

บทที่ 6

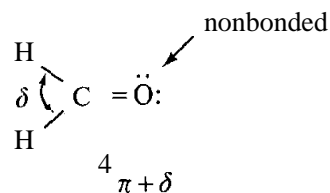
แถบซอร์ปชันสเปกโทรสโกปีของอิเล็กทรอนิกส์แทรนซิชัน

การดูดกลืนแสงช่วงความยาวคลื่นที่มองเห็นได้ (700 ถึง 400 นาโนเมตร) และช่วงใกล้อัลตราไวโอเล็ต (400 ถึง 200 นาโนเมตร) เกิดจากสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ที่มีการแทรนซิชันทางอิเล็กทรอนิกส์

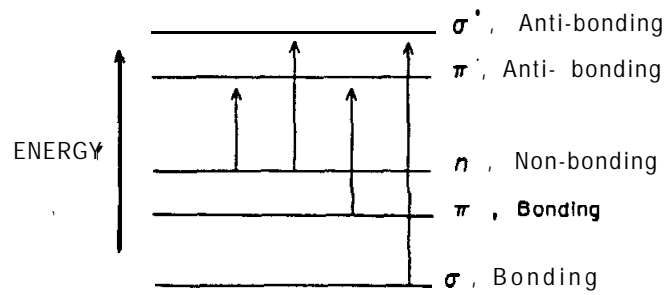
การดูดกลืนแสงของสารประกอบอินทรีย์

การดูดกลืนแสงเนื่องจากอิเล็กตรอนที่มีพันธะเดี่ยวอยู่ในช่วงความยาวคลื่นอัลตราไวโอเล็ตสูญญากาศ (ต่ำกว่า 180 นาโนเมตร) อากาศดูดกลืนแสงช่วงความยาวคลื่นนี้ การทดลองในช่วงความยาวคลื่นนี้จึงทำยาก สเปกตรากต่าง ๆ ได้จากการดูดกลืนแสงของหมู่ฟังก์ชันนัลหรือโครโมฟอร์ที่อิเล็กตรอนวงนอกสุดมีพลังงานต่ำ ช่วงใกล้อัลตราไวโอเล็ตแถบดูดกลืนเกิดจากการแทรนซิชันของไพอิเล็กตรอนไพออร์บิทัลเกิดจากการทับกันของออร์บิทัลที่ พันธะสองเกิดจากซิกมาออร์บิทัลและไพออร์บิทัล พันธะสามเกิดจาก 1 ซิกมาออร์บิทัลและ 2 ไพออร์บิทัล นอนบอนด์ออร์บิทัล (ออร์บิทัลที่ไม่สร้างพันธะ) หรืออิเล็กตรอนไม่ครบคู่เกิดกับไนโตรเจนและออกซิเจนเรียก n อิเล็กตรอน อันตรกิริยาระหว่างไพและ n อิเล็กตรอนมีผลต่อการดูดกลืนช่วงอัลตราไวโอเล็ตและวิสิเบิล

แบบของอิเล็กตรอน



พลังงานสัมพัทธ์ของการแทรนซิชันสี่แบบ



โครโมฟอร์มักจะมีอิเล็กตรอนที่ไม่ครบคู่อยู่บนอะตอม เช่น ออกซิเจน กำมะถัน ไนโตรเจน หรือฮาโลเจน (นอนบอนดิงอิเล็กตรอน) หรือมีอิเล็กตรอนที่เกิดพันธะ เช่น พันธะสองและพันธะสาม การแทรนซิชันที่เกิดขึ้น $n \rightarrow \sigma^*$, $n \rightarrow \pi^*$ และ $\pi \rightarrow \pi^*$ การแทรนซิชันของอิเล็กตรอนในพันธะเดี่ยวเป็นแบบ $\sigma \rightarrow \sigma^*$ การแทรนซิชันแบบนี้เครื่องมือวิเคราะห์ไม่ได้

คีโตน ($\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}$) มีการแทรนซิชัน $\pi \rightarrow \pi^*$ และ $n \rightarrow \pi^*$ การแทรนซิชัน $n \rightarrow \pi^*$ ให้ค่าสภาพดูดกลืนโมลาร์อยู่ในช่วง 10-100 ลูกบาศก์เดซิเมตรต่อโมลต่อเซนติเมตร ϵ ของการแทรนซิชัน $\pi \rightarrow \pi^*$ ของคีโตนอยู่ในช่วง 1,000-100,000 ลูกบาศก์เดซิเมตรต่อโมลต่อเซนติเมตร เมื่อตัวทำละลายมีความแรงขั้วเพิ่มขึ้น การแทรนซิชัน $n \rightarrow \pi^*$ จะเลื่อนไปทางด้านความยาวคลื่นน้อยลง การเลื่อนไปแบบนี้เรียก ฮิปโซโครมิก (hypsochromic) หรือบลูชิฟต์ ส่วนการแทรนซิชัน $\pi \rightarrow \pi^*$ จะเลื่อนไปทางด้านความยาวคลื่นมาก การเลื่อนแบบนี้เรียก บาโทโครมิกหรือเรด (red) ชิฟต์

การดูดกลืนแสงของโมเลกุลที่มีหมู่ฟังก์ชันใกล้เคียงกันมากกว่าหนึ่งทำนายได้ถ้าทราบสเปกตรัมของหมู่ฟังก์ชันเหล่านั้น เมื่อมีหมู่ฟังก์ชันใกล้เคียงกันอยู่ด้วยกัน (additivity) การดูดกลืนพลังงานไม่ได้แปรไปกับจำนวนหมู่ฟังก์ชันที่อยู่ในโมเลกุล แต่ความเข้มความดูดกลืนแปรไปกับจำนวนหมู่ฟังก์ชันเหล่านั้น เช่น การดูดกลืนเนื่องจากการแทรนซิชัน $n \rightarrow \pi^*$ ของ 2, 5-เฮกซาไดโอน มีค่าเป็นสองเท่าของอะซีโตน แต่ความยาวคลื่นการดูดกลืนอยู่ที่เดิม ความเข้มความดูดกลืนเพิ่มขึ้นเรียกไฮเปอร์โครมิก (hyperchromic) ชิฟต์ ความเข้มความดูดกลืนลดลงเรียก ฮิปโซโครมิก (hypsochromic) ชิฟต์

หมู่ฟังก์ชันใกล้เคียงกันอยู่ด้วยกันแต่จัดตัวแบบคอนจูเกตจะมีผลทำให้อิเล็กตรอนไม่ประจำที่ สภาพพลังงาน π^* จะลดลงจึงเกิดบาโทโครมิกชิฟต์ สเปกตรัมของการแทรนซิชัน $\pi \rightarrow \pi^*$ ของเมทิลไวนิลคีโตนที่ไม่คอนจูเกตเห็นในช่วงอัลตราไวโอเล็ตสุญญากาศ

การคอนจูเกตมีผลทำให้สเปกตราเปลี่ยนไป สเปกตรัมดูดกลืนของระบบอะโรมาติกต่างจากสเปกตรัมดูดกลืนระบบที่ไม่ใช่อะโรมาติก เบนซีนเป็นสารอะโรมาติกมีแถบดูดกลืนที่ 256 นาโนเมตร เรียกแถบ B มีความเข้มข้นน้อยที่สุดในบรรดาแถบดูดกลืน การดูดกลืนสามอันของการแทนที่แบบ $\pi \rightarrow \pi^*$ แถบดูดกลืนอันที่สองเรียก แถบ E_2 เกิดที่ 204 นาโนเมตร ($\epsilon = 7900$) แถบที่สามมีความเข้มมากกว่า เรียกแถบ E เกิดที่ 184 นาโนเมตร ($\epsilon = 60,000$) กลุ่มฟังก์ชันที่ 256 นาโนเมตรเกิดจากการแทนที่แบบการสั่นทับกันกับการแทนที่แบบอิเล็กทรอนิก ผลของตัวทำละลายที่ล้อมรอบเบนซีนดูได้จากสเปกตราของเบนซีนที่อยู่ในสภาพแก๊สกับสภาพสารละลาย

หมู่ฟังก์ชันัลที่ไม่ดูดกลืนแสงช่วงอัลตราไวโอเล็ตมีผลต่อความเข้มและพลังงานของโครโมฟอร์ที่มีการแทนที่ขึ้น ออกโซโครมต้องมีอิเล็กตรอนที่ไม่สร้างพันธะอย่างน้อยหนึ่งคู่ที่ทำปฏิกิริยากับวงอะโรมาติก อันตรกิริยานี้จะทำหน้าที่สเตบิไลซ์สภาพ π^* ที่ทำให้เกิดบาโทโครมิชิฟต์ ออกโซโครมบางตัว ได้แก่ กลุ่ม CH_2 ของอนิลิน กลุ่ม OH ของฟีนอล สเปกตรัมของโซเดียมฟีนอเลตแสดงการเพิ่มบาโทโครมิชิฟต์และมีความเข้มเพิ่มเนื่องจากมีอิเล็กตรอนหนึ่งคู่บนออกซิเจน

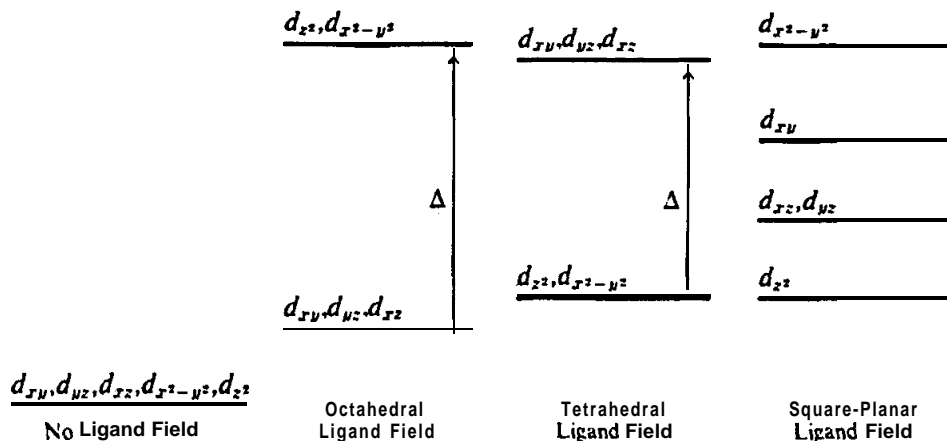
การดูดกลืนแสงของสารประกอบอินทรีย์

ไอออนของธาตุแลนทาไนด์และแอกทิไนด์ดูดกลืนแสงช่วงอัลตราไวโอเล็ต และวิธีเบิลเป็นแถบแคบ ๆ แถบเหล่านี้เกิดจากการแทนที่ $f \rightarrow f^*$ อิเล็กตรอนวง f ถูกกำบังจากวงที่ล้อมรอบอย่างมาก เนื่องจากวงเหล่านี้มีเลขควอนตัมมาก

ธาตุที่อยู่ในหมู่แลนทาไนด์และแอกทิไนด์เป็นพวกโลหะแทนที่ π สเปกตราของไอออนของโลหะเหล่านี้ขึ้นกับผลของสภาพแวดล้อมวง d ของไอออนโลหะแทนที่ขึ้นกับพันธะโคออร์ดิเนต ในสารละลายไอออนเหล่านี้เกิดสารเชิงซ้อนกับลิแกนด์จำเพาะหรือสารเชิงซ้อนหรือโมเลกุลของตัวทำละลาย การเกิดสารเชิงซ้อนทำให้พลังงานของวง d ที่เท่ากันแยกจากกัน เมื่อมีแสงที่มีความถี่ (พลังงาน) เหมาะสมจะเกิดอิเล็กทรอนิกแทนที่ขึ้นจากวง d ที่มีพลังงานต่ำไปยังวง d ที่มีพลังงานสูง แสงที่ทำให้เกิดการแทนที่ขึ้นอยู่ในช่วงใกล้อินฟราเรดถึงช่วงอัลตราไวโอเล็ต

โลหะแทนที่ π เกิดสารเชิงซ้อนหกโคออร์ดิเนตจะมีการจัดตัวแบบสมมาตรออกทราฮีดรัลที่สมมาตร สารเชิงซ้อนที่มีสี่โคออร์ดิเนตจะมีการจัดตัวสมมาตรแบบเททราฮีดรัล

หรือสแคว์พลาแนร์ วง d ที่เคยมีพลังงานเท่ากันจะเปลี่ยนเป็นวง d ที่มีพลังงานไม่เท่ากัน เมื่อเกิดสารเชิงซ้อน พลังงาน ที่เปลี่ยนไปขึ้นกับรูปแบบการจัดตัวของสารเชิงซ้อน



พลังงานของวง d ที่แยกจากกันขึ้นกับความแรงสนามของลิแกนด์หรือกล่าวได้ว่าผลต่างของพลังงานระหว่างวง d ขึ้นกับชนิดของลิแกนด์ สภาพออกซิเดชันของโลหะและรูปแบบของสมมาตร ความแรงสนามของลิแกนด์เขียนได้ตามลำดับดังนี้ $I^- < Br^- < SCN^- < OH^- < NH_3 < O\text{-phen} < NO_2^- < CN^-$ เช่น CN^- ทำให้วง d แยกพลังงานจากกันมากกว่า I^- หรือกล่าวได้ว่าสารเชิงซ้อนไซยาไนด์ต้องการพลังงานในการแทนที่ชั้นมากกว่าสารเชิงซ้อนไอโอโด

นอกจากความแรงสนามของลิแกนด์ที่มีผลต่อการแยกพลังงานของวง d สมมาตรยังมีผลต่อตำแหน่งของแถบ $d \rightarrow d^*$ เช่น โคบอลต์ (II) มีการจัดแบบสมมาตรออกทราฮีดรัลหรือเททราฮีดรัล สารละลายโคบอลต์มีสีชมพูเนื่องจากการจัดตัวแบบ $Co(H_2O)_6^{2+}$ สารละลายโคบอลต์ในตัวทำละลายเมทานอลมีสีน้ำเงินเนื่องจากการจัดตัวแบบเททราฮีดรัล $Co(MeOH)_4^{2+}$ การแทนที่ชั้น $d \rightarrow d^*$ ให้ความเข้มต่ำ ϵ มีค่าอยู่ในช่วง 10 ถึง 200 ลูกบาศก์เดซิเมตรต่อโมลต่อเซนติเมตร

โลหะแทนที่ชั้นหลายตัวที่เกิดสารเชิงซ้อนแล้วให้แถบดูดกลืนที่มีความเข้มสูง ($\epsilon > 10,000$) จะมีการถ่ายโอนประจุรวมอยู่กับการแทนที่ชั้นจาก $d \rightarrow d^*$ การแทนที่ชั้นแบบการถ่ายโอนประจุ โลหะอาจทำตัวเป็นตัวให้อิเล็กตรอน ขณะที่ลิแกนด์ทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนเมื่อมีการดูดกลืนแสง โลหะที่ให้อิเล็กตรอนจะถ่ายโอนให้แก่ตัวรับอิเล็กตรอน (ลิแกนด์) โดยเกิดกระบวนการออกซิเดชัน-รีดักชันภายใน เช่น สเปกตรัมของทริส (1, 10-ฟีแนนทโรลีน) เหล็ก (II) และของไทโรไอโอไดด์ มีการแทนที่ชั้นแบบการถ่ายโอนประจุ สารประกอบอินทรีย์

หลายตัวมีการแทรกชั้นแบบการถ่ายโอนประจุ เช่น สารเชิงซ้อนควิโนน-ไฮโดรควิโนน และ ไอโอดีน-เอมีน

การทดลอง 6-1 อิเล็กทรอนิกส์ทรานซิชันในโมเลกุลอินทรีย์

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

ศึกษาอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิชันในสารประกอบอินทรีย์ และผลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อสเปกโทร

อุปกรณ์

เครื่องสเปกโทรมพร้อมเครื่องบันทึกที่ทำงานได้ในช่วงความยาวคลื่น 200 ถึง 650 นาโนเมตร

สารละลาย

ไอโอดีนในเฮกเซน 2.0×10^{-3} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ไอโอดีนในเมทานอล 2.0×10^{-3} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

อะซีโตนในน้ำ 1.0×10^{-2} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

2, 5-เฮกเซนไดโอนในน้ำ 1.0×10^{-2} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

เมทิลไวนิลคีโตนในเฮกเซน 2.5×10^{-2} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

เมทิลคีโตนในน้ำ 2.5×10^{-2} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

เมทิลไวนิลคีโตนในเฮกเซน 6.6×10^{-5} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

เมทิลไวนิลคีโตนในน้ำ 6.6×10^{-5} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

เบนซีนเกรดสเปกโทรม

เบนซีนในเมทานอล 4.0×10^{-3} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ฟีนอลในเมทานอล 3.1×10^{-4} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ไซเตียมฟีนอลในเมทานอล 3.1×10^{-4} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ทฤษฎี

ทฤษฎีทั่ว ๆ ไปของการทดลองนี้อยู่ในบทที่ 6 การแทรกนชิชั้นแบบต่าง ๆ แสดงในตาราง

การแทรกนชิชั้น	ช่วงสเปกตราล	ตัวอย่าง	สภาพดูดกลืน โมลาร์
$\delta \rightarrow \delta^*$	อัลตราไวโอเลตสุญญากาศ (ต่ำกว่า 180 นาโนเมตร)	มีเทน 125 นาโนเมตร	
$n \rightarrow \delta^*$	ไกลหรือใกล้อัลตราไวโอเลต	น้ำ 167 นาโนเมตร ไอโอดีนมีเทน 258 นาโนเมตร	1480 258
$\pi \rightarrow \pi^*$	อัลตราไวโอเลต	$C_6H_{13}CH = CH_2$ 177 นาโนเมตร	13,000
$n \rightarrow \pi^*$	ใกล้อัลตราไวโอเลตและ วิสิเบิล	อะเซทาไมด์ 214 นาโนเมตร	60
$\pi \rightarrow \pi^*$	อัลตราไวโอเลต	เบนซีน 256 นาโนเมตร	200

โครโมฟอร์ก็คือหมู่ที่อยู่ในโมเลกุลที่มีการดูดกลืนแสง โครโมฟอร์เป็นหมู่ฟังก์ชันนัลที่ดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 185 ถึง 1,000 นาโนเมตร โครโมฟอร์ที่อยู่กับ (พันธะ) ไฮโดรคาร์บอนที่อิ่มตัวและไม่ดูดกลืนแสง ไฮโดรคาร์บอนเป็นพวกที่มีอิเล็กตรอนควบคุมไม่มีอิเล็กตรอนวงนอกเหลือเป็นอิสระ เช่น หมู่ไนไตรด์ต่อกับ n- ออกเทนดูดกลืนแสงดีมากที่สุดที่ความยาวคลื่น 230 นาโนเมตร

โครโมฟอร์จัดได้ตามชนิดของพันธะ แถบ K เกิดจากการแทรกนชิชั้น $\pi \rightarrow \pi^*$ แถบ R เกิดจากการแทรกนชิชั้น $n \rightarrow \pi^*$ แถบ B ห้ามการแทรกนชิชั้น $\pi \rightarrow \pi^*$ ของโมเลกุลอะโรมาติก

ออกไซโครม (หมู่ฟังก์ชันนัลที่มีอิเล็กตรอนเป็นแบบไม่สร้างพันธะ) ไม่ดูดกลืนแสง แต่เพิ่มความเข้มแสงที่ดูดกลืนหรือเลื่อน (ชิฟท์) ความยาวคลื่นของการดูดกลืนเมื่อหมู่นี้ต่อกับโครโมฟอร์

เมื่อมีโครโมฟอร์สองหรือมากกว่าสองหมู่อยู่ในโมเลกุล ตำแหน่งที่ดูดกลืนจะเป็นไปตามกฎ

1. สองโครโมฟอร์ในโมเลกุลเดียวกัน แต่แยกกันอยู่ห่างกันมากกว่าหนึ่งอะตอมคาร์บอน ให้ที่ดูดกลืนเท่ากับผลรวมของแต่ละหมู่ของสองโครโมฟอร์

2. สองโครโมฟอร์ในโมเลกุลเดียวกัน เมื่ออยู่ตรงข้ามกัน พิกัดศูนย์กลางเคลื่อนไปทางความยาวคลื่นมากขึ้น ความเข้มการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้นด้วย

3. สองโครโมฟอร์ที่ต่อกับอะตอมคาร์บอนเดียวกันให้พิกัดศูนย์กลางอยู่ระหว่างสองโครโมฟอร์

ตำแหน่งและความเข้มของพิกัดศูนย์กลางแปรไปกับตัวทำละลายที่ใช้ โดยขึ้นกับ ก) ชนิดของตัวทำละลาย ข) ชนิดของแถบดูดกลืน ค) ชนิดของตัวถูกละลาย ตัวทำละลายแบบมีขั้วการแทนที่ $n \rightarrow \pi^*$ จะเคลื่อนไปทางความยาวคลื่นสั้นลง ส่วนการแทนที่ $\pi \rightarrow \pi^*$ จะเคลื่อนไปทางความยาวคลื่นเพิ่มขึ้น

วิธีการทดลอง

หาสเปกตรารูดกลืนของสารละลายทั้งหมดจากความยาวคลื่น 650 ถึง 200 นาโนเมตร เซลล์ใส่สารอ้างอิงคือตัวทำละลายที่ใช้ละลายสารตัวอย่าง

สเปกตรัมไอเบนซินหาได้จากการหยดเบนซินลงในเซลล์หนึ่งหยด การทดลองนี้วัดเทียบกับเซลล์ที่มีอากาศอยู่

ข้อควรระวัง

เมทิลไวนิลคีโตนเป็นสารที่เป็นอันตราย ให้เททิ้งในถังเก็บสารเคมีที่อยู่ในตู้ควีน

การวิเคราะห์ข้อมูล

หาความยาวคลื่นที่มีการดูดกลืนแสงสูงสุดและสภาพดูดกลืนโมลาร์ของสารตัวอย่าง แถบการดูดกลืนใดที่มีการแทนที่ $n \rightarrow \pi^*$ แบบใด

คำถาม

1. ตำแหน่งการดูดกลืนแสงสูงสุดของไอโอดีนในน้ำกับในเฮกเซนมีความยาวคลื่นต่างกันกี่นาโนเมตร
2. ทำไมถึงนิยมใช้ น้ำ เมทานอล และเฮกเซนเป็นตัวทำละลายในการวิเคราะห์การดูดกลืนแสงช่วงอัลตราไวโอเล็ต และวิสิเบิล
3. ในเมทิลไวนิลคีโตน แถบดูดกลืนใดที่เป็นการแทนที่ $n \rightarrow \pi^*$ และ $\pi \rightarrow \pi^*$ ให้เหตุผลประกอบ

4. ทำนายสเปกตรัมของ 2, 5, 8-โนเนนไทรโอน 0.1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และ 2-อิน-5, 8-โนเนนไดโอน 0.1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
5. การคอนจูเกตมีผลต่อเมทิลไวน์ลิตีโตนอย่างไร ทำนายสเปกตราของ 1-เพนทีน 1, 5 เฮกซาไดอินและ 1, 3, 5-เฮกซาไทรอิน เช่น 1-บิวทีน การแทรกนชิชั้น $\pi-\pi^*$ เกิดที่ 180 นาโนเมตร (ϵ 10,000) มีการแทรกนชิชั้น $n \rightarrow \pi^*$ หรือไม่
6. สเปกตราของเบนซีนในสภาพที่เป็นไอกับสภาพของเหลวต่างกันอย่างไร ทำไมถึงต่างกัน
7. หมู่ออกซิโครม NH_2 มีผลต่อแถบ B ในอินิสิอย่างไร

การทดลอง 6-2

อิเล็กทรอนิกส์แทรกนชิชั้นของโลหะแทรกนชิชั้นที่เกิดสารเชิงซ้อน

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

ใช้เทคนิคการดูดกลืนแสงทางสเปกโทรศึกษาอิเล็กทรอนิกส์แทรกนชิชั้นของสารเชิงซ้อนของโลหะแทรกนชิชั้น

อุปกรณ์

เครื่องสเปกโทรพร้อมเครื่องบันทึกที่ทำงานได้ในช่วงความยาวคลื่น 200 ถึง 700 นาโนเมตร

สารละลาย

- พราซีโอดีเมียมคลอไรด์ (PrCl_3) ในน้ำ 7.5×10^{-2} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
- นิกเกิลซัลเฟต (NiSO_4) ในน้ำ 1.0×10^{-1} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
- นิกเกิลซัลเฟตในกรดเกลือเข้มข้น (12 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร) 1.0×10^{-1} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
- ทริส (เอทิลีนไดอามีน) นิกเกิล (II) ซัลเฟต $\text{Ni(en)}_3 \text{SO}_4$ ในน้ำ 1.0×10^{-1} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
- โคบอลต์ (II) ซัลเฟตในน้ำ 1.0×10^{-1} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
- โคบอลต์ (II) ซัลเฟตในเมทิลแอลกอฮอล์ขาดน้ำ 1.0×10^{-1} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
- ทริส (1, 10-ฟีแนนทรอลีน) เหล็ก (II) ในน้ำ 8.0×10^{-5} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
- โพแทสเซียมไทรไอโอดด์ (KI_3) ในน้ำ 3.0×10^{-5} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ทฤษฎี

การดูดกลืนแสงช่วงอัลตราไวโอเลตหรือวิสิเบิลโดยโลหะเชิงซ้อน อาจเกิดจากการแทนที่ชั้น ก) การกระตุ้นของลิแกนด์ ข) การกระตุ้นของโลหะ ค) การถ่ายโอนประจุ ลิแกนด์ที่เป็นสารอินทรีย์เชิงซ้อนเกิดจากการแทนที่ชั้น $n \rightarrow \pi^*$ และ $\pi \rightarrow \pi^*$ การเกิดสารเชิงซ้อนของลิแกนด์กับไอออนโลหะคล้ายกับการให้โปรตอนกับโมเลกุล สารเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นให้พีคดูดกลืนและความเข้มแสงเปลี่ยนไปเล็กน้อย สารเชิงซ้อนมีสภาพดูดกลืนโมลาร์น้อย ($\epsilon = 1$ ถึง 200) เนื่องจากไอออนของโลหะแทนที่ชั้นที่เกิดสารเชิงซ้อนกับลิแกนด์มีการแทนที่ชั้นจาก $d \rightarrow d^*$

สารเชิงซ้อนที่เกิดจากโลหะแทนที่ชั้นให้พีคดูดกลืนที่มีความเข้มสูง เนื่องจากอิเล็กตรอนมีการย้ายที่จากไอออนโลหะไปยังลิแกนด์หรือลิแกนด์ไปยังไอออนโลหะ ปกติลิแกนด์ถูกออกซิไดซ์โลหะถูกรีดิวซ์ ลิแกนด์ที่มีความสามารถในการจับอิเล็กตรอนดีเกิดสารเชิงซ้อนกับโลหะที่มีสภาพออกซิเดชันต่ำได้ดีโดยโลหะจะถูกออกซิไดซ์ เช่น สารเชิงซ้อน เหล็ก (II) กับ 1, 10-ฟีแนทโรลีน

วิธีการทดลอง

หาสเปกตราดูดกลืนของสารละลายนี้จากความยาวคลื่น 650 ถึง 200 นาโนเมตร เซลล์อ้างอิงใช้ตัวทำละลาย

การวิเคราะห์ข้อมูล

หาความยาวคลื่นและสภาพดูดกลืนโมลาร์ของสารละลายเหล่านี้ แถบดูดกลืนแต่ละแถบมีการแทนที่ชั้นแบบใด

คำถาม

1. จากสเปกตรานิกเกิลกับ H_2O , Cl^- และเอทิลีนไดเอมีน ความแรงของลิแกนด์ใดมีผลต่อนิกเกิลมากกว่ากัน
2. สเปกตรานิกเกิลเชิงซ้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนประจุมีผลต่อสเปกตรานิกเกิลที่ใช้ในการวิเคราะห์อย่างไร
3. $Fe(1, 10\text{-phen})$ เหล็กทำหน้าที่เป็นตัวรับหรือให้อิเล็กตรอน
4. สารเชิงซ้อนไทโรไอโอไดด์ โลหะหรือลิแกนด์ทำหน้าที่เป็นตัวให้และรับอิเล็กตรอน