

ภาคผนวก ค

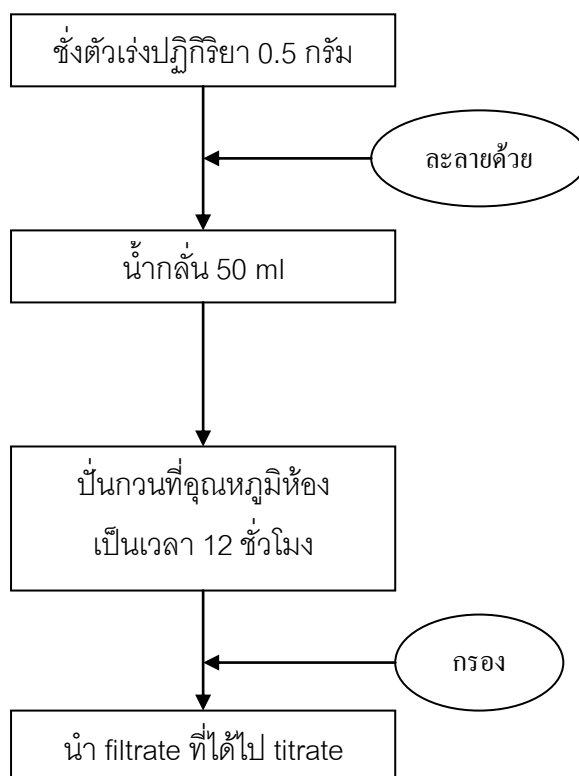
ตัวอย่างอินดิเคเตอร์สำหรับกรด – เบส บางชนิด

อินดิเคเตอร์	ช่วงพีลีย์ของพีเอช	สีที่เปลี่ยน
เมทิลออเรนจ์	3.1 – 4.4	แดง – เหลือง
เมทิลเรด	4.4 – 6.2	แดง – เหลือง
บรอมไทมอลบลู	6.0 – 7.6	เหลือง – น้ำเงิน
ฟีนอล์ฟทาลีน	8.3 – 10.0	ไม่มีสี - ชมพู

Titrant : 0.1 M HCl

Indicator : ฟีนอล์ฟทาลีน

Analyte : เตรียมโดย



การเตรียมสารละลายมาตรฐานของกรดและเบส

สารละลายมาตรฐานกรดที่ใช้ในการทดลองนี้ ได้แก่ สารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก และสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ สารละลายทั้งสองชนิดจะมีความเข้มข้นประมาณ 0.1 mol/L ความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายนี้หาได้โดยการไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน โพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลต (potassium hydrogen phthalate) ซึ่งเป็นสารมาตรฐานปฐมภูมิ

รีเอเจนต์

1. สารละลายมาตรฐานปฐมภูมิโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลต ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$) เตรียมได้โดยนำ โพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลตชนิดรีเอเจนต์กรด นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 2 ชั่วโมง นำมาทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ แล้วนำมาชั่งให้ได้น้ำหนักของสารที่แน่นอนและมีมวล อยู่ระหว่าง 2.0 – 2.4 กรัม แล้วนำมาละลายในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ลบ.ซม.
2. สารละลายสต็อกโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 50 กรัม ต่อ 100 ลบ.ซม. เตรียมได้โดยชั่งโซเดียม ไฮดรอกไซด์ที่เป็นของแข็งหนัก 250 กรัม มาละลายในน้ำกลั่นที่ต้มจนเดือด และตั้งทิ้งไว้จนเย็นถึง อุณหภูมิห้อง จำนวน 500 ลบ.ซม. ในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เตรียมได้โดยต้มน้ำกลั่น 500 ลบ.ซม. ให้เดือดประมาณ 5 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง นำสารละลายสต็อกโซเดียมไฮดรอกไซด์จาก ข้อ 2 จำนวน 4.5 ลบ.ซม. เติมน้ำลงไปแล้วใช้แท่งแก้วค่อยๆ คน พยายามอย่าให้เกิดฟองอากาศขณะที่คน
4. สารละลายไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นประมาณ 0.10 mol/L จำนวน 500 ลบ.ซม. เตรียมได้โดย ปิเปตสารละลาย HCl ที่เข้มข้น 4.5 ลบ.ซม. เติมสารละลายนี้ลงไปในน้ำกลั่นปริมาตร 500 ลบ.ซม. ที่อยู่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร
5. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนเข้มข้น 0.1 กรัม ต่อ 100 ลบ.ซม.

การไทเทรตหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย NaOH

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เตรียมได้ นำมาหาความเข้มข้นที่แน่นอนด้วยการไทเทรต กับสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลต ดังนี้

1. บรรจुสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในบิวเรต
2. ใช้ปิเปตขนาด 25 ลบ.ซม. ดูดสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลตใส่ลง ขวดรูปกรวยขนาด 250 ลบ.ซม. แล้วเติมสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด เขย่าแล้วนำไปไทเทรต กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จากบิวเรต

3. ทำการไทเทรตซ้ำอีกครั้ง ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้จะต้องไม่แตกต่างกันเกินกว่า 0.1 ลบ.ซม. ถ้าเกินต้องทำการไทเทรตซ้ำอีกครั้ง นำปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใกล้เคียงกันสองค่ามาหาค่าเฉลี่ยนำไปคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

การไทเทรตหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย HCl

สารละลาย HCl ที่เตรียมได้ในข้อ 2 ด้านบนจะนำมาหาความเข้มข้นที่แน่นอนโดยการไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิในข้อ 1 ด้านบน ดังนี้

1. บรรจुสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในบิวเรต
2. ใช้ปิเปตขนาด 25 ลบ.ซม. ดูดสารละลายไฮโดรคลอริกใส่ลงขวดรูปกรวยขนาด 250 ลบ.ซม. แล้วเติมสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด เขย่าแล้วนำไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จากบิวเรต
3. ทำการไทเทรตซ้ำอีกครั้ง ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้จะต้องไม่แตกต่างกันเกินกว่า 0.1 ลบ.ซม. ถ้าเกินต้องทำการไทเทรตซ้ำอีกครั้ง นำปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใกล้เคียงกันสองค่ามาหาค่าเฉลี่ยนำไปคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายไฮโดรคลอริก

ผลการไทเทรตเพื่อคำนวณหาความเข้มข้น

สารละลาย มาตรฐานปฐมภูมิ KHP	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (มล.)			
	ปริมาตรเริ่มต้น	ปริมาตรสิ้นสุด	ปริมาตรที่ใช้	ปริมาตรเฉลี่ย
ครั้งที่ 1	20.00	50.00	35.80	35.73
	10.00	15.80		
ครั้งที่ 2	16.00	50.00	35.70	
	28.00	29.70		
ครั้งที่ 3	30.00	50.00	35.70	
	13.00	28.70		

สารละลาย HCl	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (มล.)			
	ปริมาตรเริ่มต้น	ปริมาตรสิ้นสุด	ปริมาตรที่ใช้	ปริมาตรเฉลี่ย
ครั้งที่ 1	0.00	37.5	37.50	37.50
ครั้งที่ 2	0.00	37.5	37.50	
ครั้งที่ 3	10.00	47.6	37.50	

ผลการไทเทรตสารละลายของตัวเร่งปฏิกิริยานิตต่างๆ

สารละลาย SiO_3AlO_2	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (มล.)			
	ปริมาตรเริ่มต้น	ปริมาตรสิ้นสุด	ปริมาตรที่ใช้	ปริมาตรเฉลี่ย
ครั้งที่ 1	46.00	46.20	0.20	0.20
ครั้งที่ 2	47.00	47.20	0.20	
ครั้งที่ 3	48.00	48.20	0.20	

สารละลาย 10% KI/ SiO_3AlO_2	สารละลายไฮโดรคลอริก(มล.)			
	ปริมาตรเริ่มต้น	ปริมาตรสิ้นสุด	ปริมาตรที่ใช้	ปริมาตรเฉลี่ย
ครั้งที่ 1	41.00	41.20	0.20	0.20
ครั้งที่ 2	42.00	42.20	0.20	
ครั้งที่ 3	48.00	48.20	0.20	

สารละลาย 15% KI/ SiO_3AlO_2	สารละลายไฮโดรคลอริก(มล.)			
	ปริมาตรเริ่มต้น	ปริมาตรสิ้นสุด	ปริมาตรที่ใช้	ปริมาตรเฉลี่ย
ครั้งที่ 1	11.00	11.25	0.25	0.25
ครั้งที่ 2	11.50	11.75	0.25	
ครั้งที่ 3	12.00	12.25	0.25	

สารละลาย 20% $\text{KI/SiO}_3\text{AlO}_2$	สารละลายไฮโดรคลอริก(มล.)			
	ปริมาตรเริ่มต้น	ปริมาตรสิ้นสุด	ปริมาตรที่ใช้	ปริมาตรเฉลี่ย
ครั้งที่ 1	47.00	47.30	0.30	0.30
ครั้งที่ 2	48.00	48.30	0.30	
ครั้งที่ 3	49.00	49.30	0.30	

การคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย

1. สารละลายมาตรฐานปฐุมภูมิโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต, KHP

$$\begin{aligned}
 \text{มวลโมเลกุลของ KHP} &= 204.23 \\
 \text{ชั่ง KHP หนัก} &= 2.0072 \text{ กรัม} \\
 \text{ละลายในขวดวัดปริมาตรแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ลบ.ซม.} \\
 \text{ความเข้มข้นของกรด} &= (2.0072 / 204.23) \times (1000 / 100) \\
 &= 0.0983 \text{ mol/L}
 \end{aligned}$$

2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาตรของ KHP} &= 25 \text{ ลบ.ซม.} \\
 \text{ปริมาตรเฉลี่ยของ NaOH} &= 35.73 \text{ ลบ.ซม.} \\
 \text{ความเข้มข้นของสารละลาย NaOH} &= (25 / 35.73) \times 0.0983 \\
 &= 0.0688 \text{ mol/L}
 \end{aligned}$$

3. สารละลายไฮโดรคลอริก

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาตรของ HCl} &= 25 \text{ ลบ.ซม.} \\
 \text{ปริมาตรเฉลี่ยของ NaOH} &= 37.5 \text{ ลบ.ซม.} \\
 \text{ความเข้มข้นของสารละลาย HCl} &= (37.5 / 25) \times 0.0688 \\
 &= 0.1032 \text{ mol/L}
 \end{aligned}$$

4. สารตัวอย่าง

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาตรของสารละลาย } \text{SiO}_3\text{AlO}_2 &= 25 \text{ ลบ.ซม.} \\
 \text{ปริมาตรเฉลี่ยของ NaOH} &= 0.20 \text{ ลบ.ซม.} \\
 C_{\text{NaOH}} V_{\text{NaOH}} &= C_{\text{ตัวอย่าง}} V_{\text{ตัวอย่าง}} \\
 \text{ดังนั้น } C_{\text{ตัวอย่าง}} &= (0.0688 \times 0.20) / 25 \\
 \text{สารละลาย } \text{SiO}_3\text{AlO}_2 \text{เข้มข้น} &= 0.0006 \text{ mol/L}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาตรของสารละลาย 10\% Cat} &= 25 && \text{ลบ.ซม.} \\
 \text{ปริมาตรเฉลี่ยของ HCl} &= 0.20 && \text{ลบ.ซม.} \\
 C_{\text{HCl}} V_{\text{HCl}} &= C_{\text{ตัวอย่าง}} V_{\text{ตัวอย่าง}} \\
 \text{ดังนั้น } C_{\text{ตัวอย่าง}} &= (0.1032 \times 0.20) / 25 \\
 \text{สารละลาย 10\% Cat เข้มข้น} &= 0.0008 && \text{mol/L}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาตรของสารละลาย 15\% Cat} &= 25 && \text{ลบ.ซม.} \\
 \text{ปริมาตรเฉลี่ยของ HCl} &= 0.25 && \text{ลบ.ซม.} \\
 C_{\text{HCl}} V_{\text{HCl}} &= C_{\text{ตัวอย่าง}} V_{\text{ตัวอย่าง}} \\
 \text{ดังนั้น } C_{\text{ตัวอย่าง}} &= (0.1032 \times 0.25) / 25 \\
 \text{สารละลาย 15\% Cat เข้มข้น} &= 0.0010 && \text{mol/L}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาตรของสารละลาย 20\% Cat} &= 25 && \text{ลบ.ซม.} \\
 \text{ปริมาตรเฉลี่ยของ HCl} &= 0.30 && \text{ลบ.ซม.} \\
 C_{\text{HCl}} V_{\text{HCl}} &= C_{\text{ตัวอย่าง}} V_{\text{ตัวอย่าง}} \\
 \text{ดังนั้น } C_{\text{ตัวอย่าง}} &= (0.1032 \times 0.30) / 25 \\
 \text{สารละลาย 20\% Cat เข้มข้น} &= 0.0012 && \text{mol/L}
 \end{aligned}$$