

บทที่ 2

ปฏิกิริยาของธาตุทรานซิชันแถวแรก

(Reaction of The Element of The First Transition Series)

1. จุดประสงค์ของการทดลอง

ศึกษาปฏิกิริยาทางเคมีของธาตุทรานซิชันแถวแรก โดยเปรียบเทียบปฏิกิริยาของโลหะทรานซิชันที่มี d-อิเล็กตรอนต่างกัน โดยศึกษาปฏิกิริยาของ ทิทาเนียม (Titanium : Ti), วานาเดียม (Vanadium : V), โครเมียม (Chromium : Cr), แมงกานีส (Manganese : Mn), เหล็ก (Iron : Fe), โคบอลต์ (Cobalt : Co), นิกเกิล (Nickel : Ni), และทองแดง (Copper : Cu) และศึกษาปฏิกิริยาทางเคมี ในสภาวะต่าง ๆ กัน โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันของธาตุเหล่านี้ ในบางปฏิกิริยายังสามารถใช้ในการตรวจสอบชนิดของโลหะไอออนในสารละลายได้

2. บทนำ

ธาตุทรานซิชัน ได้แก่ ธาตุที่มีอิเล็กตรอนใน d- หรือ f- ออร์บิทัลไม่เต็มหรือธาตุบางตัวอาจจะมีอิเล็กตรอนใน d- หรือ f- ออร์บิทัลเต็มในสภาวะอะตอม (atomic state) แต่เมื่อเกิดเป็นสารประกอบแล้วทำให้อิเล็กตรอนใน d- หรือ f- ออร์บิทัลไม่เต็ม เช่น Cu (0) โครงแบบอิเล็กตรอน (electronic configuration) เป็น $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$ แสดงคุณสมบัติของธาตุทรานซิชัน เมื่อมีเลขออกซิเดชันเป็น +2 คือ มีโครงแบบอิเล็กตรอนเป็น $[\text{Ar}] 3d^9$ เป็นต้น ธาตุทรานซิชันแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะการบรรจุของอิเล็กตรอน ใน d- ออร์บิทัล ดังนี้ ธาตุทรานซิชันแถวแรก (3d) ธาตุทรานซิชันแถวที่สอง (4d) และธาตุทรานซิชันแถวที่สาม (5d) ซึ่งธาตุทรานซิชันแถวแรกจะมีคุณสมบัติแตกต่างจากธาตุทรานซิชันแถวที่สองและแถวที่สามมาก ธาตุทรานซิชันแถวแรกประกอบด้วยธาตุต่าง ๆ ตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงโครงแบบอิเล็กตรอนและสถานะออกซิเดชันของธาตุทรานซิชันแถวแรก

ธาตุ	โครงแบบอิเล็กตรอนภายนอก		สถานะออกซิเดชันที่เกิดขึ้น (เสถียรที่สุด)
	3d	4s	
Sc	1	1	(3)
Ti	2	2	(4) 3 2
V	3	2	(5) 4 3 2
Cr	5	1	6 (3) 2
Mn	5	2	7 6 4 3 (2)
Fe	6	2	6 (3) 2
Co	7	2	3 (2)
Ni	8	2	3 (2)
Cu	10	1	(2) 1
Zn	10	2	(2)

คุณสมบัติโดยทั่วไปของธาตุทรานซิชัน

- 1) ธาตุทรานซิชันทุกตัวจะแข็ง มีจุดหลอมเหลวสูง (high melting point) และจุดเดือดสูง (high boiling point) นำความร้อนและไฟฟ้าได้ดี
- 2) ธาตุทรานซิชันหลายตัวที่ผสมกันเกิดเป็นอัลลอย (alloy) แล้วนำไปใช้ประโยชน์ได้มาก
- 3) มีธาตุทรานซิชันหลายธาตุที่สามารถแทรกอยู่ร่วมกับโลหะ อย่างไม่มีปริมาณสัมพันธ์ (non stoichiometric) เช่น โลหะของคาร์บอน โบรอน ไนโตรเจน แล้วแสดงคุณสมบัติความเป็นโลหะที่แข็งและมีจุดหลอมเหลวสูง
- 4) โลหะส่วนใหญ่จะมีสนามไฟฟ้าบวก (electropositive) สูง และเกิดปฏิกิริยาได้ดี สามารถละลายได้ในกรดแร่ (mineral acid)
- 5) โลหะทรานซิชันแสดงค่าสถานะออกซิเดชันได้หลายค่า ยกเว้นบางธาตุเท่านั้น (ดูจากตารางที่ 2.1 ข้างต้น) ซึ่งสารประกอบเชิงซ้อน และอ็อนบวก จะมีสีต่าง ๆ เมื่อมีสถานะออกซิเดชันต่างกัน และสามารถดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอุลตราไวโอเล็ต (Ultra violet) หรือวิสิเบิล (Visible)
- 6) โลหะทรานซิชันที่เป็นอ็อนบวก สามารถเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับลิแกนด์ที่เป็นกลาง หรืออ็อนลบได้หลายตัว

7) โลหะที่มีสถานะออกซิเดชันต่าง ๆ จะแสดงคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กเมื่อโลหะนั้นมีอิเล็กตรอนที่ไม่จับคู่กัน (unpaired electron)

3. การทดลอง

ในการทดลองที่จะปฏิบัติการต่อไปนี้เป็น การทดลองคุณสมบัติทางเคมีของธาตุทรานซิชันแถวแรก

3.1 สารเคมี

สารเคมีทุกตัวที่ใช้ในการทดลองส่วนใหญ่แล้วจะเตรียมไว้ให้ ยกเว้นสารที่จำเป็นจะต้องเตรียมใหม่ ๆ ให้นักศึกษาเตรียมเอง ถ้าตัวใดที่ไม่ได้กำหนดความเข้มข้น ให้เตรียมเป็น 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

3.2 วิธีทดลอง

3.2.1 ทิตาเนียม (Titanium)

ปฏิบัติการที่จะศึกษาต่อไปนี้ ให้ใช้สารละลายของทิตาเนียม (IV) คลอไรด์ (15 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ซึ่งละลายในกรดไฮโดรคลอริก แล้วทำการทดลองต่อไปนี้

(1) เติม 4 M โซเดียมไฮดรอกไซด์ ประมาณ 5 มิลลิลิตร ลงในสารละลายตัวอย่าง 2 มิลลิลิตร บันทึกผลการทดลอง ปฏิกริยานี้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นอะไร

(2) เติม 4 M แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ประมาณ 5 มิลลิลิตร ลงในสารละลายตัวอย่าง 2 มิลลิลิตร เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่ได้กับผลิตภัณฑ์จาก (1)

(3) ผ่านไอของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ลงในสารละลายตัวอย่าง 2 มิลลิลิตร (ทำในตู้ควัน) วิจารณ์ผลที่สังเกตได้

(4) เติมผงสังกะสีเล็กน้อยลงในสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร จงวิจารณ์ผลและเปรียบเทียบกับผลการทดลอง (3)

(5) หยดสารละลายตัวอย่าง 2-3 หยด ลงในน้ำ 2 มิลลิลิตร เติม 6% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 1 หยด แล้วเติมเกร็ดของโซเดียมฟูลอยไรต์หรือแอมโมเนียมฟูลอยไรต์เล็กน้อย เขย่า จงวิจารณ์และบอกถึงธรรมชาติของปฏิกริยาและผลิตภัณฑ์

(6) เตรียมสารละลายกรดซีลีเนียส (selenous acid) และใช้ 1 มิลลิลิตรของกรดนี้ เติมลงใน 1 มิลลิลิตรของสารละลายตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีธรรมชาติเป็นอย่างไร

ปฏิบัติการที่จะศึกษาต่อไปนี้ ให้ใช้สารละลายของ ทิตาเนียม (III) คลอไรด์ (15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารละลายตัวอย่าง

(7) เติม 4 M โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 มิลลิลิตร ลงใน 2 มิลลิลิตร ของสารละลาย ตัวอย่าง

(8) เติม 4 M แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 5 มิลลิลิตร ลงใน 2 มิลลิลิตร ของสารละลายตัวอย่าง

เปรียบเทียบผลของปฏิกิริยาระหว่างการทดลอง (7) กับ (8)

(9) เตรียมสารละลายเข้มข้นของโซเดียมเปอร์คลอเรต อุณหภูมิแล้วเติมสารละลายตัวอย่าง 2-3 หยด วิจารณ์ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

3.2.2 วานาเดียม (Vanadium)

ใช้แอมโมเนียมเมตาแวนาเตต (ammonium metavanadate) เป็นสารตั้งต้น

(1) เติมแอมโมเนียมเมตาแวนาเตต ประมาณ 2 กรัม ในเบ้านิกเกิล ได้ผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาเป็นอย่างไร

(2) ละลายวานาเดียมเพนตอกไซด์ (Vanadium pentoxide) ใน 4 โมล.ดม³ โซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วเติมกรดไฮคลอริกที่มีความเข้มข้น 4 M อย่างช้า ๆ จนเกิดตะกอนขึ้น จงวิจารณ์ผลของการเปลี่ยนสีที่เปลี่ยนแปลงของไอออนแต่ละชนิด

(3) เติมวานาเดียมเพนตอกไซด์เล็กน้อยลงในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นแล้วอุณหจนบอกผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยานี้

(4) ละลายวานาเดียมเพนตอกไซด์เล็กน้อยในกรดซัลฟูริกเข้มข้นประมาณ 2 มิลลิลิตร แล้วเติมลงในน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน แบ่งสารละลายนี้ออกเป็น 3 ส่วนเท่า ๆ กัน เพื่อใช้ในการทดสอบต่อไปนี้

4.1) ผ่านก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ลงในสารละลายตัวอย่าง (ทำในตู้ควัน)

4.2) เติมผงสังกะสีลงในสารละลายตัวอย่าง

4.3) เติมกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น 4 M ลงในสารละลายตัวอย่างในปริมาณที่เท่ากัน แล้วเติมสารละลายแมกนีเซียม

วิจารณ์การเปลี่ยนสีของไอออนที่เกิดขึ้น และทำนายออกซิเดชันสเตตัสสุดท้ายที่เป็นได้ของวานาเดียมในแต่ละสารละลาย

(5) เตรียมของผสมที่มีอัตราส่วนระหว่าง แอมโมเนียมเมตาแวนาเตตกับกรดออกซาลิก เป็น 1:3 แล้วเผาอย่างระมัดระวังในเบ้านิกเกิล ละลายสารที่เย็นนั้นด้วย 2 M กรดซัลฟูริก แล้วเติม 4 M ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในสารละลายนั้นอย่างช้า ๆ วิจารณ์ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

3.2.3 โครเมียม (Chromium)

ใช้สารละลายโครมอะลูมิเนียม* (Chrom alum) และโครเมียม (III) คลอไรด์ ซึ่งสารละลายของโครมอะลูมิเนียม เหมาะสำหรับใช้ในปฏิกิริยาที่ตัวออกซิไดซ์มีกำลังสูง แต่ในบางปฏิกิริยาเหมาะที่จะใช้โครเมียม (III) คลอไรด์มากกว่า โดยทำการทดสอบดังต่อไปนี้

(1) ใช้สารละลายโครมอะลูมิเนียม 2 มิลลิลิตร เติม 4 M โซเดียมไฮดรอกไซด์อย่างช้า ๆ และมากเกินพอ แล้วตามด้วย 6% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2 มิลลิลิตร อุณหภูมิสังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้น

(2) เติม 4 M แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์อย่างช้า ๆ และมากเกินพอ ลงในสารละลายโครมอะลูมิเนียม 2 มิลลิลิตร สังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

(3) เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตให้มากเกินพอ ลงในโครมอะลูมิเนียม 2 มิลลิลิตร สังเกตปฏิกิริยาเปรียบเทียบกับข้อ (1)

(4) ทำให้สารละลายโครมอะลูมิเนียม 2 มิลลิลิตร เป็นกรดด้วยการเติม 4 M กรดไฮโดรคลอริก 2 มิลลิลิตร เติมผงสังกะสีลงไปเล็กน้อย อุณหภูมิสังเกตปฏิกิริยา สังเกตสีของสารละลายที่เปลี่ยนไป รินสารละลายที่ใสลงในสารละลายอิมตัวของโซเดียมอะซิเตต (NaOAc) อย่างรวดเร็ว สังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

(5) ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ (4) แต่ใช้สารละลายโครเมียม (III) คลอไรด์แทน ทำให้สารละลายเย็นให้หมุนหลอดทดลองจนสารละลายแผ่กระจายไปทั่วหลอด สังเกตการเปลี่ยนสีและวิจารณ์ผล

(6) เติมกรดแอมโมเนียมเปอร์ออกไซด์โซลเฟต ลงในสารละลายโครมอะลูมิเนียม 2 มิลลิลิตร และต้ม สังเกตผลการทดลอง

(7) ใช้ไดเอทิลอีเธอร์ 1 มิลลิลิตร เติมลงในสารละลายโปแตสเซียมไดโครเมต 2 มิลลิลิตร ตามด้วย 6% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2-3 หยด และทำให้สารละลายเป็นกรดด้วย 2 โมล ตม³ กรดซัลฟูริก เขย่าหลอดทดลอง สังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

(8) เตรียมสารละลายโปแตสเซียมไดโครเมต โดยทำให้เป็นกรดมีพีเอชประมาณ 4 ด้วย 2 M กรดซัลฟูริก แล้วเติม 4 M โซเดียมไฮดรอกไซด์อย่างช้า ๆ จนกระทั่งมีพีเอชประมาณ 9 จากนั้นเติม 2 M กรดซัลฟูริก จนมีพีเอชเท่ากับ 4 อีกครั้ง สังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

*โครมอะลูมิเนียม เป็นชื่อทางการค้าของโครเมียมโปแตสเซียมซัลเฟต (Chromium potassium sulfate), $\text{CrK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$

(9) ใช้สารละลายแบเรียมคลอไรด์ 2-3 หยด เติมลงในสารละลายโปแตสเซียมไดโครเมต 1 มิลลิลิตร ตะกอนที่เกิดขึ้นคืออะไร

3.2.4 แมงกานีส (Manganese)

ใช้สารละลาย แมงกานีส (II) คลอไรด์ หรือ แมงกานีส (II) ซัลเฟต เป็นสารละลายตัวอย่าง

(1) ใช้ 4 M โซเดียมไฮดรอกไซด์ให้มากเกินพอ ลงในสารละลายตัวอย่าง 2 มิลลิลิตร ตั้งหลอดทดลองไว้สักครู่ โดยการเอียงหลอดทดลองให้มีพื้นผิวของสารละลายสัมผัสกับอากาศให้มากที่สุด สังเกตผลการทดลอง

(2) ใช้กรดแอมโมเนียมคลอไรด์เล็กน้อยละลายลงใน 5 มิลลิลิตร ของ 4 M แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ แล้วเติมสารละลายแมงกานีส (II) คลอไรด์ ลงไป 2 มิลลิลิตร ตั้งไว้สักครู่ สังเกตผลของปฏิกิริยา

(3) เติมโซเดียมคาร์บอเนตให้มากเกินพอลงในสารละลายตัวอย่าง 2 มิลลิลิตร ต้มสารละลายจนเดือดแล้วตั้งทิ้งไว้สักครู่ ล้างตะกอนหลาย ๆ ครั้ง แล้วจึงเติม 2 M กรดไฮโดรคลอริกลงในตะกอนนั้น จงสังเกตผลการทดลอง

(4) ทำให้สารละลายแมงกานีส (II) ซัลเฟต 2 มิลลิลิตร เป็นกรดด้วย 4 M กรดซัลฟูริกด้วยปริมาณที่เท่ากัน และเติม 0.5 กรัมของแอมโมเนียมเปอร์ออกไซด์ไดซัลเฟต $[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8]$ ต้มจนเดือด เติมสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต 1 หยด ลงในสารละลายที่ร้อน สังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

(5) เติมแมงกานีสไดออกไซด์ 1 กรัม ลงใน 4 M กรดไฮโดรคลอริก 5 มิลลิลิตร อุ่นสารละลายแขวนลอยนั้น จงแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

(6) ใช้สารละลายเหล็ก (II) ซัลเฟตให้มากเกินพอ เติมลงในสารละลายเจือจางของโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต 1 มิลลิลิตร แล้วทำให้เป็นกรดด้วย 2 M กรดซัลฟูริก เปรียบเทียบกับปฏิกิริยากับปฏิกิริยาที่เมื่อใช้สารละลายเหล็ก (II) ซัลเฟตมากเกินพอลงในสารละลายโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนตแล้วตามด้วย 4 M โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 หยด

(7) เติมสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ มากเกินพอลงในสารละลายโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต 1 มิลลิลิตร ทำให้เป็นกรดด้วย 2 M กรดซัลฟูริก เปรียบเทียบผลการทดลองที่เกิดขึ้นกับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อเติมโปแตสเซียมไอโอไดด์มากเกินพอ ลงในสารละลายต่อไปนี้

ก) โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนตประมาณ 1 มิลลิลิตร ที่มี 4 M โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 หยด

ข) โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนตประมาณ 1 มิลลิลิตร ที่มี 4 M แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 1 มิลลิลิตร

3.2.5 เหล็ก (Iron)

ใช้สารละลายแอมโมเนียมเหล็ก (II) ซัลเฟต ที่เตรียมขึ้นใหม่ๆ สำหรับศึกษาปฏิกิริยาเหล็ก (II) และใช้สารละลายเหล็ก (III) ไนเตรต สำหรับศึกษาปฏิกิริยาของเหล็ก (III) ดังต่อไปนี้

(1) เติมสารละลาย 4 M โซเดียมไฮดรอกไซด์ ให้มากเกินไปลงในสารละลายเหล็ก (II) 2 มิลลิลิตร บันทึกและวิจารณ์ผลการทดลอง

(2) เติมสารละลาย 4 M แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ให้มากเกินไปลงในสารละลายเหล็ก (II) 2 มิลลิลิตร จงเปรียบเทียบผลการทดลองกับปฏิกิริยาในข้อ (1)

(3) เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตให้มากเกินไปลงในสารละลายเหล็ก (II) 2 มิลลิลิตร แล้วจึงเปรียบเทียบผลการทดลองกับปฏิกิริยาในข้อ (1)

(4) ทำการทดลองเหมือนข้อ (1), (2) และ (3) แต่ใช้สารละลายเหล็ก (III) สังเกตผลของปฏิกิริยาเปรียบเทียบกับ (1), (2) และ (3)

(5) ใช้สารละลายเหล็ก (II) และเหล็ก (III) ละลายละ 1 มิลลิลิตร เติมด้วยสารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนตมากเกินไปจนแต่ละหลอด เปรียบเทียบผลการทดลองที่เกิดขึ้น

(6) เติมสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์มากเกินไปลงในสารละลายเหล็ก (III) 1 มิลลิลิตร แล้วตามด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตจนกระทั่งสารละลายไม่มีสี เติมสารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต 1 หยด สังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

(7) เติมสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ให้มากเกินไปลงใน 1 มิลลิลิตร ของสารละลายตัวอย่างเหล็ก (II) นำสารละลายที่ได้มา 1 หยด ทดสอบด้วยสารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต ส่วนสารละลายที่เหลือนำมา เติมด้วยสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต 2-3 หยด แล้วนำสารละลายส่วนลอย (supernatant) 2-3 หยด ทดสอบด้วยสารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต

(8) เติมสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ให้มากเกินไปลงในสารละลายโปแตสเซียมเฮกซะไซยาโนเฟอไรต์ (III) 1 มิลลิลิตร และเติมสารละลายซิงค์ซัลเฟต 1 มิลลิลิตร วิจารณ์ผลของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

(9) ผ่านก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ลงในสารละลายเหล็ก (III) ไนเตรต วิจารณ์ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น และเปรียบเทียบบางปฏิกิริยาซึ่งไม่สามารถเกิดได้

(10) เติมสารละลายเหล็ก (II) ซัลเฟต 1 มิลลิลิตร ลงในแต่ละหลอดที่มีสารละลายของโปรแตสเซียมเฮกซะไซยาโนเฟอร์ต (II) และโปรแตสเซียมเฮกซะไซยาโนเฟอร์ต (III) ที่เตรียมใหม่ๆ อย่างละ 1 มิลลิลิตร แล้วทำการทดลองซ้ำโดยใช้สารละลายเหล็ก (III) ในเตรตแทนเหล็ก (II) เปรียบเทียบปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

(11) เติมน้ำโบรมีน 1 หยด ลงในสารละลายแอมโมเนียมเหล็ก (II) ซัลเฟต 1 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายแอมโมเนียมไอโอไซยาเนต 1 หยด

จากปฏิกิริยา (6) และ (11) จงบอกช่วงซึ่งค่าศักย์ของการออกซิไดซ์จาก $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ เกิดขึ้นได้

(12) ผสมสารละลาย 0.1 M เหล็ก (II) และ 0.1 M เหล็ก (III) อย่างละ 1 หยด เติมน้ำกลั่น 2 หยด และ 3 หยด ของสารละลาย 0.1 M โปรแตสเซียมไอโอไดด์ และ 1 หยด ของน้ำแป้ง คนสารละลายผสมนั้น เติม 8 หยดของสารละลายกรดเอทิลีนไดเอมีนเตรอะอะซีติก 5% บันทึกการเปลี่ยนสีพร้อมคำอธิบาย

3.2.6 โคบอลต์ (Cobalt)

ใช้สารละลายโคบอลต์ (II) คลอไรด์ หรือโคบอลต์ (II) ไนเตรท เตรียมปฏิกิริยาดังต่อไปนี้

(1) เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50% เติมลงในสารละลายโคบอลต์ (II) 2 มิลลิลิตร สังเกตผลการทดลอง

(2) เติมสารละลาย 4 M โซเดียมไฮดรอกไซด์ให้มากเกินพอ ลงในสารละลายโคบอลต์ (II) 2 มิลลิลิตร เปรียบเทียบกับปฏิกิริยาในข้อ (1)

(3) เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตให้มากเกินพอ ลงในสารละลายโคบอลต์ (II) 2 มิลลิลิตร เปรียบเทียบกับปฏิกิริยาในข้อ (2)

(4) เติมสารละลาย 4 M แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ลงในสารละลายโคบอลต์ (II) 2 มิลลิลิตร เปรียบเทียบกับปฏิกิริยาในข้อ (2) แล้วเติม 6% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2-3 หยด แล้วต้มสารละลายพร้อมกับเติมสารละลาย 4 M แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ให้มากเกินพอ สังเกตผลการทดลอง

(5) เติม 2 M กรดไฮโดรคลอริก 1 หยด ลงในสารละลายโคบอลต์ (II) และผ่านก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ลงในสารละลายนั้น เติมสารละลาย 4 M แอมโมเนียม 2-3 หยด สังเกตผลการทดลอง

(6) เติมสารละลาย 4 M แอมโมเนียมไทโอไซยาเนตผสมกับไพริดีนอย่างละ 1 มิลลิลิตร 3 หลอด แล้วทำการทดลองต่อไปนี้

- ก) หลอดที่หนึ่งเติมลงในสารละลายโคบอลต์ (II) 1 มิลลิลิตร
- ข) อีกหลอดเติมลงในสารละลายอิมิตัวซิงค์ซัลเฟต 1 มิลลิลิตร
- ค) อีกหลอดเติมลงในสารละลายผสมของโคบอลต์ (II) กับสารละลายอิมิตัวของซิงค์ซัลเฟตอย่างละ 1 มิลลิลิตร

สังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแต่ละการทดลอง

(7) เติมสารละลายโปแตสเซียมไทโอไซยาเนตเข้มข้นลงในสารละลายโคบอลต์ 2 มิลลิลิตร แล้วเติม 2 มิลลิลิตรของไดเอทิลอีเทอร์ จากนั้นทำให้เป็นกรดด้วย 4 M กรดไฮโดรคลอริก สังเกตผลที่เกิดขึ้น

(8) ทำให้สารละลายโคบอลต์ (II) 1 มิลลิลิตร เป็นกรดด้วยกรดอะซิติก เติมกรดโปแตสเซียมไนเตรทลงไปเล็กน้อย สังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

3.2.7 นิกเกิล (Nickel)

ใช้สารละลายของนิกเกิล (II) คลอไรด์ หรือนิกเกิล (II) ซัลเฟต เป็นสารละลายทดสอบ

(1) เติมสารละลาย 4 M โซเดียมไฮดรอกไซด์ให้มากเกินไปลงในสารละลายนิกเกิล (II) 2 มิลลิลิตร ต้มสักครู่ ตั้งทิ้งให้เย็น แล้วเติมเกล็ดโปแตสเซียมเปอร์ออกไซด์ซัลเฟต สังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

(2) เติมสารละลาย 4 M แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ให้มากเกินไปลงในสารละลายนิกเกิล 2 มิลลิลิตร เปรียบเทียบกับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในข้อ (1) จากนั้นเติม 6% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2-3 หยด และเติมสารละลาย 4 M แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ให้มากเกินไป ต้ม เปรียบเทียบกับปฏิกิริยาของโคบอลต์ในข้อ (1)

(3) เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตให้มากเกินไปลงในสารละลายนิกเกิล (II) 2 มิลลิลิตร เปรียบเทียบกับปฏิกิริยาส่วนแรกในข้อ (1)

(4) เติมสารละลายโปแตสเซียมไทโอไซยาเนต 2 มิลลิลิตร ลงในสารละลายนิกเกิล (II) 2 มิลลิลิตร แล้วเติมไพริดีน 2-3 หยด สังเกตผลการทดลอง

(5) เติม 2 M กรดไฮโดรคลอริก 2 หยด ลงในสารละลายนิกเกิล (II) 2 มิลลิลิตร แล้วผ่านก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ลงไป ตามด้วยสารละลาย 4 M แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ สังเกตผลการทดลอง

(6) ให้ทำการทดลองนี้ในตู้ควัน เติมสารละลาย 4 M โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ให้มากเกินไปพอ ลงในสารละลายนิกเกิล (II) 2 มิลลิลิตร แล้วผ่านก๊าซคลอรีนลงไปนสารแขวนลอยซึ่งทำให้เย็น ล้างตะกอนที่ได้ 4-5 ครั้ง โดยการรินส่วนใสทิ้ง จึงบอกผลของปฏิกิริยาที่ได้เปรียบเทียบกับปฏิกิริยาในข้อ (1) เอาตะกอนมาเติมด้วยสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ แล้วทำให้เป็นกรดด้วย 4 M กรดไฮโดรคลอริก สังเกตผลของปฏิกิริยา

3.2.8 ทองแดง (Copper)

ใช้สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต เป็นสารละลายทดสอบ

(1) เติมสารละลาย 4 M โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ให้มากเกินไปพอ ลงในสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต 1 มิลลิลิตรอย่างช้า ๆ อยู่นิ่งๆ สังเกตผลการทดลอง

(2) เติมสารละลายเข้มข้น 50% ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ลงในสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร อย่างช้า ๆ สังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

(3) เติมกรดทาร์ทาลิกเล็กน้อย ลงในสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลาย 4 โมล dm^{-3} โซเดียมไฮดรอกไซด์ ให้มากเกินไปพอ ตามด้วยอะเซทาลดีไฮด์ 1 มิลลิลิตร อยู่นิ่งๆ สังเกตผลการทดลอง

(4) เติมสารละลาย 4 M แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ให้มากเกินไปพอ ลงในสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร อย่างช้า ๆ

(5) เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตให้มากเกินไปพอ ลงในสารละลายตัวอย่าง 2 มิลลิลิตร ต้มสารละลายให้เดือด สังเกตผลเทียบกับปฏิกิริยาในข้อ (1)

(6) เติมสารละลายโปแตสเซียมไทโอไซยาเนต ลงในสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร อย่างช้า ๆ แล้วผ่านก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลงไป สังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

คำถามท้ายบท

- 1) จากปฏิบัติการทดลองที่ผ่านมา ปฏิริยาเคมีใดที่ใช้เป็นปฏิริยาพื้นฐานในการวิเคราะห์ทั้งปริมาณและคุณภาพของธาตุทรานซิชันแต่ละตัว
- 2) จงบอกถึงสถานะออกซิเดชันที่เกิดขึ้นของแต่ละธาตุในปฏิบัติการทดลองจากคำถามข้อ 1)
- 3) สามารถใช้ปฏิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน ในการหาปริมาณของนิกเกิล และทองแดงได้หรือไม่
- 4) จงอธิบายถึงความเป็นกรดและเบส ของสารประกอบออกไซด์ของธาตุทรานซิชันแถวแรก