$$\mu = 1.66 \times 10^{-27} \times 2.32 \times 10^{-26} / (1.66 + 23.2) \times 10^{-27} = (3.85 \times 10^{-53} / 2.49 \times 10^{-26})$$

$$v = (5 \times 10^7 \text{ n.m})^{1/2} \times 5.3 \times 10^{-12} \text{ s.cm}^{-1} (2.49 \times 10^{-26} / 3.85 \times 10^{-53})^{1/2}$$

$$v = 3013 \text{ ต่อเซนติเมตร} \quad \text{โอเวอร์โทนที่หนึ่ง } 6026 \text{ ต่อเซนติเมตร}$$

$$3000 \text{ ต่อเซนติเมตร} = 10000 / 3013 = 3.32 \text{ ไมโครเมตร}$$

โอเวอร์โทนที่หนึ่ง 1.66 ไมโครเมตร

๗ โมเลกุลซิลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นแบบไม่เชิงเส้น จงหาโมดปกติของสารนี้ และทำนายว่าน่าจะพบพีคดูดกลืนกี่พีค

SO₂ โมดไม่เป็นเส้นตรงใช้สมการ 3N-6

$$3 \times 3 - 6 = 3 \text{ โมด ได้แก่}$$

การสั่นแบบยืดชนิดสมมาตร การสั่นแบบยืดชนิดอสมมาตร การงอแบบกรไกร(ในระนาบ)

๘ จงบอกข้อดีของมาตรฐานเปล่งโทรฟลูอริแตรนซ์ฟอร์มอินฟราเรดกับมาตรฐานเปล่งโทรแบบกระจาย

มาตรฐานเปล่งโทรฟลูอริแตรนซ์ฟอร์มอินฟราเรดใช้หลักการแทรกสอด ปริมาณแสงผ่านมากเพราะไม่มีช่องเล็กยาว และตัวแยกความยาวคลื่นซึ่งอยู่ในมาตรฐานเปล่งโทรแบบกระจาย ถ้าแสงทั้งสองมีช่องทางเดินแสงต่างกัน มาตรฐานเปล่งโทรฟลูอริแตรนซ์ฟอร์มเกิดการแทรกสอด การวัดทำได้รวดเร็ว ใช้ได้ทั้งคุณภาพและปริมาณวิเคราะห์

มาตรฐานเปล่งโทรอินฟราเรดแบบกระจายใช้เกรตติงแบบสะท้อนแสงแยกความยาวคลื่น เหมาะกับงานคุณภาพ ปริมาณแสงผ่านน้อยเพราะใช้ช่องเล็กยาวแคบ การวัดใช้เวลานาน

๙ จงหาความยาวกระเจกเงาที่ใช้กับมาตรฐานเปล่งโทรฟลูอริแตรนซ์ฟอร์มอินฟราเรดที่ต้องการให้มีค่าการแยก ก) 0.020 ต่อเซนติเมตร ข) 2.0 ต่อเซนติเมตร

ก การแยก 0.020 ต่อเซนติเมตร

$$\Delta v = v_2 - v_1 = 1/\delta$$

$$0.02 \text{ cm}^{-1} = 1/\delta$$

$$\delta = 50 \text{ เซนติเมตร}$$

ระยะทางที่กระจกเงาเคลื่อนที่มีค่าครึ่งหนึ่งของความหน่วง 25 เซนติเมตร

ข การแยก 2.0 ต่อเซนติเมตร

$$2.0 \text{ cm}^{-1} = 1/\delta$$

$$\delta = 0.5 \text{ เซนติเมตร}$$

ระยะทางที่กระจกเงาเคลื่อนที่มีค่าครึ่งหนึ่งของความหน่วง 0.25 เซนติเมตร

๑๐ ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) โมเลกุลส่วนใหญ่อยู่ที่สถานะพื้นระดับการสั่น 0

ก) ใช้สมการ โบลซ์มันน์คำนวณอัตราส่วนประชากรในสถานะกระตุ้นต่อสถานะพื้นของ HCl $N(v=1)/N(v=0)$ และ $N(v=2)/N(v=0)$ ความถี่หลักมูลของการสั่นแบบยืดของ HCl เกิดที่ 2885 ต่อเซนติเมตร

ข) จงใช้ข้อมูลข้อ ก ทำนายความเข้มเนื่องจากการแทรกสอดของ $v=1$ ถึง $v=2$ และ $v=2$ ถึง $v=3$ เทียบกับความเข้มการแทรกสอดของ $v=0$ ถึง $v=1$

ก ความถี่ 2885 ต่อเซนติเมตร = $10000/2885 = 3.466$ ไมโครเมตร = 3.466×10^{-6} เมตร

หาอัตราส่วนประชากรกระตุ้นต่อพื้น

$$N_j/N_0 = P_j/P_0 \exp(-E_j/kT)$$

$$P_j \text{ } v=1, P_0 \text{ } v=0$$

$$E_j = h\nu = hc/\lambda = 6.624 \times 10^{-27} \text{ erg.s} \times 3.0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1} / 3.466 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$E_j = 5.73 \times 10^{-13} \text{ erg}$$

$$kT = 1.38 \times 10^{-16} \text{ erg.K}^{-1} \cdot (273+25)\text{K} = 4.1124 \times 10^{-14} \text{ erg}$$

$$\exp(-E_j/kT) = \exp(-5.73 \times 10^{-13} \text{ erg} / 4.1124 \times 10^{-14} \text{ erg}) = 8.8 \times 10^{-7}$$

$$N_j/N_0 = 8.8 \times 10^{-7} \text{ จาก } v=0 \text{ ถึง } v=1$$

ข จาก $v=0$ ถึง $v=2$ $\Delta\nu$ เป็นสองเท่าของความถี่เดิม = $2 \times 2885 \text{ cm}^{-1} = 5770 \text{ cm}^{-1}$

ความยาวคลื่น $10000/5770 \text{ cm}^{-1} = 1.73 \times 10^{-6}$ เมตร

$$E_j = hc/\lambda = 6.624 \times 10^{-27} \text{ erg.s} \times 3.0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1} / 1.73 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$E_j = 1.486 \times 10^{-12} \text{ erg}$$

$$kT = 1.38 \times 10^{-16} \text{ erg.K}^{-1} \cdot (273+25)\text{K} = 4.1124 \times 10^{-14} \text{ erg}$$

$$\exp(-E_j/kT) = \exp(-1.486 \times 10^{-12} \text{ erg} / 4.1124 \times 10^{-14} \text{ erg}) = 7.4 \times 10^{-11}$$

$$N_j/N_0 = 7.4 \times 10^{-11}$$

ความเข้มแสงจาก $v=0$ ถึง $v=1$ จะมีค่าสูงสุด ความเข้มแสงจาก $v=1$ ถึง $v=2$ จะมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของเส้นแรก ความเข้มแสงจาก $v=2$ ถึง $v=3$ จะมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของเส้นสองหรือเป็น 25% ของความเข้มแสงแรก

๑๑ มาตรฐานปกโทรฟลูอิดเรย์แทรนซ์ฟอร์มอินฟราเรดที่ใช้ระบบการแทรกสอดสามระบบ อธิบายว่าท่านจะทำการใดถึงจะจัดให้เป็นทางเดินแสงที่มีการแทรกสอดระบบเดียว

มาตรฐานปกโทรฟลูอิดเรย์แทรนซ์ฟอร์มอินฟราเรดระบบการแทรกสอดสามระบบ รังสีอินฟราเรดการแทรกสอดของตัวอย่าง รังสีวิสิเบิลจุดกำเนิดหรือจุดเริ่มต้นทุกครั้งที่จะมีการแทรกสอด รังสีเลเซอร์ใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ของกระจกเงา มาตรฐานปกโทรฟลูอิดเรย์แทรนซ์ฟอร์มอินฟราเรดแบบง่าย ๆ ใช้ลำรังสีเลเซอร์จัดควบคู่กับรังสีอินฟราเรดโดยให้ลำรังสีชุดหนึ่งเป็นแบบสลับ และมีแทรนซ์ควิเซอร์ตรวจสอบ laser fringe ซึ่งควบคุมการทำงานกระจกเงา ส่วนจุดเริ่มต้นวัดจากความเข้มแสงสูงสุดของรังสีอินฟราเรด

๑๒ การวิเคราะห์สารปริมาณน้อยๆ โดยมาตรฐานปกโทรฟลูอิดเรย์แทรนซ์ฟอร์มอินฟราเรดจากอินเทอร์ฟิรแกรม 16 ชุด อัตราส่วนสัญญาณต่อการรบกวนของพีคสเปกตรามีค่า 5/1 จงหาว่าต้องใช้อินเทอร์ฟิรแกรมจำนวนเท่าใดเพื่อให้ได้อัตราส่วนสัญญาณต่อการรบกวนของพีคสเปกตรามีค่า 50/1

$$\text{จาก } S/N = (n)^{1/2} S_x/N_x$$

$$S/N = 5/1 = (16)^{1/2} S_x/N_x \quad \text{๑}$$

$$S/N = 50/1 = (n)^{1/2} S_x/N_x \quad \text{๒}$$

มาตรฐานปกโทรเดียวกัน ดังนั้น S_x/N_x มีค่าเท่ากัน

$$2/1 \cdot (n)^{1/2} = (50/5) \times 4 = 40$$

$$n = 1600$$

ต้องใช้อินเทอร์ฟิรแกรม 1600 พิค

๑๓ มาตรฐานแทรกสอด ไมเคิลสันมีความเร็วกระจกเงา 1.00 เซนติเมตรต่อวินาที จงหาความถี่ที่แทรนซ์ควิเซอร์เนื่องจากแสงออกจากแหล่งกำเนิดที่

ก) 1700 ต่อเซนติเมตร ข) 1710 ต่อเซนติเมตร ค) 1715 ต่อเซนติเมตร

$$n \cdot f = 2V_m / \lambda$$

เลขคลื่น 1700 ต่อเซนติเมตร ความยาวคลื่น 5.882×10^{-4} เซนติเมตร

$$f = 2 \times 1 \text{ cm.s}^{-1} / 5.882 \times 10^{-4} \text{ cm} = 3400 \text{ เฮิรตซ์}$$

ข เลขคลื่น 1710 ต่อเซนติเมตร ความยาวคลื่น 5.8479×10^{-4} เซนติเมตร

$$f = 2 \times 1 \text{ cm.s}^{-1} / 5.848 \times 10^{-4} \text{ cm} = 3420 \text{ เฮิรตซ์}$$

ค เลขคลื่น 1715 ต่อเซนติเมตร ความยาวคลื่น 5.831×10^{-4} เซนติเมตร

$$f = 2 \times 1 \text{ cm.s}^{-1} / 5.831 \times 10^{-4} \text{ cm} = 3430 \text{ เฮิรตซ์}$$

บทที่ ๑๕

การประยุกต์ใช้วิธีสเปกโทรอินฟราเรด

อ่านหนังสือจบบทนี้แล้วท่านได้รู้จักและอธิบายความหมายของคำเหล่านี้ได้หรือยัง

อินฟราเรดช่วงกลาง การเตรียมตัวอย่าง - ก๊าซ - ของเหลว - ของแข็ง ตัวทำละลาย เซลล์ ผงขัด ความหนาสารตัวอย่าง รั้ว (fringe) เทคนิคมัลต์ เทคนิคอัครเมต หมู่ความถี่ ช่วงพิมพ์ลายนิ้วมือ กฎของเบียร์ การเบี่ยงเบนจากกฎของเบียร์ วิธีใส่เซลล์เข้าเอาเซลล์ออก วิธีลากเส้นที่ฐาน การสะท้อน - สเปกูลาร์ - ดิฟฟิวส์ - ภายใน - แบบเพิ่มลดทั้งหมด (attenuated total reflection) สเปกโทรแสงเสียง อินฟราเรดช่วงใกล้ โอเวอร์โทน แห่่งกำเนิดแสง หลอดฮาโลเจน เซลล์ควอเตอร์ซ์ แทรนซิมิซอร์สภาพนำแสง อินฟราเรดช่วงไกล - แบบแปลง - แบบไมโคร

แบบฝึกหัดบทที่ ๑๕

๑. ไชโคลเฮกซาโนลให้พีคอินฟราเรดที่ 5.86 ไมโครเมตร ที่ความยาวคลื่นนี้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดูดกลืนและความเข้มข้นเป็นเส้นตรง

ก) ให้ชี้ว่าส่วนใดของโมเลกุลให้ค่าความดูดกลืนที่ความยาวคลื่นนี้

ข) ตัวทำละลายชนิดใดเหมาะสมกับการทำปริมาณวิเคราะห์ ไชโคลเฮกซาโนลที่ความยาวคลื่นนี้

ค) สารละลาย ไชโคลเฮกซาโนล 2.0 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในตัวทำละลาย ข ให้ค่าความดูดกลืน 0.40 ในเซลล์ทางเดินแสงยาว 0.025 มิลลิเมตร จงหาขีดจำกัดการตรวจหาของสารประกอบภายใต้สภาพนี้ ถ้าค่าการรบกวนจากสเปกตรัมตัวทำละลายมีค่า 0.10

ก. พันธะ C-O แบบยืดของ ไชโคลเฮกซาโนลมีผลต่อค่าความดูดกลืน

ข. จากรูป 15-1 ตัวทำละลายที่ใช้กับการทำปริมาณวิเคราะห์ของ ไชโคลเฮกซาโนลคือ คาร์บอนเตตระคลอไรด์ CCl_4 , เทตระคลอโรเอทิลีน $C_2H_4Cl_2$, ไชโคลเฮกเซน C_6H_{12} , คลอโรฟอร์ม CH_2Cl_2 ,

ค. จาก A - abc

0.4 = $a \times 0.025 \text{ mm.} \times 20 \text{ mg./l.}^1$

a = 8.0 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อมิลลิกรัม.มิลลิเมตร

กำหนด การรบกวนที่เกิดวัดค่าความดูดกลืนได้ 0.001

ขีดจำกัดการตรวจหา - 3 เท่าค่าความดูดกลืนของการรบกวน (0.001)

$$= 0.003$$

ขีดจำกัดการตรวจหา

$$0.003 = 8 \text{ cm}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1} \times 0.025 \text{ mm} \times c$$

$$c = 0.015 \text{ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

๒) สเปกตรัมของเหลวจากรูป 15-15 มีสูตรโครงสร้าง $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ จงหาสารประกอบนี้

สเปกตรัมนี้คือ ไวนิลแอลกอฮอล์ $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH}$

การยืด OH พบที่ 3300 ต่อเซนติเมตร

การยืด CH พบที่ 2800 ต่อเซนติเมตร

การงอ CH พบที่ 1420 ต่อเซนติเมตร

C-C พบที่ 920 ต่อเซนติเมตร

๓) สเปกตรัมของเหลวจุดเดือดสูงจากรูป 15-16 มีสูตรโครงสร้าง $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ จงหาสารประกอบนี้

สเปกตรัมนี้คือ $\text{C}_4\text{H}_8\text{COCH}_2\text{CH}_3$ และ $\text{CH}_3\text{C}_2\text{H}_4\text{COCH}_3$

วงอะโรมาติกพบที่ 3000 ต่อเซนติเมตร

C=O พบที่ 1690 ต่อเซนติเมตร

การงอ CH พบที่ 1470 ต่อเซนติเมตร

๔) สเปกตรัมของเหลวมีกลิ่นกรด เดือดที่ 50 องศาเซลเซียสจากรูป 15-17 มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 56 จงหาสารประกอบนี้ สารที่ไม่บริสุทธิ์ปนอยู่คือสารใด

สเปกตรัมนี้คืออะโครลีน $\text{CH}_2=\text{CHCHO}$ มี H_2O ปน

CHO พบที่ 1700 ต่อเซนติเมตร

$\text{CH}_2=\text{CH}$ พบที่ 970 ต่อเซนติเมตร

๕) สเปกตรัมของสารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบเดือดที่ 97 องศาเซลเซียสจากรูป 15-18 จงหาสารประกอบนี้

สเปกตรัมนี้คือไซโรพานโนไนไตรด์ $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{N}$

การยืด CH พบที่ 3000 ต่อเซนติเมตร

การจ่อ CH พบที่ 1440 ต่อเซนติเมตร

C≡N พบที่ 2240 ต่อเซนติเมตร

๖ ทำไมวิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณช่วงใกล้อินฟราเรดจึงให้ความเที่ยงและความแม่นยำดีกว่าการวิเคราะห์ปริมาณช่วงกลางอินฟราเรด

การวิเคราะห์ปริมาณช่วงกลางอินฟราเรด สเปกตรัมดูดกลืนช่วงนี้ค่อนข้างซับซ้อน ความหนาเซลล์ไม่แน่นอนจึงใช้กฎของเบียร์ได้ไม่ถูกต้อง เนื่องจากการปรับสารอ้างอิงไม่ถูกต้อง (ความหนาเซลล์ไม่ถูกต้อง) ปัญหาจากการกระเจิงและการดูดกลืนของเซลล์และตัวทำละลาย จึงใช้วิธีการลากเส้นที่ฐานหรือใส่เซลล์เข้าเอาเซลล์ออก

การวิเคราะห์เชิงปริมาณช่วงใกล้อินฟราเรดวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีน้ำปนได้ โปรตีน ไขมัน ในอาหาร ไฮโดรคาร์บอนน้ำหนักโมเลกุลน้อย อุตสาหกรรมเคมี สเปกตรัมดูดกลืนมีไม่มาก ไม่ซับซ้อน การทำปริมาณวิเคราะห์จึงให้ผลคล้ายกับการทำช่วงอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิล

๗ ทำไมสเปกตรัมช่วงกลางอินฟราเรดให้ค่าความส่งผ่านเป็นลบ

สเปกตรัมช่วงกลางอินฟราเรดให้ค่าความส่งผ่านเป็นลบเนื่องจากความเข้มแหล่งกำเนิด แสงต่ำ สภาพไวเทรนซ์คิวเซอร์ต่ำ ใช้ความกว้างช่องเล็กยาวมาก แสงลอดเข้าไปทำให้การวัดค่าความดูดกลืนไม่ถูกต้อง ความหนาเซลล์ไม่เท่ากันทุกครั้งที่วัด

๘ ทำไมสเปกตรัมอินฟราเรดไม่ให้ค่าความส่งผ่านเป็น 100%

สเปกตรัมอินฟราเรดไม่ให้ค่าความส่งผ่านเป็น 100% เนื่องจากเซลล์ตัวอย่างและเซลล์อ้างอิงมีสมบัติไม่เหมือนกัน(การสะท้อน การกระเจิงและการดูดกลืน ตัวทำละลาย เซลล์) ทางเดินแสงสั้น การทำให้เซลล์อ้างอิงและเซลล์ตัวอย่างเหมือนกันทำยาก หน้าต่างเซลล์ถูกทำลายโดยสิ่งปนเปื้อนในอากาศ การทำให้ค่าความส่งผ่านแสงเป็น 100%T เนื่องจากเซลล์อ้างอิงและเซลล์ตัวอย่าง(ใส่แบล็ก)ทำไม่ได้(ความส่งผ่านจึงน้อยกว่า 100%T

๙ เซลล์ว่างเปล่าให้ทึบแทรกสอด 12 พิกที่ช่วงความยาวคลื่น 6.0 ถึง 12.2 ไมโครเมตร จงคำนวณความยาวทางเดินแสง

$$b = N(\lambda_1, \lambda_2) / 2(\lambda_1 - \lambda_2) = N/2(v_1 - v_2)$$

$$b = 12(6 \times 12) / 2(12-6) = 70.84 \text{ ไมโครเมตร} = 70.84 \times 10^{-4} \text{ เซนติเมตร}$$

ความยาวทางเดินแสง 0.0071 เซนติเมตร

๑๐ เซลล์ว่างเปล่าให้พิกแทรกสอด 9.5 พิกที่ช่วงความยาวคลื่น 1250 ถึง 1480 ต่อเซนติเมตร จง
คำนวณความยาวทางเดินแสง

$$b = N/2(v_1 - v_2)$$

$$b = 9.5/2(1480-1250) = 0.021 \text{ เซนติเมตร}$$

ความยาวทางเดินแสง 0.021 เซนติเมตร

๑๑ จงหาความหนาฟิล์มพอลิไธไดรีนให้สเปกตรัมรูป 14-1

สเปกตรัมรูป 14-1 $N=31$

$$b = N/2(V_1 - V_2)$$

$$b = 31/2(3150-700) = 6.3 \times 10^{-3} \text{ เซนติเมตร}$$

ความยาวทางเดินแสง 6.3×10^{-3} เซนติเมตร