

บทที่ 2
รีดอกซ์ไทเทรชัน
(Redox Titration)

วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักศึกษามีความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับ

1. เทคนิคของรีดอกซ์ไทเทรชัน
2. คำนวณหาปริมาณเหล็ก (II) ในสารตัวอย่างจากปฏิกิริยาการทดลองรีดอกซ์ไทเทรชัน

สารเคมี

1. ตัวอย่างเหล็ก (II) แอมโมเนียมซัลเฟต $[\text{Fe}(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$
2. สารละลายมาตรฐานโพตัสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.01 M
(0.01M KMnO_4)
3. สารละลายกรดซัลฟูริก 1 M
(1M H_2SO_4)
4. สารละลายกรดฟอสฟอริก 80%
(80% H_3PO_4)

อุปกรณ์

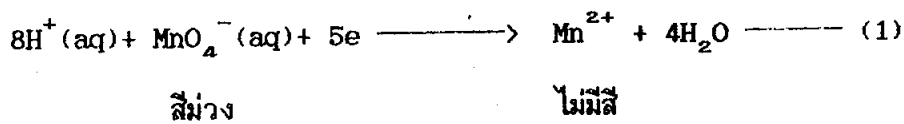
1. บิวเรต
2. ขวดรูปกรวย
3. ปิเปต
4. ปีกเกอร์
5. ฐานและที่ตั้ง
6. ตัวยึดบิวเรต
7. กระบอกฉีดน้ำ

ทฤษฎี

การวิเคราะห์โดยปริมาตร (Volumetric Analysis) ของธาตุมัก จะเกี่ยวข้องกับไทเทรต ซึ่งมีชนิดปฏิกิริยาเป็นออกซิเดชัน-รีดักชัน โดยให้ ไทเทรนต์ (titrant) ซึ่งเป็นสารละลายมาตรฐานและธาตุที่สนใจทำปฏิกิริยากัน ด้วยอัตราส่วนที่แน่นอน ปฏิกิริยานี้จะมีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันหรือมีการถ่ายโอน อิเลคตรอนระหว่างสารที่ทำปฏิกิริยากัน สารละลายมาตรฐานที่ใช้ อาจเป็นสาร ออกซิไดส์หรือสารรีดิวซ์ซึ่งทราบความเข้มข้นแน่นอน สารออกซิไดส์ที่นิยมใช้มีหลาย ชนิด ได้แก่ โปตัสเซียมเปอร์แมงกาเนต ไฮโอไดน์ โปตัสเซียมไฮโอเดต และ โปตัสเซียมไดโครเมต สารออกซิไดส์ที่นิยมใช้และแรงที่สุดคือ โปตัสเซียมเปอร์แมงกาเนตในสารละลายของกรด ส่วนสารรีดิวซ์ที่นิยมใช้ ได้แก่ สารหนู (III) ออกไซด์ โซเดียมไทโอซัลเฟต โครเมียม (III) คลอไรด์ หรือซัลเฟต

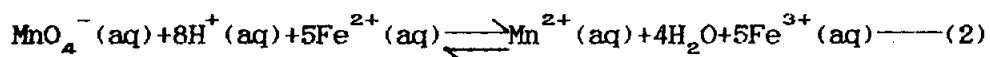
สำหรับ โปตัสเซียมเปอร์แมงกาเนตในสารละลายกรดนั้น พบว่ากรดที่ เหมาะที่สุด คือกรดซัลฟูริก โดยจะเกิดปฏิกิริยารีดักชัน MnO_4^- เป็น Mn^{2+}

ดังสมการ



การคำนวณปริมาณของเหล็ก (II) ที่ผสมอยู่ในเหล็ก (II) แอมโมเนียมซัลเฟต $(Fe(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O)$ ทดลองโดยไทเทรตสารตัวอย่างซึ่ง ทำให้เป็นกรดด้วยกรดซัลฟูริก (เพื่อป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันของเหล็ก (II) โดยอากาศ) ด้วยสารละลายโปตัสเซียมเปอร์แมงกาเนต

จุดยุติของปฏิกิริยาหรือจุดสมมูลจะสังเกตจากสีของสารละลายเปลี่ยน เป็นสีชมพูอ่อนหรือ ไม่มีสี โดยถาวร (อย่างน้อย 30 วินาที) ปฏิกิริยาที่เกิดคือ



การคำนวณ

การคำนวณหาปริมาณของเหล็ก (II) จากปฏิกิริยา แบ่งได้ 2 วิธีคือ

(1) คำนวณแบบระบบสมมูล ที่จุดยุติจำนวนสมมูลของเหล็กจะเท่ากับ
จำนวนสมมูลโพตัสเซียมเปอร์แมงกาเนต และจากความสัมพันธ์

จำนวนสมมูลของสาร = นอร์แมลิตี x ปริมาตรเป็นลูกบาศก์เดซิเมตร

(2) คำนวณแบบจำนวนโมล จากสมการ (2)

KMnO_4 1 โมล ทำปฏิกิริยากับ Fe(II) 5 โมล

$$\frac{\text{จำนวน โมลของ } \text{KMnO}_4}{\text{จำนวน โมลของ } \text{Fe(II)}} = \frac{1}{5}$$

$$\text{จำนวน โมลของ } \text{Fe(II)} = 5 \times \text{จำนวน โมลของ } \text{KMnO}_4$$

วิธีการทดลอง

1. รับสารตัวอย่างเหล็ก(II) ซึ่งหนักประมาณ 1.0 กรัมมา 3 ตัวอย่าง จดบันทึกน้ำหนักและเทตัวอย่างที่ 1 ใส่ขวดรูปกรวยขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายมาตรฐาน 0.01 M KMnO_4 ใส่ในบิวเรต โดยเริ่มต้น ต้องล้างบิวเรตด้วย KMnO_4 จำนวนเล็กน้อยก่อน
3. ละลายตัวอย่างเหล็ก (II) ในข้อ 1 ด้วย 50 มิลลิลิตรของ 1 M H_2SO_4 จนละลายหมด
4. ไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน 0.01 M KMnO_4 เมื่อสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลือง หยอด 80% ของ H_3PO_4 3 มิลลิลิตร ไทเทรตต่อจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อนโดยถาวร
5. ทดลองซ้ำกับตัวอย่างเหล็ก (II) ที่ 2 และ 3 ตามลำดับ
6. บันทึกและคำนวณผลการทดลองทั้ง 3 ครั้ง

หมายเหตุ ความเข้มข้นที่แน่นอนของ KMnO_4 ที่ใช้ทดลองจะแจ้งให้ทราบในวันที่เข้าทดลอง

รายงานผลการทดลอง

ปฏิบัติการเคมีเรื่อง.....วันที่ทำการทดลอง.....

ชื่อผู้ทำการทดลอง.....รหัส.....เลขที่.....

ชื่อผู้ร่วมทำการทดลอง.....รหัส.....เลขที่.....

ชื่อผู้ร่วมทำการทดลอง.....รหัส.....เลขที่.....

กลุ่มปฏิบัติการ.....section.....ตู้เลขที่.....ห้องที่ทดลอง.....

อาจารย์ผู้ควบคุม 1.....

2.....

3.....

ผลการทดลองและการคำนวณ

น้ำหนักของตัวอย่างที่ 1

น้ำหนักของตัวอย่างที่ 2

น้ำหนักของตัวอย่างที่ 3

โมลาริตีของสารละลายมาตรฐาน KMnO_4

ผลการทดลอง	ตัวอย่างที่ I	ตัวอย่างที่ II	ตัวอย่างที่ III
ค่าที่อ่านจากบิวเรตเริ่มต้น ค่าที่อ่านจากบิวเรตสุดท้าย ปริมาตรของ KMnO_4 ที่ใช้ จำนวนโมลของ KMnO_4 จำนวนโมลของ Fe^{2+} น้ำหนักตัวอย่าง น้ำหนัก Fe ในตัวอย่าง % เหล็กในตัวอย่าง			

(2) จงคำนวณหาเหล็ก (II) ในตัวอย่างที่เป็นของแข็ง หนัก 1.705 กรัม เมื่อไทเทรตกับ $KMnO_4$ 0.0244 M ปริมาตร 36.44 มิลลิลิตร จนถึงจุดยุติ

แสดงวิธีคำนวณหา

- ก) MnO_4^- กิโลกรัมที่ใช้
- ข) มีเหล็ก (II) กิโลกรัมในตัวอย่าง
- ค) มีเหล็ก (II) กิโลกรัมในตัวอย่าง
- ง) มีเหล็ก (II) กิโลกรัมในตัวอย่าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....