



การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 10
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

29 เมษายน 2557

เวลา 8:30 – 13:30 น.

เฉลยข้อสอบภาคทฤษฎี

ศูนย์ สอวน.

เลขประจำตัวสอบ.....

เฉลยโจทย์ข้อที่ 1 (13 คะแนน)

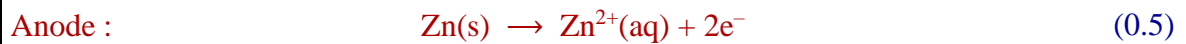
1.1 (3.5 คะแนน)

ปริมาณของ Zn^{2+} ในน้ำเสีย = 428 mg/L (0.5 คะแนน)

ตอบเป็นเลขจำนวนเต็ม

วิธีคำนวณ (3 คะแนน)

สมการที่เกิดขึ้น



จากสมการของ Nernst (0.5)

$$E_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cell}} - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

หรือ $E_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cell}} - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Zn}^{2+}_{\text{anode}}]}{[\text{Zn}^{2+}_{\text{cathode}}]}$

แทนค่า (0.5)

$$0.065 = 0 - \frac{(8.314 \text{ J/K}\cdot\text{mol})(273 + 27 \text{ K})}{(2 \text{ mol e}^-)(96,500 \text{ J/V}\cdot\text{mol e}^-)} \times \ln \frac{[\text{Zn}^{2+}_{\text{anode}}]}{1.0 \text{ mol/L}}$$

$$0.065 = -\frac{0.025847}{2 \text{ V}} \times 2.303 \log \frac{[\text{Zn}^{2+}_{\text{anode}}]}{1.0 \text{ mol/L}}$$

$$0.065 = -\frac{0.05952}{2 \text{ V}} \log \frac{[\text{Zn}^{2+}_{\text{anode}}]}{1.0 \text{ mol/L}}$$

$$0.065 = -0.02976 \{ \log [\text{Zn}^{2+}_{\text{anode}}] - \log (1.0) \}$$

$$0.065 = -0.02976 \{ \log [\text{Zn}^{2+}_{\text{anode}}] - 0 \}$$

$$\log [\text{Zn}^{2+}_{\text{anode}}] = -\frac{0.065}{0.02976} = -2.1841$$

$$[\text{Zn}^{2+}_{\text{anode}}] = 6.5443 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \quad (0.5)$$

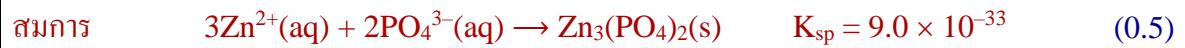
$$= (6.5443 \times 10^{-3} \text{ mol/L}) \times (65.4 \text{ g/mol}) = 0.427994 \text{ g/L} \quad (0.5)$$

$$= 428 \text{ mg/L}$$

1.2 (9.5 คะแนน)**1.2.1 (2 คะแนน)**

จะต้องใช้เกลือโซเดียมฟอสเฟต = 60 kg/วัน (0.5 คะแนน)
ตอบเป็นเลขจำนวนเต็ม

วิธีคำนวณ (1.5 คะแนน)



จำนวนโมลของ Zn = $\frac{400 \text{ mg Zn}}{1 \text{ L}} \times \frac{90 \text{ m}^3}{1 \text{ day}} \times \frac{10^3 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1 \text{ g Zn}}{10^3 \text{ mg Zn}} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65.4 \text{ g Zn}}$ (0.5)
= 550.46 mol/day

ปริมาณ Na_3PO_4 ที่ใช้

= $\frac{550.46 \text{ mol Zn}}{1 \text{ day}} \times \frac{2 \text{ mol PO}_4^{3-}}{3 \text{ mol Zn}} \times \frac{1 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4}{1 \text{ mol PO}_4^{3-}} \times \frac{164.0 \text{ g Na}_3\text{PO}_4}{1 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}$ (0.5)
= 60.18 kg/day

1.2.2 (1.5 คะแนน)

เลือกใช้สารละลายของลิแกนด์ X (0.5 คะแนน)

เหตุผลหรือวิธีคิด (1 คะแนน)

อัตราส่วนโดยโมลของ Zn : X, Zn : Y, Zn : Z คือ 2 : 1, 1 : 1, 1 : 1

โจทย์กำหนดความเข้มข้นและประสิทธิภาพการสกัดของสารละลายทั้ง 3 ชนิดเท่ากัน ดังนั้นควรเลือกสารละลาย X เนื่องจากอัตราส่วน Zn/ligand สูงสุด ด้วยจำนวนโมลของลิแกนด์ที่เท่ากัน สารละลาย X สามารถสกัด Zn ได้ปริมาณมากที่สุด

1.2.3 (1.5 คะแนน)

ปริมาณไฟฟ้า = 1.0×10^8 คุลอมป์/วัน (0.5 คะแนน)
ตอบในรูป $x.x \times 10^x$

วิธีคำนวณ (1 คะแนน)



$C = \frac{(400-5) \text{ mg Zn}}{1 \text{ L}} \times \frac{90 \text{ m}^3}{1 \text{ day}} \times \frac{10^3 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1 \text{ g Zn}}{10^3 \text{ mg Zn}} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65.4 \text{ g Zn}} \times \frac{2 \text{ mol e}^-}{1 \text{ mol Zn}} \times \frac{96500 \text{ C}}{1 \text{ mol e}^-}$ (0.5)
= 1.0491×10^8 Coulomb/day

1.2.4 (1.5 คะแนน)

น้ำหนักของเรซิน = 1,001 kg/วัน (0.5 คะแนน)

ตอบเป็นเลขจำนวนเต็ม

วิธีคำนวณ (1 คะแนน)



$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักของเรซิน} &= \frac{550.46 \text{ mol Zn}}{1 \text{ day}} \times \frac{2 \text{ mol H}^+}{1 \text{ mol Zn}} \times \frac{1 \text{ g resin}}{1.1 \text{ mmol H}^+} \times \frac{1 \text{ mmol}}{10^{-3} \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \\ &= 1,000.83 \text{ kg/day} \end{aligned} \quad (0.5)$$

1.2.5 (3 คะแนน)

วิธีการบำบัดน้ำเสียที่ประหยัดที่สุด คือ วิธีตกตะกอนเป็น zinc phosphate (0.5 คะแนน)

วิธีคำนวณ (2.5 คะแนน)

วิธีตกตะกอนเป็น zinc phosphate (0.5)

$$\text{ราคาโซเดียมฟอสเฟต} = \frac{60 \text{ kg}}{1 \text{ day}} \times \frac{500 \text{ Baht}}{25 \text{ kg}} = 1,200 \text{ บาท/วัน}$$

วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย

สูตรโมเลกุลของ X คือ $\text{C}_{18}\text{H}_{22}\text{O}_4\text{N}_4\text{S}_4$ มวลโมเลกุล = 486.4 g/mol

$$\text{ปริมาณ X} = \frac{550.46 \text{ mol Zn}}{1 \text{ day}} \times \frac{1 \text{ mol X}}{2 \text{ mol Zn}} \times \frac{486.4 \text{ g X}}{1 \text{ mol X}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 133.87 \text{ kg/day} \quad (0.5)$$

$$\text{ราคา X} = \frac{133.87 \text{ kg}}{1 \text{ day}} \times \frac{1,000 \text{ Baht}}{5 \text{ kg}} = 26,774 \text{ บาท/วัน} \quad (0.5)$$

(ไม่ต้องคิดราคาตัวทำละลายอินทรีย์ ราคาที่สูงกว่าวิธีตกตะกอนฟอสเฟต)

วิธีอิเล็กโทรลิซิส

$$\text{ค่าไฟฟ้า} = \frac{1.0491 \times 10^8 \text{ C}}{1 \text{ day}} \times \frac{3 \text{ Baht}}{10,000 \text{ C}} = 31,473 \text{ บาท/วัน} \quad (0.5)$$

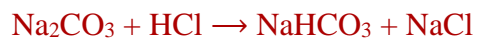
วิธีแลกเปลี่ยนไอออน

$$\text{ราคาเรซิน} = \frac{1,001 \text{ kg}}{1 \text{ day}} \times \frac{5,000 \text{ Baht}}{25 \text{ kg}} \times \frac{1}{50 \text{ times}} = 4,003 \text{ บาท/วัน} \quad (0.5)$$

เฉลยโจทย์ข้อที่ 2 (11 คะแนน)

2.1 สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาการไทเทรตเมื่อใช้ฟีนอล์ฟทาเลอินเป็นอินดิเคเตอร์

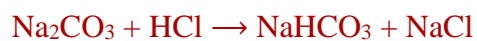
(1 คะแนน)



(ตอบถูกต้องทั้ง 2 สมการจึงได้คะแนน)

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาการไทเทรตเมื่อใช้โบรโมคริสซอลกรีนเป็นอินดิเคเตอร์

(1 คะแนน)

(ตอบถูกต้องทั้ง 3 สมการจึงได้คะแนน ในกรณี CO_2 ไม่ระบุสถานะ (g) ก็ได้)

2.2

ร้อยละโดยมวลของ NaOH =

11.79

(0.5 คะแนน)

ร้อยละโดยมวลของ Na_2CO_3 =

88.21

(0.5 คะแนน)

ร้อยละโดยมวลของ NaHCO_3 =

ไม่มี หรือ 0

(0.5 คะแนน)

ตอบเลขนัยสำคัญ 4 ตัว

วิธีคำนวณ (3.5 คะแนน)

เนื่องจากปริมาตร HCl ที่จุดยุติกรณีใช้โบรโมครีซอลกรีนเป็นอินดิเคเตอร์น้อยกว่า $2 \times 16.25 \text{ mL}$ แสดงว่าของแข็งตัวอย่างมี $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$ (ไม่มี NaHCO_3 เพราะ NaHCO_3 จะทำปฏิกิริยากับ NaOH)

$$\text{โมลเบสทั้งหมด} = \text{mol NaOH} + \text{mol Na}_2\text{CO}_3 = \text{mol HCl} \quad (0.5)$$

สมมติให้ $\text{mol NaOH} = X$ และ $\text{mol Na}_2\text{CO}_3 = Y$

$$\text{เมื่อใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์: } \text{mol NaOH} + \text{mol Na}_2\text{CO}_3 = X + Y \quad (0.25)$$

$$\text{mol HCl} = \frac{16.25 \text{ mL HCl soln}}{25.00 \text{ mL sample}} \times \frac{0.1665 \text{ mol HCl}}{1000 \text{ mL HCl soln}} \times \frac{1 \text{ mol base}}{1 \text{ mol HCl}} \quad (0.25)$$

$$= 1.082 \times 10^{-4} \text{ mol/mL} \quad (0.25)$$

$$1.082 \times 10^{-4} = X + Y \text{ หรือ } X = 1.082 \times 10^{-4} - Y \quad [1]$$

$$\text{เมื่อใช้โบรโมครีซอลกรีนเป็นอินดิเคเตอร์: } \text{mol NaOH} + \text{mol Na}_2\text{CO}_3 = X + 2Y \quad (0.25)$$

$$\text{mol HCl} = \frac{28.25 \text{ mL HCl soln}}{25.00 \text{ mL sample}} \times \frac{0.1665 \text{ mol HCl}}{1000 \text{ mL HCl soln}} \times \frac{1 \text{ mol base}}{1 \text{ mol HCl}} \quad (0.25)$$

$$= 1.881 \times 10^{-4} \text{ mol/mL} \quad (0.25)$$

$$1.881 \times 10^{-4} = X + 2Y \text{ หรือ } X = 1.881 \times 10^{-4} - 2Y \quad [2]$$

สมการ [1] = สมการ [2] แก้สมการเพื่อหาค่า X และ Y

$$Y = (1.881 - 1.082) \times 10^{-4} = 0.799 \times 10^{-4} \text{ mol/mL} \quad (0.5)$$

$$\text{และ } X = (1.082 - 0.799) \times 10^{-4} = 0.283 \times 10^{-4} \text{ mol/mL} \quad (0.5)$$

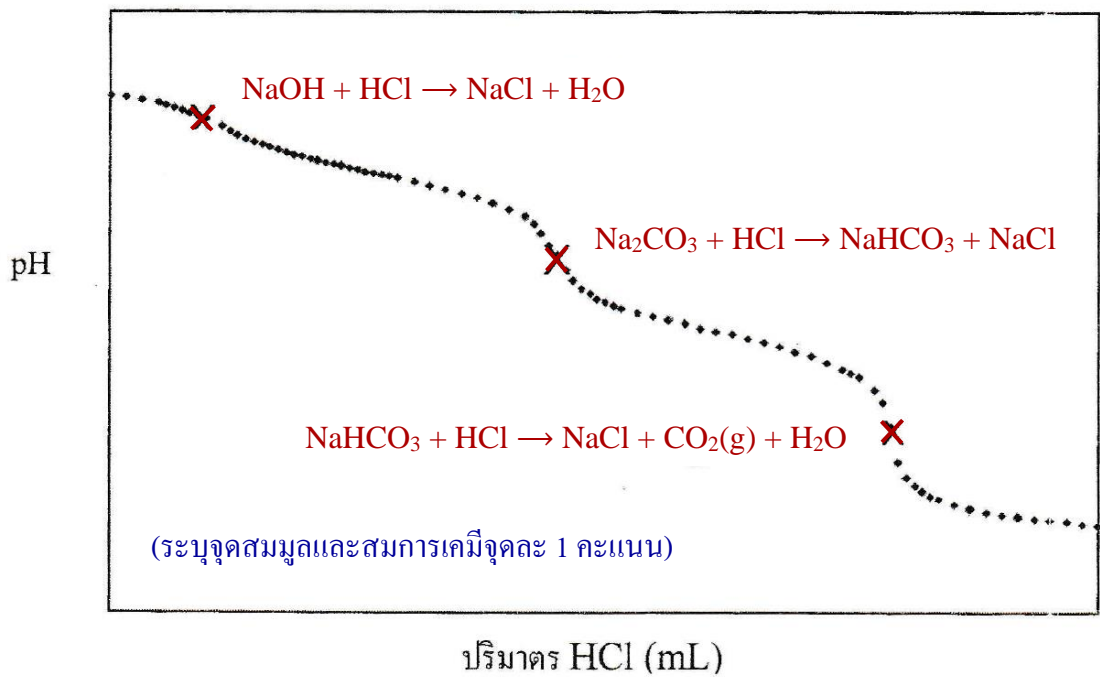
$$\% \text{ NaOH} = \frac{0.283 \times 10^{-4} \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mL sample}} \times \frac{40.0 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} \times \frac{100.00 \text{ mL sample}}{0.9601 \text{ g sample}} \times 100 \quad (0.25)$$

$$= 11.79 \%$$

$$\% \text{ Na}_2\text{CO}_3 = \frac{0.799 \times 10^{-4} \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mL sample}} \times \frac{106.0 \text{ g Na}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} \times \frac{100.00 \text{ mL sample}}{0.9601 \text{ g sample}} \times 100 \quad (0.25)$$

$$= 88.21 \%$$

- 2.3 (3 คะแนน) ทำเครื่องหมาย x ในกราฟเพื่อระบุจุดสมมูลทุกจุด และเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาการไทเทรตที่แต่ละจุดสมมูล



- 2.4 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลาย NaOH = 11.2 % (1 คะแนน)
- ตอบเลขนัยสำคัญ 3 ตัว

วิธีคำนวณ (นักเรียนไม่ต้องแสดงวิธีคำนวณ)



คำนวณโมล OH^- ที่ทำปฏิกิริยากับ CO_2 ดังนี้

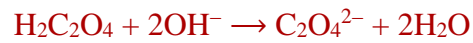
$$\text{mol OH}^- = 0.330 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44.0 \text{ g CO}_2} \times \frac{2 \text{ mol OH}^-}{1 \text{ mol CO}_2} = 0.0150 \text{ mol}$$

$$\text{การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลาย NaOH} = \frac{0.0150}{0.134} \times 100 = 11.2 \%$$

โจทย์ข้อที่ 3 (11 คะแนน)

3.1 (4 คะแนน)

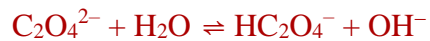
3.1.1 สมการไอออนิกที่ดุลแล้วของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคือ (0.5 คะแนน)



3.1.2 เมื่อเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ สารละลายผสมก่อนเข้าสู่ภาวะสมดุลมีความเข้มข้นของสาร/ไอออนดังนี้ (1 คะแนน)

ความเข้มข้นของ NaOH	=	0	mol/L
ความเข้มข้นของ H ₂ C ₂ O ₄	=	0	mol/L
ความเข้มข้นของ HC ₂ O ₄ ⁻	=	0	mol/L
ความเข้มข้นของ C ₂ O ₄ ²⁻	=	0.025	mol/L

3.1.3 เมื่อสารละลายผสมเข้าสู่ภาวะสมดุล สมการของปฏิกิริยาเป็นดังนี้ (1 คะแนน)



สารละลายผสมที่ภาวะสมดุลมีความเข้มข้นของไอออนและค่า pH ดังนี้

$$[\text{OH}^-] = 2.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L} \quad (1 \text{ คะแนน})$$

$$\text{pH} = 8.30 \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

ตอบเลขนัยสำคัญ 2 ตัว

3.1.2 วิธีคำนวณ (นักเรียนไม่ต้องแสดงวิธีคำนวณ)

$$\text{mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 25.00 \text{ mL H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \times \frac{0.050 \text{ mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{1000 \text{ mL H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = 0.00125 \text{ mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4$$

$$\text{mol NaOH} = 25.00 \text{ mL NaOH} \times \frac{0.100 \text{ mol NaOH}}{1000 \text{ mL NaOH}} = 0.00250 \text{ mol NaOH}$$

NaOH และ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ทำปฏิกิริยากันหมดพอดี เกิด $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$

ความเข้มข้นของ NaOH = 0 mol/L

ความเข้มข้นของ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ = 0 mol/L

ความเข้มข้นของ HC_2O_4^- = 0 mol/L

$$\begin{aligned} \text{ความเข้มข้นของ } \text{C}_2\text{O}_4^{2-} &= 25.00 \text{ mL H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ soln} \times \frac{0.050 \text{ mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{1000 \text{ mL H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ soln}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{1 \text{ mol C}_2\text{O}_4^{2-}} \\ &\times \frac{1}{50.00 \text{ mL soln}} \times \frac{1000 \text{ mL soln}}{1 \text{ L soln}} = 0.025 \text{ mol/L C}_2\text{O}_4^{2-} \end{aligned}$$

3.1.3 วิธีคำนวณ (นักเรียนไม่ต้องแสดงวิธีคำนวณ)

$$\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{OH}^- \quad K_{b1} = \frac{[\text{HC}_2\text{O}_4^-][\text{OH}^-]}{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]} = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{6.4 \times 10^{-5}} = 1.6 \times 10^{-10}$$

$$\text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{OH}^- \quad K_{b2} = \frac{K_w}{K_{a2}} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{5.9 \times 10^{-2}} = 1.7 \times 10^{-13}$$

K_{b2} มีค่าน้อยกว่า K_{b1} มาก ถือว่าปฏิกิริยาขั้นที่ 2 ของ $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ตัดทิ้งได้

$$K_{b1} = \frac{(x)(x)}{0.025 - x} = 1.6 \times 10^{-10}$$

K_{b1} มีค่าน้อย ดังนั้น x น้อยกว่า 0.025 มาก นั่นคือ $(0.025 - x) \approx 0.025$

$$[\text{OH}^-] = x = \sqrt{0.025 \times 1.6 \times 10^{-10}} = 2.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (2.0 \times 10^{-6}) = 5.70$$

$$\text{pH} = 14.00 - \text{pOH} = 14.00 - 5.70 = 8.30$$

3.2 (2 คะแนน)

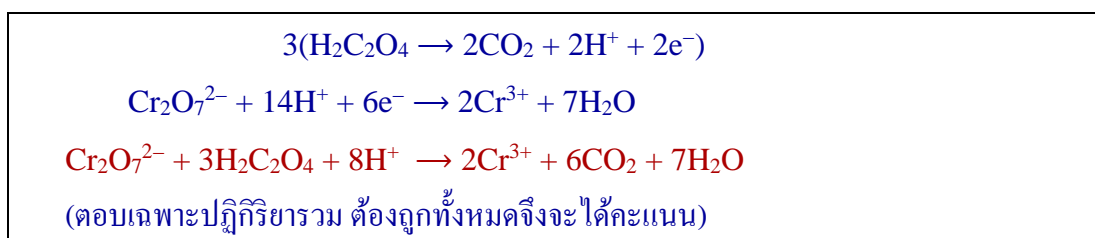
3.2.1 สมการที่ดุลแล้วของปฏิกิริยาการแยกสารละลาย $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ด้วยกระแสไฟฟ้าคือ (1.5 คะแนน)

ขั้วลบ :	$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$	$(E^\circ = 0.00 \text{ V})$
ขั้วบวก :	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g/aq}) + 2\text{e}^-$	$(E^\circ = -0.49 \text{ V})$
ปฏิกิริยารวม :	$2\text{H}^+(\text{aq}) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{CO}_2(\text{g})$	$(E^\circ_{\text{cell}} = -0.49 \text{ V})$

3.2.2 ศักย์ไฟฟ้าต่ำสุดที่ใช้แยกสารละลาย $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ = 0.49 V (0.5 คะแนน)

3.3 (2.5 คะแนน)

3.3.1 สมการที่ดุลแล้วของปฏิกิริยาการไทเทรตคือ (1 คะแนน)

3.3.2 ร้อยละโดยมวลของ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ในไบเซพลู = 1.13 (0.5 คะแนน)

ตอบเลขนัยสำคัญ 3 ตัว

วิธีคำนวณ (1 คะแนน)

$$\text{ปริมาณ } \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 20.50 \text{ mL } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \frac{0.0102 \text{ mol } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{1000 \text{ mL } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{3 \text{ mol } \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{1 \text{ mol } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \quad (0.5)$$

$$\times \frac{90.0 \text{ g } \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} \times \frac{100 \text{ g sample}}{5.001 \text{ g sample}} \quad (0.5)$$

$$= 1.13 \%$$

3.4 (2.5 คะแนน)

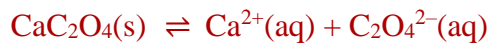
ความเข้มข้นของ $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ในปัสสาวะ = 4.2×10^{-3} mg/100 mL (0.5 คะแนน)

ตอบเลขนัยสำคัญ 2 ตัว

วิธีคำนวณ (2 คะแนน)

$$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{19.5 \text{ mg Ca}^{2+}}{100 \text{ mL urine}} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ mol Ca}^{2+}}{40.0 \text{ g Ca}^{2+}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}}$$

$$= 4.875 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \quad (0.5)$$



$$[\text{Ca}^{2+}][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = K_{\text{sp}} = 2.3 \times 10^{-9} \quad (0.5)$$

$$(4.875 \times 10^{-3})[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = 2.3 \times 10^{-9}$$

$$[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = 4.72 \times 10^{-7} \text{ mol/L} \quad (0.5)$$

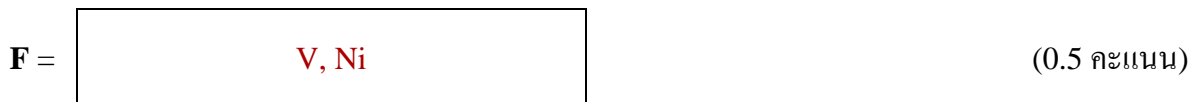
$$= \frac{4.72 \times 10^{-7} \text{ mol C}_2\text{O}_4^{2-}}{1000 \text{ mL urine}} \times \frac{88.0 \text{ g C}_2\text{O}_4^{2-}}{1 \text{ mol C}_2\text{O}_4^{2-}} \quad (0.25)$$

$$\times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \times 100 \text{ mL urine} \quad (0.25)$$

$$= 4.15 \times 10^{-3} \text{ mg/100 mL}$$

เฉลยโจทย์ข้อที่ 4 (10 คะแนน)

4.1 (3 คะแนน) สัญลักษณ์ธาตุที่แท้จริงของ A-F เป็นดังนี้



4.2 (2 คะแนน) ไดมอร์ของสารประกอบที่เกิดจาก A และ E คือ

สูตรโมเลกุล

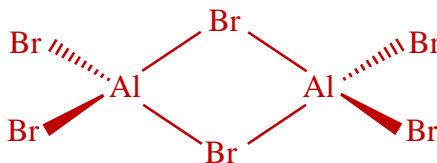


ชื่อ

dialuminium hexabromide หรือ
aluminium bromide

(0.5 คะแนน)

รูปโครงสร้าง 3 มิติ



(1 คะแนน)

สมบัติเป็น



กรด



กลาง

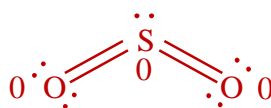


เบส

(0.5 คะแนน)

4.3 (2 คะแนน) โครงสร้างแบบจุดของ DO_x โดยแสดงรูปร่างและระบุประจุฟอร์มัลบนทุกอะตอม

โครงสร้างที่มีข้อ

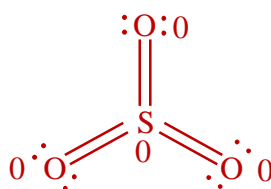


(1 คะแนน)

ไม่ใส่พันธะคู่ หัก 0.5 คะแนน

ไม่ระบุประจุฟอร์มัล หัก 0.25 คะแนน

โครงสร้างที่ไม่มีขั้ว



(1 คะแนน)

ไม่ใส่พันธะคู่ หัก 0.5 คะแนน
ไม่ระบุประจุฟอร์มัล หัก 0.25 คะแนน

4.4 (1 คะแนน) ปฏิกริยาการเกิดสารประกอบฟลูออไรด์ของ C เป็นลำดับขั้น

ปฏิกิริยา



(ไม่ต้องระบุสถานะก็ได้)

(1 คะแนน)

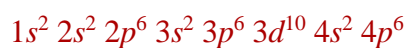
4.5 (1 คะแนน) ไอออนของธาตุที่มีโครงสร้างอิเล็กตรอนเหมือนกัน

ไอออนที่เป็น isoelectronic กัน คือ



(0.5 คะแนน)

โครงสร้างอิเล็กตรอนแบบเต็ม



(0.5 คะแนน)

4.6 (1 คะแนน) เรียงลำดับค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีจากน้อยไปมากของธาตุ A-E

ลำดับค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี



(1 คะแนน)

วิธีคิด

A-F : $n + l + m_l$ of last electron filled = 5

A-E are main group elements IA – VIIIA from different groups (A omitted for clarity sake)

	<i>possibility</i>	<i>deduction</i>
A₂C – linear	XY₂ : VII-II-VII	A = gr VII
	XY₂E₃ : VII-VIII-VII	C = gr II or VIII
BD – ionic compound	I-VII (ruled out because A = gr VII)	B & D = gr II or VI
	II-VI	
A₂D - bent	XY₂E (ruled out, if A = gr VII, D would be gr IV))	D = gr VI
	XY₂E : VII-VI-VII	
from D = gr VI		B = gr II
from B = gr II		C = gr VIII
EO_x is amphoteric E has an odd oxidation number	E = gr III or V (not gr VII (already used) or I) with quantum n° info, E could be Al or Sb Al ₂ O ₃ is known to have elevated mp (2,072 °C) fyi: Sb ₂ O ₃ 's mp = 656 °C	E = gr III

Find out elements:

A = gr VII	$(l + m_l) = 1,$	$n = 4,$	\therefore A = Br
B = gr II	$(l + m_l) = 0,$	$n = 5,$	\therefore B = Sr
C = gr VIII	$(l + m_l) = 0,$	$n = 5,$	\therefore C = Xe
D = gr VI	$(l + m_l) = 2,$	$n = 3,$	\therefore D = S
E = gr III	$(l + m_l) = 2,$	$n = 3,$	\therefore E = Al (Al ₂ O ₃ has elevated mp, 2,072 °C)

F is transition metal, last electron is in *nd* orbital ($l = 2, n = 3-5$)

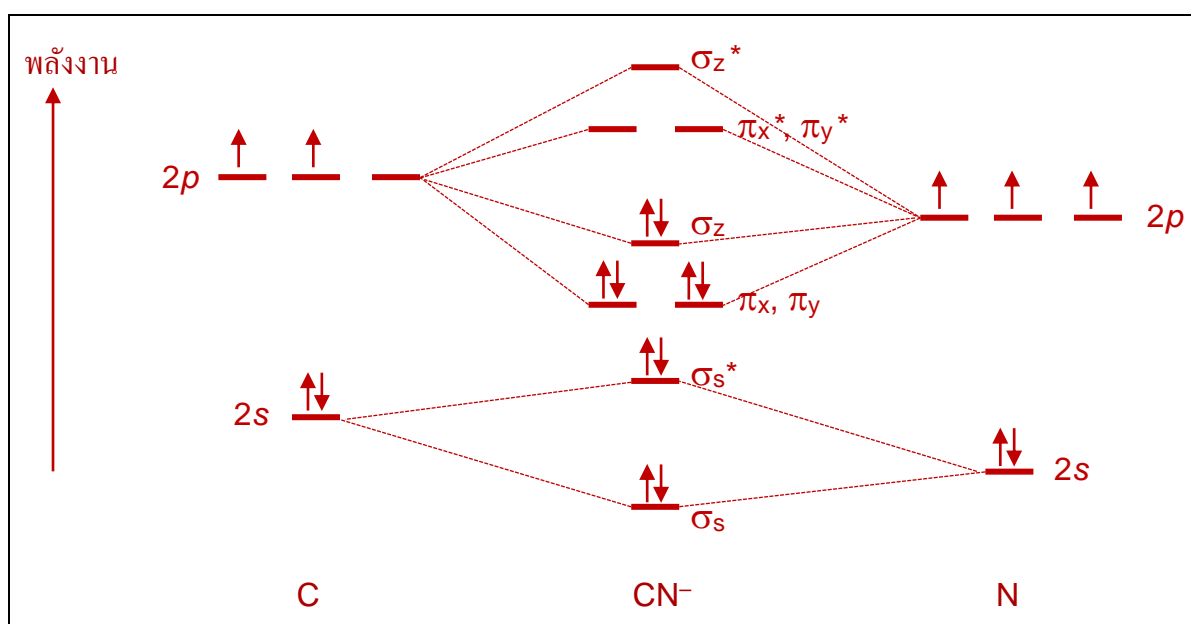
- 1st row txn $n = 3, (n + l) = 5, m_l = 0$, could be V or Ni (spin up or spin down).
- 2nd row txn $n = 4, (n + l) = 6, m_l = -1$, impossible because the half-filled or filled is preferred.

เฉลยโจทย์ข้อที่ 5 (10.5 คะแนน)

5.1 (7.5 คะแนน)

5.1.1 (1.5 คะแนน) สมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

ครึ่งสมการออกซิเดชัน	$\text{Au} + 2\text{CN}^- \rightarrow [\text{Au}(\text{CN})_2]^- + \text{e}^-$	(0.5 คะแนน)
ครึ่งสมการรีดักชัน	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$	(0.5 คะแนน)
สมการรวม	$4\text{Au} + 8\text{CN}^- + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4[\text{Au}(\text{CN})_2]^- + 4\text{OH}^-$	(0.5 คะแนน)

5.1.2 (3 คะแนน) แผนผังระดับพลังงานของออร์บิทัลโมเลกุลของ CN^- พร้อมทั้งบรรจุอิเล็กตรอน (แสดงเฉพาะเวเลนซ์ออร์บิทัล)

5.1.3 (3 คะแนน)

(1) เลือกคำตอบโดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ☐ความยาวพันธะของ a และ b ☒ a > b ☐ a = b ☐ a < b (0.5 คะแนน)ความยาวพันธะของ c และ d ☐ c > d ☐ c = d ☒ c < d (0.5 คะแนน)

ผลการเปรียบเทียบความยาวพันธะระหว่างคู่ a-b และ c-d (0.5 คะแนน)

☐ เป็นไปในทิศทางเดียวกัน☒ เป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม

คำอธิบาย

เมื่ออันดับพันธะมากขึ้น ความยาวพันธะลดลง
 $\text{CN} = 2.5$, $\text{CN}^- = 3$, $\text{Cl}_2 = 1$, $\text{Cl}_2^- = 0.5$

(1 คะแนน)

- (2) ไอออนหรือโมเลกุลที่เป็น paramagnetic

CN และ Cl_2^-
(เพราะมีอิเล็กตรอนเดี่ยว CN มี 1 อิเล็กตรอนใน σ_z และ Cl_2^- มี 1 อิเล็กตรอนใน π^*)

(0.5 คะแนน)

5.2 (3 คะแนน)

- 5.2.1 ชื่อ IUPAC ของสารประกอบเชิงซ้อน

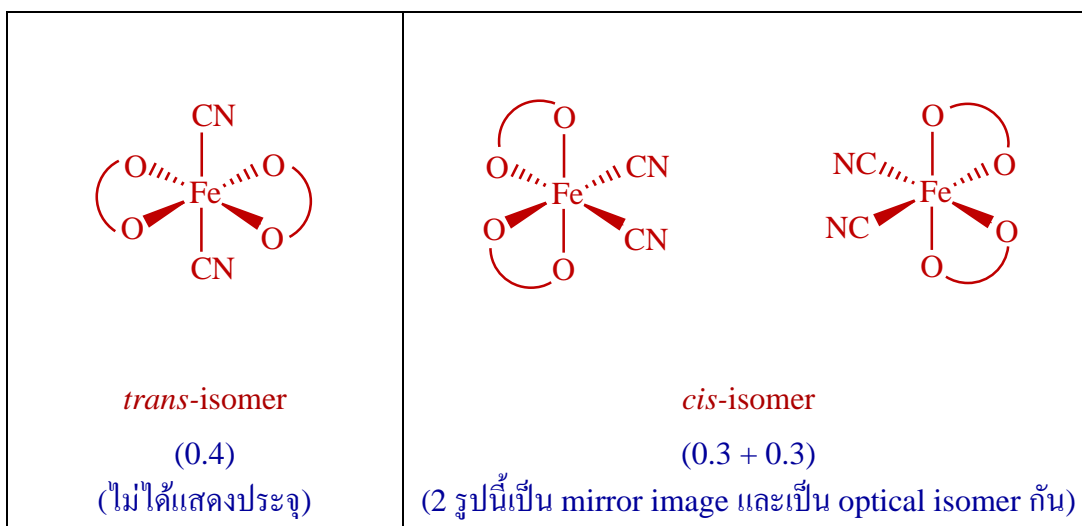
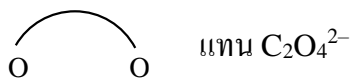
Potassium dicyanodioxalatoferrate(III)



(1 คะแนน)

- 5.2.2 โครงสร้างที่เป็นไปได้ของไอออนเชิงซ้อนนี้

(1 คะแนน)



- 5.2.3 Fe ควรใช้ไฮบริดออร์บิทัลแบบ

d^2sp^3
(ถ้าตอบ sp^3d^2 ให้ 0.5 คะแนน)

(1 คะแนน)

เฉลยโจทย์ข้อที่ 6 (10 คะแนน)

6.1 ความหนาแน่นของ **rutile TiO₂** = 4.25 g/cm³ (0.5 คะแนน)

ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง

วิธีคำนวณ (2 คะแนน)

มวล TiO₂ = 47.9 + (2 × 16.0) = 79.9 g/mol (0.5 คะแนน)

จากรูปหรือข้อมูล Z = 2, 1 unit cell ของ rutile TiO₂ มี TiO₂ อยู่ 2 โมเลกุล

ดังนั้น มวล rutile TiO₂ ต่อ 1 unit cell = $\frac{79.9 \text{ g/mol} \times 2 \text{ molecules}}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecules/mol}}$
 = $\frac{26.5 \times 10^{-23} \text{ g}}{}$ (0.5 คะแนน)

ปริมาตรของ rutile unit cell = $a \times b \times c$ = (4.59 Å) × (4.59 Å) × (2.96 Å)
 = 62.4 Å^3 (0.5 คะแนน)

ความหนาแน่นของ rutile TiO₂ = $\frac{\text{มวล}}{\text{ปริมาตร}}$
 = $\frac{26.5 \times 10^{-23} \text{ g/unit cell}}{(62.4 \times 10^{-30} \text{ m}^3) \times (10^6 \text{ cm}^3/\text{m}^3)}$ (0.5 คะแนน)
 = 4.25 g/cm³

ความหนาแน่นของ **anatase TiO₂** = 3.90 g/cm³ (0.5 คะแนน)

ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง

วิธีคำนวณ (1.5 คะแนน)

วิธีคิดแบบเดียวกับ rutile TiO₂ แต่สำหรับ anatase TiO₂ มี TiO₂ 4 โมเลกุลต่อ 1 unit cell

ดังนั้น มวล anatase TiO₂ ต่อ 1 unit cell = $\frac{79.9 \text{ g/mol} \times 4 \text{ molecules}}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecules/mol}}$
 = $53.09 \times 10^{-23} \text{ g}$ (0.5 คะแนน)

ปริมาตรของ anatase unit cell = $a \times b \times c$ = (3.78 Å) × (3.78 Å) × (9.51 Å)
 = 135.88 Å^3 (0.5 คะแนน)

ความหนาแน่นของ anatase TiO₂ = $\frac{\text{มวล}}{\text{ปริมาตร}}$
 = $\frac{53.09 \times 10^{-23} \text{ g/unit cell}}{(135.88 \times 10^{-30} \text{ m}^3) \times (10^6 \text{ cm}^3/\text{m}^3)}$ (0.5 คะแนน)
 = 3.90 g/cm³

ดังนั้น TiO₂ ตัวอย่างมีโครงสร้างเป็น

☐ rutile TiO₂ ☐ anatase TiO₂ ☒ ไม่ใช่ทั้ง rutile และ anatase TiO₂ (0.5 คะแนน)

6.2 รังสีเอกซ์ทำมุมกับระนาบผลึก = 24.0 ° (0.5 คะแนน)

ตอบทศนิยม 1 ตำแหน่ง

วิธีคำนวณ (1 คะแนน)

จาก Bragg's Law: $n\lambda = 2d \sin \theta$
 ระยะห่างที่น้อยที่สุดระหว่างระนาบคือ $n = 1$ โดย $\lambda = 110 \times 10^{-12} \text{ m}$, $d = 1.35 \times 10^{-10} \text{ m}$
 มุมระหว่างรังสีเอกซ์และระนาบผลึก (θ): $\sin \theta = \frac{n\lambda}{2d} = \frac{1 \times 110 \times 10^{-12} \text{ m}}{2 \times 1.35 \times 10^{-10} \text{ m}} = 0.047$ (0.5 คะแนน)
 $\theta = \sin^{-1} (0.047)$ (0.5 คะแนน)
 $= 24.0 ^\circ$

6.3 packing efficiency = 62.8 % (0.5 คะแนน)

ตอบทศนิยม 1 ตำแหน่ง

วิธีคิด (3 คะแนน)

ปริมาตรรวมของไอออนใน unit cell = ปริมาตรของ Ca^{2+} + ปริมาตรของ Ti^{4+} + ($3 \times$ ปริมาตรของ O^{2-})

$$= \frac{4}{3} \pi r_{\text{Ca}}^3 + \frac{4}{3} \pi r_{\text{Ti}}^3 + \left(3 \times \frac{4}{3} \pi r_{\text{O}}^3 \right)$$

$$= \frac{4}{3} \pi (1.06 \text{ \AA})^3 + \frac{4}{3} \pi (0.75 \text{ \AA})^3 + 4\pi (1.32 \text{ \AA})^3$$
 (0.5 คะแนน)

$$= 4.99 \text{ \AA}^3 + 1.77 \text{ \AA}^3 + 28.90 \text{ \AA}^3 = \underline{35.66 \text{ \AA}^3}$$
 (0.5 คะแนน)
 จากรูป 1 unit cell มี CaTiO_3 1 โมเลกุล ($Z = 1$) (0.5 คะแนน)
 มวลของ CaTiO_3 ต่อ 1 unit cell

$$= \frac{(1 \text{ molecule}) \times [\text{atomic mass Ca} + \text{atomic mass Ti} + 3(\text{atomic mass O}) \text{ g/mol}]}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecules/mol}}$$

$$= \frac{(1 \text{ molecule}) \times [40.1 + 47.9 + 3(16.0) \text{ g/mol}]}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecules/mol}} = \frac{136.0 \text{ g}}{6.02 \times 10^{23}} = 2.26 \times 10^{-22} \text{ g}$$
 (0.5 คะแนน)
 ปริมาตรของ unit cell = $\frac{\text{มวล}}{\text{ความหนาแน่น}}$

$$= \frac{2.26 \times 10^{-22} \text{ g}}{3.98 \text{ g/cm}^3} = 56.78 \times 10^{-24} \text{ cm}^3 = \underline{56.78 \text{ \AA}^3}$$
 (0.5 คะแนน)

$$\% \text{ packing efficiency} = \frac{\text{volume of atom}}{\text{volume of unit cell}} \times 100 = \frac{35.66 \text{ \AA}^3}{56.78 \text{ \AA}^3} \times 100$$
 (0.5 คะแนน)

$$= 62.8 \%$$

เฉลยโจทย์ข้อที่ 7 (7 คะแนน)

7.1 สมการที่ดุลแล้ว

$$(a) = \boxed{1/2 \quad (0.5)} \quad (b) = \boxed{-1/3 \quad (0.5)} \quad (1 \text{ คะแนน})$$

(ถ้าตอบ 1/3 ให้ 0.25)

$$7.2 \quad k_2 = \boxed{0.019} \quad \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$k_3 = \boxed{0.037} \quad \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

ตอบทศนิยม 3 ตำแหน่ง

วิธีคำนวณ (2.75 คะแนน)

$$\text{จากกฎอัตรา} \quad R = -\frac{1}{3} \frac{\Delta[\text{BrO}^-]}{\Delta t} = \frac{\Delta[\text{BrO}_3^-]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{Br}^-]}{\Delta t} \quad (0.75 \text{ คะแนน})$$

จากโจทย์ ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาอันดับสองเทียบกับ BrO^-

$$R = -\frac{1}{3} \frac{\Delta[\text{BrO}^-]}{\Delta t} = k [\text{BrO}^-]^2$$

$$\text{เมื่อเขียนในรูป} \quad -\frac{\Delta[\text{BrO}^-]}{\Delta t} = k_1 [\text{BrO}^-]^2 \quad \text{พบว่า } k_1 = 0.056 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{เมื่อเขียนในรูป} \quad \frac{\Delta[\text{BrO}_3^-]}{\Delta t} = k_2 [\text{BrO}^-]^2$$

$$\frac{1}{3} \frac{\Delta[\text{BrO}^-]}{\Delta t} = k_2 [\text{BrO}^-]^2 \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$\frac{1}{3} (k_1 [\text{BrO}^-]^2) = k_2 [\text{BrO}^-]^2$$

$$\text{ดังนั้น} \quad k_2 = \frac{1}{3} k_1 = \frac{1}{3} \times 0.056 \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$= 0.019 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{เมื่อเขียนในรูป} \quad \frac{\Delta[\text{Br}^-]}{\Delta t} = k_3 [\text{BrO}^-]^2$$

$$\frac{2}{3} \frac{\Delta[\text{BrO}^-]}{\Delta t} = k_3 [\text{BrO}^-]^2 \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$\frac{2}{3} (k_1 [\text{BrO}^-]^2) = k_3 [\text{BrO}^-]^2$$

$$k_3 = \frac{2}{3} k_1 = \frac{2}{3} \times 0.056 \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$= 0.037 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

7.3

 $E_a =$

71

kJ/mol

(0.5 คะแนน)

ตอบเป็นเลขจำนวนเต็ม

วิธีคำนวณ (1.75 คะแนน)

จากสมการอาร์เรเนียส $k = Ae^{(-E_a/RT)}$

$$\text{หรือ} \quad \log k = \log A - \frac{E_a}{2.303 RT}$$

$$\log k = \log A - \frac{E_a}{2.303 (8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}) T}$$

$$\text{ที่ } 37^\circ\text{C} \quad \log k_{37} = \log A - \frac{E_a}{2.303 (8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}) (310 \text{ K})} \quad [1] \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$\text{ที่ } 27^\circ\text{C} \quad \log k_{27} = \log A - \frac{E_a}{2.303 (8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}) (300 \text{ K})} \quad [2] \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

สมการ [1] – สมการ [2] ได้

$$\log k_{37} - \log k_{27} = - \frac{E_a}{2.303 (8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K})} \left(\frac{1}{310 \text{ K}} - \frac{1}{300 \text{ K}} \right)$$

$$\text{หรือ} \quad \log \frac{k_{37}}{k_{27}} = - \frac{E_a}{2.303 (8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K})} \left(\frac{1}{310 \text{ K}} - \frac{1}{300 \text{ K}} \right) \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$\text{จากโจทย์} \quad Q = \frac{k_{37}}{k_{27}} = 2.5$$

$$\log 2.5 = E_a (5.62 \times 10^{-6}) \quad (0.25 \text{ คะแนน})$$

$$0.3979 = E_a (5.62 \times 10^{-6})$$

$$E_a = \frac{0.3979}{5.62 \times 10^{-6}}$$

$$= 71 \times 10^3 \text{ J/mol}$$

$$= 71 \text{ kJ/mol}$$

เฉลยโจทย์ข้อที่ 8 (8 คะแนน)

8.1 $\Delta E^\circ_{\text{cell}} =$ 0 โวลต์ (0.5 คะแนน)

8.2 ครึ่งเซลล์ด้านที่มีสารละลาย NH_3 (ด้าน A)

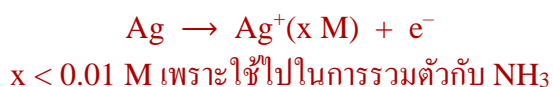
ความเข้มข้นของสารละลาย AgNO_3 =	0.01	mol/L	(0.5 คะแนน)
ความเข้มข้นของสารละลาย NH_3 =	0.10	mol/L	(0.5 คะแนน)
ความเข้มข้นของสารละลาย KNO_3 =	0.10	mol/L	(0.5 คะแนน)

ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง

วิธีคำนวณ (0.75 คะแนน)

ความเข้มข้นของสารละลาย AgNO_3	$= 0.03 \text{ mol/L} \times \frac{25 \text{ mL}}{75 \text{ mL}}$	(0.25 คะแนน)
	$= 0.01 \text{ mol/L}$	
ความเข้มข้นของสารละลาย NH_3	$= 0.30 \text{ mol/L} \times \frac{25 \text{ mL}}{75 \text{ mL}}$	(0.25 คะแนน)
	$= 0.10 \text{ mol/L}$	
ความเข้มข้นของสารละลาย KNO_3	$= 0.30 \text{ mol/L} \times \frac{25 \text{ mL}}{75 \text{ mL}}$	(0.25 คะแนน)
	$= 0.10 \text{ mol/L}$	

8.3 ปฏิกริยาครึ่งเซลล์ด้าน A :



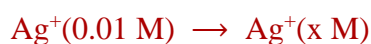
(0.25 คะแนน)

ปฏิกริยาครึ่งเซลล์ด้าน B :



(0.25 คะแนน)

ปฏิกริยารวม คือ



(0.25 คะแนน)

ด้าน A คือ ขั้ว

แอโนด

(0.25 คะแนน)

ด้าน B คือ ขั้ว

แคโทด

(0.25 คะแนน)

8.4 ความเข้มข้นของ Ag^+ ด้าน A = 3×10^{-8} mol/L (0.5 คะแนน)

ตอบในรูป $a \times 10^b$

วิธีคำนวณ (1.25 คะแนน)

ปฏิกิริยารวม คือ $\text{Ag}^+ (0.01 \text{ M}) \rightarrow \text{Ag}^+ (x \text{ M})$

$$E_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cell}} - \frac{RT}{F} \ln Q = 0.326 \text{ โวลต์} \quad (0.25 \text{ คะแนน})$$

$$Q = \frac{x \text{ M}}{0.01 \text{ M}} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

ดังนั้น $0.326 = 0 - 0.059 \log \frac{x}{0.01} \quad (0.25 \text{ คะแนน})$

$$0.326 = 0.059 \log \frac{0.01}{x} \quad (0.25 \text{ คะแนน})$$

$$x = 3 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

8.5 ค่าคงที่ของการเกิดสารเชิงซ้อน $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ =$ 5.2×10^7 (0.5 คะแนน)

ตอบในรูป $a.b \times 10^c$

วิธีคำนวณ (1.75 คะแนน)

$$\text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$$

เริ่มต้น $0.01 \quad 0.10 \quad (0.25 \text{ คะแนน})$

ทำปฏิกิริยาไป $0.01 - x \quad 2(0.01 - x) \quad (0.25 \text{ คะแนน})$

หลังปฏิกิริยา $x \quad 0.10 - 2(0.01 - x) \quad 0.01 - x \quad (0.25 \text{ คะแนน})$

$$K = \text{ค่าคงที่ของการเกิดสารเชิงซ้อน } [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$$

$$= \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$= \frac{[0.01 - x]}{[x][0.10 - 2(0.01 - x)]^2} \quad (0.25 \text{ คะแนน})$$

ในที่นี้ $x = 3 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$

ดังนั้น $K = \frac{[0.01 - 3 \times 10^{-8}]}{(3 \times 10^{-8})[0.10 - 2(0.01 - 3 \times 10^{-8})]^2} \quad (0.25 \text{ คะแนน})$

$$= 5.2 \times 10^7$$

เฉลยโจทย์ข้อที่ 9 (15 คะแนน)

9.1 (5 คะแนน)

$$\Delta E = \boxed{-370.0} \text{ kJ} \quad (1.0 \text{ คะแนน})$$

วิธีคำนวณ (4 คะแนน)

จาก $\Delta H = \Delta E + P\Delta V$
 หรือ $\Delta E = \Delta H - P\Delta V \quad (0.5 \text{ คะแนน})$

$$\begin{aligned} \Delta V_{\text{reaction}} &= V_{\text{product}} - V_{\text{reactant}} \\ &= V\{2\text{NaOH(aq)} + \text{H}_2(\text{g})\} - V\{2\text{Na(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)}\} \end{aligned}$$

เนื่องจากปริมาตรของแข็ง ของเหลว และสารละลายมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับแก๊ส

ดังนั้น $\Delta V_{\text{reaction}} = V\{\text{H}_2(\text{g})\} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$

จาก $PV = nRT$

$$V = \frac{nRT}{P}$$

$$= \frac{(1 \text{ mol}) \times (0.082 \text{ L}\cdot\text{atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) \times (298 \text{ K})}{1 \text{ atm}}$$

$$= 24.436 \text{ L} \approx 24.4 \text{ L}$$

$$\Delta V \approx 24.4 \text{ L} \quad (1.0 \text{ คะแนน})$$

$$\begin{aligned} P\Delta V &= 1 \text{ atm} \times 24.4 \text{ L} \\ &= 24.4 \text{ L}\cdot\text{atm} \quad (0.5 \text{ คะแนน}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 24.4 \text{ L}\cdot\text{atm} \times \frac{8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}}{0.082 \text{ L}\cdot\text{atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}} \\ &= 2,473.9 \text{ J} \\ &= 2.5 \text{ kJ} \quad (0.5 \text{ คะแนน}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta E &= \Delta H - P\Delta V \\ &= -367.5 - 2.5 \quad (1.0 \text{ คะแนน}) \\ &= -370.0 \text{ kJ} \end{aligned}$$

9.2 (5 คะแนน)

9.2.1 $\Delta G^\circ =$ 91.8 kJ (1.0 คะแนน)

วิธีคำนวณ (2 คะแนน)

จาก $\Delta H^\circ_{\text{reaction}} = \Delta H^\circ_{\text{f (product)}} - \Delta H^\circ_{\text{f (reactant)}}$
 $= \Delta H^\circ_{\text{f}} \{ \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \} - \Delta H^\circ_{\text{f}} \{ \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \}$
 $= \{ (-46.3) + (-92.3) \} - \{ (-315.4) \}$
 $= 176.8 \text{ kJ} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$

จาก $\Delta S^\circ_{\text{reaction}} = S^\circ_{\text{(product)}} - S^\circ_{\text{(reactant)}}$
 $= S^\circ \{ \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \} - S^\circ \{ \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \}$
 $= (193.0 + 187.0) - (94.6)$
 $= 285.4 \text{ J/K}\cdot\text{mol} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$

จาก $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$
 $= (176.8 \text{ kJ}) - (298 \text{ K}) \times \left(285.4 \frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}} \times \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}} \right) \quad (1.0 \text{ คะแนน})$
 $= 91.8 \text{ kJ}$

9.2.2 อุณหภูมิที่เริ่มสลายตัวได้เอง = 346.5 °C (1.0 คะแนน)

วิธีคำนวณ (1 คะแนน)

เนื่องจาก ΔG° มีค่าเป็นบวก แสดงว่า ปฏิกิริยาเกิดขึ้นเองไม่ได้
 ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นได้เองเมื่อ ΔG° มีค่าเป็นลบ
 การพิจารณาจะเริ่มตั้งจาก $\Delta G^\circ = 0$

จาก $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$
 $0 = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ \quad (0.5 \text{ คะแนน})$
 $0 = (176.8 \text{ kJ}) - T \times \left(285.4 \frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}} \times \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}} \right)$
 $T = 619.5 \text{ K} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$
 $= 346.5 \text{ }^\circ\text{C}$

9.3 (5 คะแนน)**9.3.1** $K_f =$ **2.0** $^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg/mol}$

(1.0 คะแนน)

วิธีคำนวณ (1 คะแนน)

$$\text{จาก} \quad m = \frac{w_2}{w_1} \times \frac{1000}{M_2}$$

$$m = \frac{3.60}{200.0} \times \frac{1000}{180.0}$$

$$= 0.10 \text{ mol/kg}$$

(0.5 คะแนน)

$$\text{จาก} \quad \Delta T_f = K_f m$$

$$\Delta T_f = 5.0 - 4.8 = 0.2 ^{\circ}\text{C}$$

$$0.2 ^{\circ}\text{C} = K_f \times (0.10 \text{ mol/kg})$$

(0.5 คะแนน)

$$K_f = 2.0 ^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg/mol}$$

9.3.2

จุดเยือกแข็ง =

3.8 $^{\circ}\text{C}$

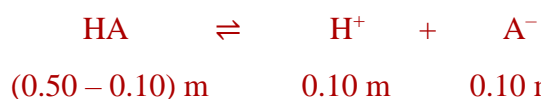
(1.0 คะแนน)

วิธีคำนวณ (2 คะแนน)

$$\text{ความเข้มข้นของกรดอ่อน} = \frac{0.25 \text{ mol}}{0.50 \text{ kg}} = 0.50 \text{ mol/kg}$$

(0.5 คะแนน)

$$\text{กรดอ่อนแตกตัว } 20 \% = \frac{20}{100} \times 0.50 \text{ mol/kg} = 0.10 \text{ mol/kg} = 0.10 \text{ m}$$



(0.5 คะแนน)

$$m_t = (0.50 - 0.10) + 0.10 + 0.10$$

$$= 0.60 \text{ mol/kg}$$

(0.5 คะแนน)

$$\text{จาก} \quad \Delta T_f = K_f m$$

$$= (2.0 ^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg/mol}) \times (0.60 \text{ mol/kg})$$

$$= 1.2 ^{\circ}\text{C}$$

(0.5 คะแนน)

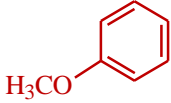
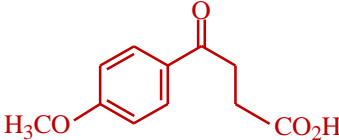
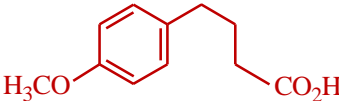
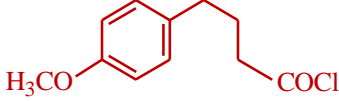
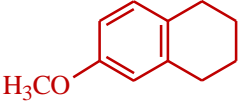
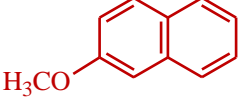
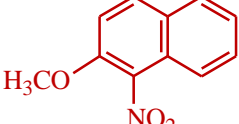
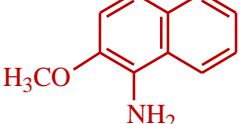
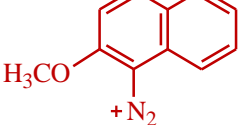
$$\text{จุดเยือกแข็งของสารละลายกรดอ่อน} = 5.0 - 1.2 = 3.8 ^{\circ}\text{C}$$

Solution to Problem 10 (12.5 points)

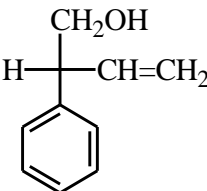
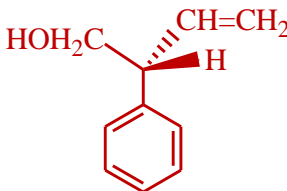
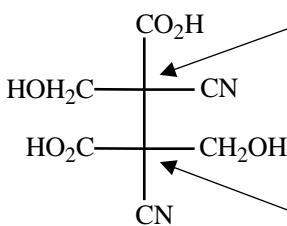
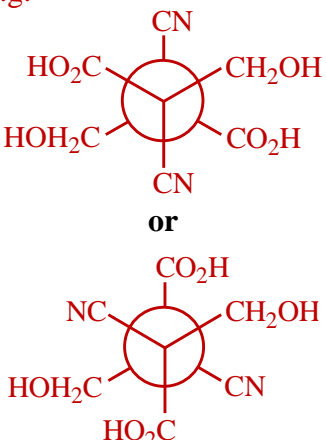
10.1 (3.5 points) If the reagent(s) used is correct, write \checkmark in the correct column, if not, specify the correct reagent(s).

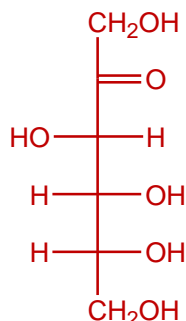
Step	Reagents	Correct	Incorrect and change to	Points (3.5)
A	1. NaHCO_3		NaOH or K_2CO_3	0.5
	2. HCO_2H		CO_2	0.5
	3. $\text{H}_2\text{O}, \text{H}^+$	\checkmark		0.25
B	1. NaBH_4		LiAlH_4	0.5
	2. $\text{H}_2\text{O}, \text{H}^+$	\checkmark		0.25
C	$\text{CH}_3\text{OH}, \text{H}^+, \Delta$		1. NaOH or K_2CO_3 2. CH_3I	0.25 0.25
D	PCl_3	\checkmark		0.25
E	1. NaCN	\checkmark		0.25
	2. $\text{H}_2\text{O}, \text{H}^+$		$\text{H}_2, \text{Pd/C}$ or H_2, Ni or 1. LiAlH_4 , 2. $\text{H}_2\text{O}, \text{H}^+$	0.5

10.2 (5.5 points) Draw the structures for compounds **A-I** and suggest the suitable reagents **R1** and **R2**.

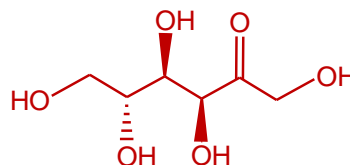
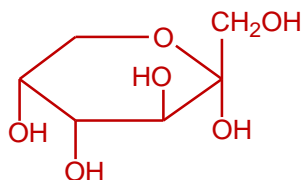
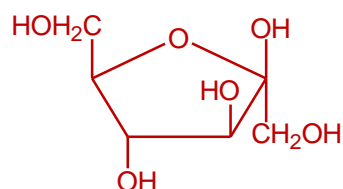
Compounds/reagents	Structures/reagents	Points (5.5)
A		0.5
B		0.5
C		0.5
D		0.5
E		0.5
F		0.5
G		0.5
H		0.5
I		0.5
R1	AlCl_3	0.5
R2	CuBr	0.5

10.3 (3.5 points) Choose the correct absolute configuration and optical activity for compounds **I** and **II** and draw a dash-wedge notation or staggered conformation (Newman projection) as required for each compound in the boxes.

Cpd	Fischer Projection	Points	Dash-wedge Notation	Points
I	 <input checked="" type="checkbox"/> R-configuration <input type="checkbox"/> S-configuration Optically <input checked="" type="checkbox"/> active <input type="checkbox"/> inactive	0.5 0.25	e.g. 	0.5
Cpd	Fischer Projection	Points	Staggered conformation (in the form of Newman Projection)	Points
II	 <input type="checkbox"/> R-configuration <input checked="" type="checkbox"/> S-configuration <input checked="" type="checkbox"/> R-configuration <input type="checkbox"/> S-configuration Optically <input type="checkbox"/> active <input checked="" type="checkbox"/> inactive	0.5 0.5 0.25	e.g. 	1.0

Solution to Problem 11 (12 points)**11.1** (2.5 points) Structures of compounds:**11.1.1** (1 points) A Fischer projection of D-fructose (1).

(0.5 points) A zigzag skeletal structure of D-fructose (1).

**11.1.2** (0.5 points) A Haworth projection of α -D-fructopyranose (2).**11.1.3** (0.5 points) A Haworth projection of β -D-fructofuranose (5).**11.2** (1.5 points) The relationships between each pair of compounds are as follows:**11.2.1** (2) and (3) are

diastereomers (or anomers)

to each other.

11.2.2 (4) and (5) are

diastereomers (or anomers)

to each other.

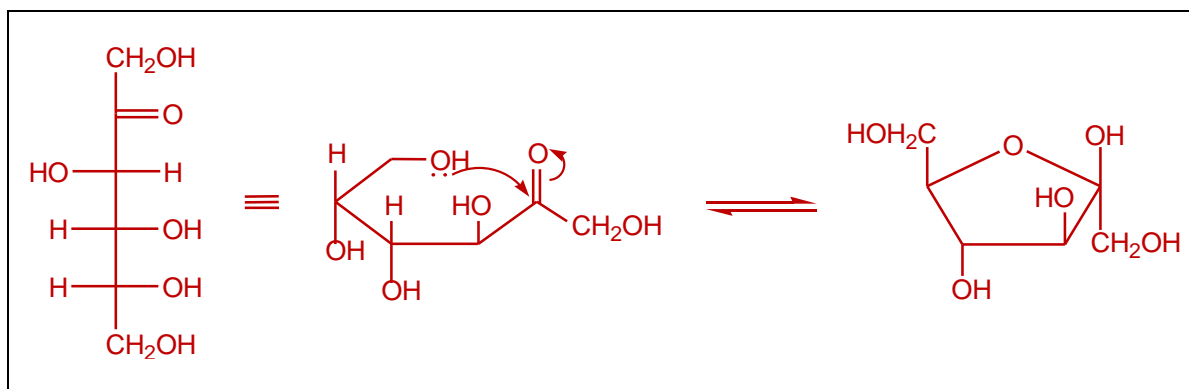
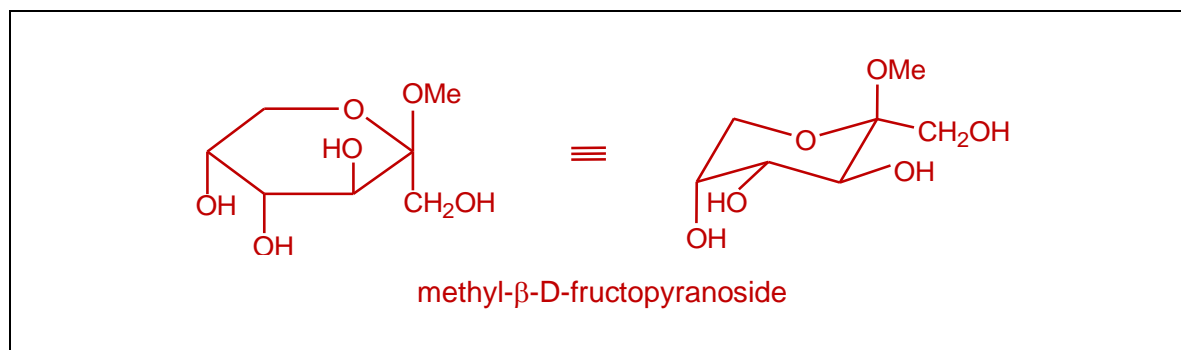
11.2.3 (2) and (4) are

structural isomers

to each other.

11.3 (2 points)**11.3.1** (0.5 points) The composition of α -D-fructofuranose (4) and β -D-fructofuranose (5)is ☐ (4) > (5) ☐ (4) = (5) ☒ (4) < (5)**11.3.2** (0.5 points) This process is called

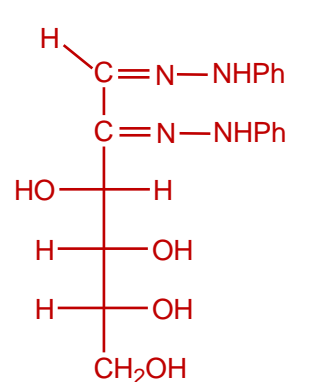
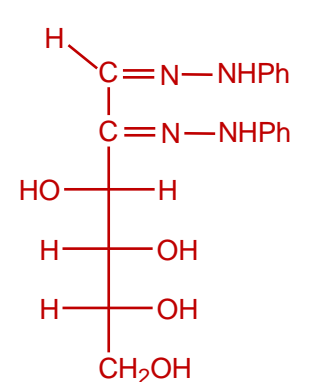
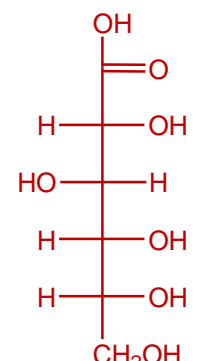
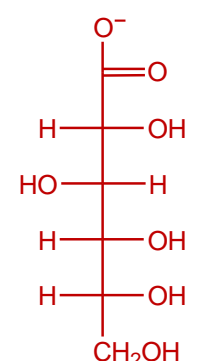
mutarotation

11.3.3 (1 points) The mechanism of the interconversion of (1) and (5) is shown below:**11.4** (1 points) The structure(s) of methyl glycoside (6):**11.5** (5 points)

(0.5 points) The reagent(s) which can be used to differentiate between fructose and glucose

is (are): ☐ phenylhydrazine ☒ $\text{Br}_2/\text{H}_2\text{O}$ ☐ Tollens' reagent

Structures of the products from the reaction of glucose and fructose with the reagents are:

Glucose with:	Fructose with:
<p>(1) (0.75 points) excess phenylhydrazine</p> <p><input type="checkbox"/> Negative test</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Positive test and the product is</p> 	<p>(0.75 points) excess phenylhydrazine</p> <p><input type="checkbox"/> Negative test</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Positive test and the product is</p> 
<p>(2) (0.75 points) Br₂/H₂O</p> <p><input type="checkbox"/> Negative test</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Positive test and the product is</p> 	<p>(0.75 points) Br₂/H₂O</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Negative test</p> <p><input type="checkbox"/> Positive test and the product is</p>
<p>(3) (0.75 points) Tollens' reagent</p> <p><input type="checkbox"/> Negative test</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Positive test and the product is</p> 	<p>(0.75 points) Tollens' reagent</p> <p><input type="checkbox"/> Negative test</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Positive test and the product is</p> 