



การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 8
ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
วันอาทิตย์ที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2555

เวลา 08.30 – 13.30 น.

เฉลยข้อสอบภาคปฏิบัติ

เลขประจำตัวสอบ.....

การทดลองที่ 1 คุณภาพวิเคราะห์ (10 คะแนน)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบสารละลายที่ทราบชนิดไอออน (1 คะแนน)

สารละลายที่มีไอออนลบ เป็นไนเตรต	สารละลายที่มีไอออนบวกเป็นไอออนของโลหะหมู่ IA				
	Na ₂ SO ₄	Na ₂ CO ₃	NaCl	NaOH	 K ₂ CrO ₄
KNO ₃	—	—	—	—	—
Ba(NO ₃) ₂	+	+	—	+	+
AgNO ₃	—	+	+	+	+
Ca(NO ₃) ₂	—	+	—	+	—
 Pb(NO ₃) ₂	+	+	+	+	+

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบสารละลายตัวอย่าง (3 คะแนน)

สารละลายตัวอย่างที่ 1 รหัส

สารละลายตัวอย่างที่ 2 รหัส

สารละลาย ตัวอย่าง	Na ₂ SO ₄	Na ₂ CO ₃	NaCl	NaOH	 K ₂ CrO ₄	KNO ₃	Ba(NO ₃) ₂	AgNO ₃	Ca(NO ₃) ₂	 Pb(NO ₃) ₂
1	+	+	—	+	+	—	—	+	—	+
2	—	+	+	+	+	—	+	—	—	+

สรุปผลการทดสอบ (6 คะแนน)*

สารละลายตัวอย่างที่ 1

ไอออนบวก คือ

Ba²⁺

ไอออนลบ คือ

Cl[—]

สารละลายตัวอย่างที่ 2

ไอออนบวก คือ

Ag⁺

ไอออนลบ คือ

SO₄^{2—}

*คำตอบไอออนละ 1.5 คะแนน ตอบผิดหนึ่งไอออน –0.5 คะแนน หากไม่ตอบ 0 คะแนน

เลขประจำตัวสอบ.....

การทดลองที่ 2 การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วและสังกะสีในสารละลายตัวอย่าง (30 คะแนน)

สารละลายตัวอย่าง รหัส

ตอนที่ 1 การหาปริมาณตะกั่วโดยการไทเทรตแบบไอโอโดเมตรี

(11 คะแนน)

ผลการทดลอง (7 คะแนน)

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
สเกลบนบิวเรตก่อนไทเทรต (mL)				
สเกลบนบิวเรตที่จุดยุติ (mL)				
ปริมาตรของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้ (mL)				

จำนวนครั้งที่ไทเทรต	(1.0 คะแนน)	Precision	(1.5 คะแนน)	พิจารณาจาก Range
	คะแนน	Range		คะแนน
ไทเทรต 3 ครั้ง	1.0	≤ 0.10 mL		1.5
ไทเทรต 2 ครั้ง	0.5	0.11-0.15 mL		1.0
ไทเทรต 1 ครั้ง	0	0.16-0.20 mL		0.5
เลขนัยสำคัญ ถูกทุกที่	(0.5 คะแนน)	≥ 0.21 mL		0
คำตอบถูก	(1.0 คะแนน)	ความถูกต้อง	(3 คะแนน)	

ความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ = ...mol/L (พึงประกาศในห้องสอบ)

อัตราส่วนโดยโมลระหว่าง Pb^{2+} กับ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
=

1 : 3

(1.5 คะแนน)

สรุปผลการทดลอง

แสดงวิธีการคำนวณความเข้มข้นของ Pb^{2+} ในสารละลายตัวอย่าง (mol/L)

(2 คะแนน)

$\frac{\text{mol Pb}^{2+}}{\text{mol S}_2\text{O}_3^{2-}} = \frac{1}{3}$	
$C_{\text{Pb}^{2+}} = \frac{1}{3} \times C_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \frac{V \text{ (mL)}}{V_{\text{สารละลายตัวอย่าง}} \text{ (mL)}}$	(1.5 คะแนน)
แทนค่าถูกต้อง	(0.5 คะแนน)

ความเข้มข้นของ Pb^{2+} ในสารละลายตัวอย่าง =

mol/L

(0.5 คะแนน)

เลขประจำตัวสอบ.....

ตอบเลขนัยสำคัญ 4 ตัว **ตอบเลขนัยสำคัญผิด -0.25 คะแนน**

ตอนที่ 2 การหาปริมาณตะกั่วและสังกะสีในสารละลายตัวอย่างโดยการไทเทรตแบบย้อนกลับ (13 คะแนน)

ความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย EDTA = ...mol/L (พึงประกาศในห้องสอบ)

ความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย CaCO_3 = ...mol/L (พึงประกาศในห้องสอบ)

ผลการทดลอง (7 คะแนน)

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
สเกลบนบิวเรตก่อนไทเทรต (mL)				
สเกลบนบิวเรตที่จุดยุติ (mL)				
ปริมาตรของสารละลาย CaCO_3 ที่ใช้ (mL)				

จำนวนครั้งที่ไทเทรต	(1.0 คะแนน)	Precision	(1.5 คะแนน)	พิจารณาจาก Range
	คะแนน	Range		คะแนน
ไทเทรต 3 ครั้ง	1.0	≤ 0.05 mL		1.5
ไทเทรต 2 ครั้ง	0.5	0.06-0.10 mL		1.0
ไทเทรต 1 ครั้ง	0	0.11-0.15 mL		0.5
เลขนัยสำคัญ ถูกทุกที่	(0.5 คะแนน)	≥ 0.16 mL		0
คำตอบถูก	(1.0 คะแนน)	ความถูกต้อง	(3 คะแนน)	

เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการไทเทรตสารละลายตัวอย่างกับสารละลาย CaCO_3 จนถึงจุดยุติ (2 คะแนน)

Back titration	
$\text{H}_2\text{Y}^{2-}(\text{aq}) + \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaY}^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq})$	(1 คะแนน)
$\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{HIn}^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaIn}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$	(1 คะแนน)
Blue Red	

เลขประจำตัวสอบ.....

สรุปผลการทดลอง

แสดงวิธีการคำนวณหาความเข้มข้นรวมของ Pb^{2+} และ Zn^{2+} ในสารละลายตัวอย่าง (mol/L) (2 คะแนน)

$$\begin{aligned} \text{mol EDTA ที่เติมเกินพอ} &= C_{\text{EDTA}} (\text{mol/L}) \times V_{\text{EDTA}} (\text{L}) & (0.5 \text{ คะแนน}) \\ \text{mol EDTA ที่เหลือ} = \text{mol Ca}^{2+} &= C_{\text{Ca}^{2+}} (\text{mol/L}) \times V_{\text{Ca}^{2+}} (\text{L}) & (0.5 \text{ คะแนน}) \\ \text{mol รวมของ Pb}^{2+} \text{ และ Zn}^{2+} &= \text{mol EDTA ที่เติมเกินพอ} - \text{mol EDTA ที่เหลือ} & (0.5 \text{ คะแนน}) \\ C_{\text{Pb}^{2+} \& \text{Zn}^{2+}} &= \frac{\text{mol รวมของ Pb}^{2+} \text{ และ Zn}^{2+}}{V_{\text{สารละลายตัวอย่าง}} (\text{L})} & (0.5 \text{ คะแนน}) \end{aligned}$$

หรือคำนวณจากปริมาตรของสารละลาย

$$\begin{aligned} V_{\text{EDTA ที่ทำปฏิกิริยากับ Pb}^{2+} \& \text{Zn}^{2+}} (\text{L}) &= V_{\text{EDTA ที่เติมเกินพอ}} (\text{L}) - V_{\text{EDTA ที่ทำปฏิกิริยากับ Ca}^{2+}} (\text{L}) & (0.5 \text{ คะแนน}) \\ &= V_{\text{EDTA ที่เติมเกินพอ}} (\text{L}) - \frac{C_{\text{Ca}^{2+}} (\text{mol/L}) \times V_{\text{Ca}^{2+}} (\text{L})}{C_{\text{EDTA}} (\text{mol/L})} & (0.5 \text{ คะแนน}) \\ \text{mol รวมของ Pb}^{2+} \text{ และ Zn}^{2+} &= \text{mol}_{\text{EDTA ที่ทำปฏิกิริยากับ Pb}^{2+} \& \text{Zn}^{2+}} & (0.5 \text{ คะแนน}) \\ &= \frac{C_{\text{EDTA}} (\text{mol/L}) \times V_{\text{EDTA ที่ทำปฏิกิริยากับ Pb}^{2+} \& \text{Zn}^{2+}} (\text{L})}{V_{\text{สารละลายตัวอย่าง}} (\text{L})} & (0.5 \text{ คะแนน}) \end{aligned}$$

ความเข้มข้นรวมของ Pb^{2+} และ Zn^{2+} = mol/L (0.5 คะแนน)
 ตอบเลขนัยสำคัญ 4 ตัว ตอบเลขนัยสำคัญผิด -0.25 คะแนน

แสดงวิธีการคำนวณหาความเข้มข้นของ Zn^{2+} ในสารละลายตัวอย่าง (mol/L) (1 คะแนน)

$$C_{\text{Zn}^{2+}} = C_{\text{Pb}^{2+} \& \text{Zn}^{2+}} - C_{\text{Pb}^{2+}}$$

ความเข้มข้นของ Zn^{2+} ในสารละลายตัวอย่าง = mol/L (0.5 คะแนน)
 ตอบเลขนัยสำคัญ 4 ตัว ตอบเลขนัยสำคัญผิด -0.25 คะแนน

เลขประจำตัวสอบ.....

คำถามท้ายการทดลอง (6 คะแนน)

1. ถ้าไม่ล้างตะกอน และมี
- K_2CrO_4
- เหลืออยู่ จะทำให้ค่าของ
- Pb^{2+}

☒ มากกว่า☐ น้อยกว่า☐ เท่ากัน

(0.25 คะแนน)

เหตุผลเพราะ

K_2CrO_4 ที่เหลืออยู่จะทำให้เกิด $H_2Cr_2O_7$ ซึ่งเมื่ออยู่ในสารละลาย KI จะเกิดไอโอดีนในปริมาณมากกว่าความเป็นจริง เมื่อไทเทรตกับสารละลาย $Na_2S_2O_3$ จะทำให้ใช้ปริมาตรของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ มาก ส่งผลให้ค่าของ Pb^{2+} ที่คำนวณได้สูงกว่าความเป็นจริง

(0.75 คะแนน)

2. ในระหว่างการละลายตะกอนของ
- $PbCrO_4$
- ด้วยกรด HCl

สูตรเคมีของตะกอนที่เกิดขึ้น คือ



(1 คะแนน)

ตะกอนนี้มีผลต่อการหาปริมาณ Pb^{2+} โดยได้ ☐ มากกว่า ☐ น้อยกว่า ☒ เท่ากัน

(0.25 คะแนน)

เหตุผล

เนื่องจากการหาปริมาณ Pb^{2+} ได้จากการไทเทรตไอโอดีนซึ่งได้จากปฏิกิริยาของ $H_2Cr_2O_7$ ไม่ใช่จาก Pb^{2+} โดยตรง

(1 คะแนน)

3. สีเขียวในสารละลายหลังการไทเทรตเป็นสีของ



(1 คะแนน)

4. ก่อนการไทเทรต ไอโอดีนจะอยู่ในรูปของ



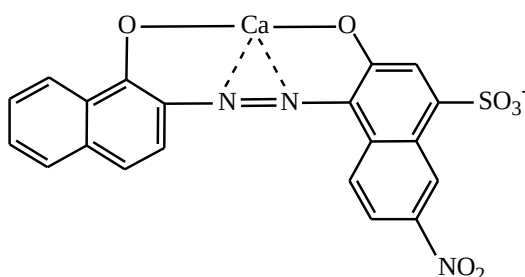
(0.25 คะแนน)

ซึ่งจะเกิดขึ้นได้เมื่อ

ไอโอดีนอยู่ในสารละลาย KI ที่มากเกินไป

(0.5 คะแนน)

5. โครงสร้างของสารสีแดง



(1 คะแนน)

เลขประจำตัวสอบ.....

เกณฑ์ความถูกต้อง (3 คะแนน)

ตอนที่ 1 การหาปริมาณตะกั่ว	
ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง (N = 90) 15.09 mL	
คะแนน	ปริมาตร $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)
0	> 15.59
0.5	15.50 – 15.59
1.0	15.40 – 15.49
1.5	15.30 – 15.39
2.0	15.25 – 15.29
2.5	15.20 – 15.24
3.0	14.99 – 15.19
2.5	14.94 – 14.98
2.0	14.84 – 14.93
1.5	14.79 – 14.83
1.0	14.69 – 14.78
0.5	14.59 – 14.68
0	< 14.59

ตอนที่ 2 การหาปริมาณตะกั่วและสังกะสี	
ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง (N = 90) 11.98 mL	
คะแนน	ปริมาตร CaCO_3 (mL)
0	> 12.28
0.5	12.19 – 12.28
1.0	12.14 – 12.18
1.5	12.10 – 12.13
2.0	12.07 – 12.09
2.5	12.04 – 12.06
3.0	11.93 – 12.03
2.5	11.90 – 11.92
2.0	11.87 – 11.89
1.5	11.83 – 11.86
1.0	11.78 – 11.82
0.5	11.68 – 11.77
0	< 11.68

เลขประจำตัวสอบ.....