



การแข่งขันเคมีโอลิมปิก สอวบ. ครั้งที่ 2

ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วันที่ 2 พฤษภาคม 2549

เวลา 08.30 – 13.30 น.

เฉลยข้อสอบภาคทฤษฎี

เฉลยโจทย์ข้อที่ 1 (6.0 คะแนน)

1.1 ความร้อนของปฏิกิริยาการเผาไหม้ของ $\text{CS}_2(\text{g}) =$ $-1,076.0$ kJ/mol
(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (1.5 คะแนน)

เขียนสมการให้ถูกต้อง



เขียนสูตรโครงสร้างแสดงพันธะ

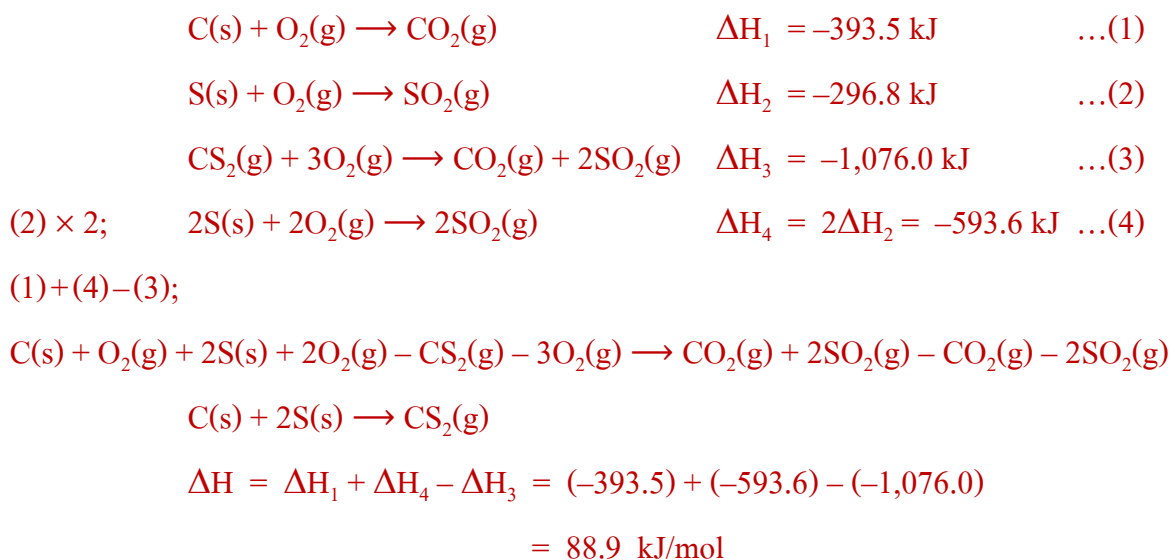


คำนวณความร้อนของปฏิกิริยา

$$\begin{aligned} \Delta H &= \Sigma \text{พลังงานพันธะของผลิตภัณฑ์} + \Sigma \text{พลังงานพันธะของสารตั้งต้น} \\ &= \{2\Delta H (\text{C}=\text{O}) + 4\Delta H (\text{S}-\text{O})\} + \{2\Delta H (\text{C}=\text{S}) + 3\Delta H (\text{O}=\text{O})\} \\ &= \{2(-724.0) + 4(-516.0)\} + \{2(477.0) + 3(494.0)\} \\ &= -1,076.0 \text{ kJ} \end{aligned} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

1.2 ความร้อนของการเกิดสารประกอบของ $\text{CS}_2(\text{g}) =$ 88.9 kJ/mol
(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (1.5 คะแนน)



เฉลยโจทย์ข้อที่ 1 (ต่อ)

1.3 พลังงานเสรีมาตรฐานของการเกิดสารประกอบ $\text{CS}_2(\text{g}) =$ 38.8 kJ/mol
(1.0 คะแนน)

วิธีคิด (1.0 คะแนน)

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } \Delta S^\circ &= \Sigma S^\circ(\text{product}) - \Sigma S^\circ(\text{reactant}) \\
 &= \{S^\circ(\text{CS}_2)\} - \{S^\circ(\text{C}) + 2S^\circ(\text{S})\} \\
 &= \{237.8\} + \{5.7 + 2(31.9)\} && (0.5 \text{ คะแนน}) \\
 &= 168.3 \text{ J/K}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta G^\circ &= \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ \\
 &= 88.9 - 298 \times \frac{168.3}{1000} && (0.5 \text{ คะแนน}) \\
 &= 38.8 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

เฉลยโจทย์ข้อที่ 2 (6.0 คะแนน)

2.1 ลูกโป่งลอยสูงขึ้นไป = 608 m จึงแตกพอดี
(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (1.5 คะแนน)

$$\text{ให้ปริมาตรสูงสุด} = V \text{ mL}$$

$$\text{ตามกฎของบอยล์ } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$760 \times \frac{4}{5} V = P_2 \times V$$

$$P_2 = 608 \text{ mmHg} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$\text{ความดันลดลง} = 760 - 608 = 152 \text{ mmHg} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$\text{ความดันลดลง } 20.0 \text{ mmHg สูงขึ้นไป} = 80.0 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{ความดันลดลง } 152 \text{ mmHg สูงขึ้นไป} &= 80.0 \times \frac{152}{20.0} \\ &= 608 \text{ m} \end{aligned} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

2.2 ความหนาแน่นใหม่ของแก๊ส A = 1.29 g/L
(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (1.5 คะแนน)

$$\text{จาก } PV = nRT = \frac{w}{M} RT$$

$$P = \frac{w}{V} \frac{RT}{M} = \frac{dRT}{M} \text{ หรือ } d = \frac{MP}{RT} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

แก๊สชนิดเดียวกัน M เท่ากัน เมื่อเปรียบเทียบ 2 สถานะจะได้

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{MP_1}{RT_1} \times \frac{RT_2}{MP_2} = \frac{P_1 T_2}{P_2 T_1} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$\frac{2.86}{d_2} = \frac{760 \times 350}{400 \times 300} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$d_2 = 1.29 \text{ g/L}$$

เฉลยโจทย์ข้อที่ 2 (ต่อ)

2.3 แก๊ส H_2 แพร่ได้เร็วกว่าแก๊ส A = 5.9 เท่า

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (1.5 คะแนน)

จาก $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$

แก๊สนี้มี $d = \frac{MP}{RT}$ หรือ $M = \frac{dRT}{P}$ (0.5 คะแนน)

\therefore ที่สภาวะเริ่มต้นหา M ได้ดังนี้

$$M = \frac{2.86 \times 0.082 \times 300}{1.00} = 70.4 \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

เทียบกับ H_2

$$\begin{aligned} \frac{v_{H_2}}{v_A} &= \sqrt{\frac{M_A}{M_{H_2}}} = \sqrt{\frac{70.4}{2.0}} \\ &= 5.9 \text{ เท่า} \end{aligned} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

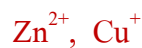
เฉลยโจทย์ข้อที่ 3 (5.0 คะแนน)

ไอออนที่มีสมบัติพาราแมกเนติกสูงสุด คือ



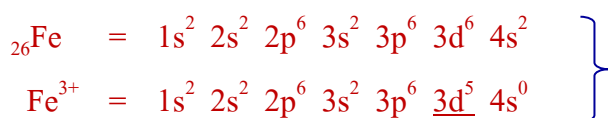
(1.0 คะแนน)

ไอออนที่มีสมบัติพาราแมกเนติกต่ำสุด คือ

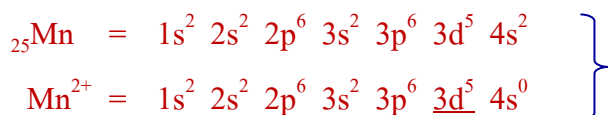


(1.0 คะแนน)

วิธีคิด (3.0 คะแนน)

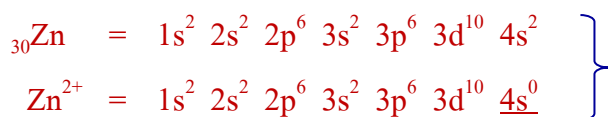


(0.5 คะแนน)

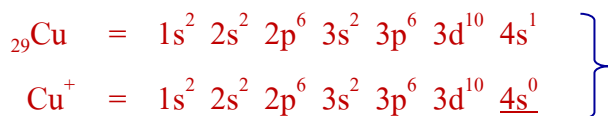


(0.5 คะแนน)

ทั้ง Fe^{3+} และ Mn^{2+} มีอิเล็กตรอนเดี่ยว = 5 (สูงสุด) จึงมีสมบัติพาราแมกเนติกสูงสุด (0.5 คะแนน)



(0.5 คะแนน)



(0.5 คะแนน)

ทั้ง Zn^{2+} และ Cu^{+} มีอิเล็กตรอนเดี่ยว = 0 (ต่ำสุด) จึงมีสมบัติพาราแมกเนติกต่ำสุด (0.5 คะแนน)

เฉลยโจทย์ข้อที่ 4 (2.0 คะแนน)

$$\text{ความเข้มข้นของกลูโคส} = \boxed{54} \text{ g/L}$$

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (1.5 คะแนน)

$$n = \frac{\pi V}{RT} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$= \frac{(7.65 \text{ atm})(1.00 \text{ L})}{(0.082 \text{ L} \cdot \text{atm/K} \cdot \text{mol})(310 \text{ K})} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$= 0.30 \text{ mol}$$

$$= 0.30 \text{ mol} \times \frac{180.0 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$= 54 \text{ g}$$

เฉลยโจทย์ข้อที่ 5 (3.0 คะแนน)

5.1 มวลของ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ที่ละลายในน้ำ 100 g ที่ 100°C คือ 80 g
(0.5 คะแนน)

5.2 เกิดผลึกของแข็ง $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 52 g
(0.5 คะแนน)

จากข้อ 5.1 ที่ 100°C $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ละลายได้ 80 g / น้ำ 100 g
 จากกราฟ ที่ 50°C $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ละลายได้ 28 g / น้ำ 100 g
 แสดงว่า เกิดผลึกของแข็ง = $80 - 28 = 52$ g

5.3 ความสามารถในการละลายของ KNO_3 ที่ 60°C เท่ากับ 108 g / น้ำ 100 g
(0.5 คะแนน)

ความสามารถในการละลายของ NaCl ที่ 60°C เท่ากับ 40 g / น้ำ 100 g
(0.5 คะแนน)

5.4 เกิดผลึกของแข็ง KNO_3 ปริมาณ 76 g
(0.5 คะแนน)

และผลึกของแข็ง NaCl ปริมาณ 2 g
(0.5 คะแนน)

จากข้อ 5.3 ที่ 60°C KNO_3 ละลายได้ 108 g / น้ำ 100 g
 NaCl ละลายได้ 40 g / น้ำ 100 g
 ลดอุณหภูมิจาก 60°C ไปเป็น 20°C
 จากกราฟ ที่ 20°C KNO_3 ละลายได้ 32 g / น้ำ 100 g
 NaCl ละลายได้ 38 g / น้ำ 100 g
 แสดงว่า เกิดผลึกของแข็ง $\text{KNO}_3 = 108 - 32 = 76$ g
 และผลึกของแข็ง $\text{NaCl} = 40 - 38 = 2$ g

เฉลยโจทย์ข้อที่ 6 (7.0 คะแนน)

6.1 X คือ

ฟอสฟอรัส (P)

(0.5 คะแนน)

Y คือ

ซัลเฟอร์ (S)

(0.5 คะแนน)

Z คือ

คลอรีน (Cl)

(0.5 คะแนน)

6.2 พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1

S

<

P

<

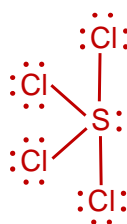
Cl

(0.5 คะแนน)

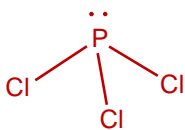
6.3 โครงสร้างเป็นแบบ

กระดานหก (seesaw, distorted tetrahedron)

(1.0 คะแนน)

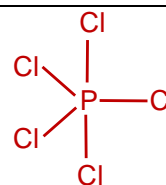


6.4 ชนิดมีขั้ว



(0.5 คะแนน)

ชนิดไม่มีขั้ว



(0.5 คะแนน)

6.5

สูตร	ชื่อภาษาอังกฤษ
HClO	Hypochlorous acid
HClO ₂	Chlorous acid
HClO ₃	Chloric acid
HClO ₄	Perchloric acid

(0.5 คะแนน)

(0.5 คะแนน)

(0.5 คะแนน)

(0.5 คะแนน)

6.6 กรดออกโซของธาตุ

ฟอสฟอรัส

มีความเป็นกรดน้อยที่สุด

(0.5 คะแนน)

เพราะ

ฟอสฟอรัสมีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีน้อยสุด หรือ
คู่เบสของกรดมีจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวน้อยที่สุด

(0.5 คะแนน)

เฉลยโจทย์ข้อที่ 7 (3.0 คะแนน)

7.1 สูตรของสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้น

$\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

(1.0 คะแนน)

7.2 ชื่อภาษาอังกฤษ

Potassium iron(III) hexacyanoferrate(II) (or ferric)

(1.0 คะแนน)

7.3 เลขออกซิเดชัน

+2

(0.5 คะแนน)

เลขโคออร์ดิเนชัน

6

(0.5 คะแนน)

เฉลยโจทย์ข้อที่ 8 (2.5 คะแนน)

8.1 NaCl จัดเรียงตัวแบบ

Rock salt

(0.5 คะแนน)

8.2 เลขโคออร์ดิเนชันของไอออนบวก

6

(0.5 คะแนน)

ของไอออนลบ

6

(0.5 คะแนน)

8.3 จำนวนหน่วยสูตรใน 1 เซลล์หน่วย

4

(1.0 คะแนน)

เฉลยโจทย์ข้อที่ 9 (3.5 คะแนน)

9.1 เกลือ CaNa_2Y เหมาะที่จะเป็นสารกันเสียมากกว่า Na_4Y

เพราะ

เพื่อป้องกันการสูญเสีย Ca^{2+} จากร่างกาย

(1.0 คะแนน)

9.2 แชมพูควรเติม

Na_4Y

(0.5 คะแนน)

เพราะ

เพื่อให้จับกับไอออนที่ทำให้เกิดน้ำกระด้าง เช่น Ca^{2+} , Mg^{2+} ได้

(1.0 คะแนน)

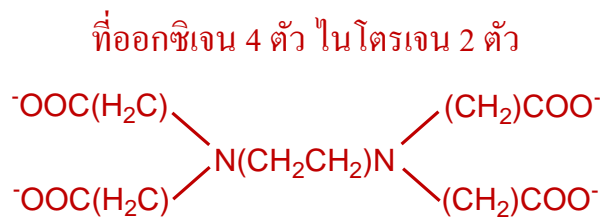
9.3 ตำแหน่งที่เกิดอันตรกิริยาได้มี

6

ตำแหน่ง

(0.5 คะแนน)

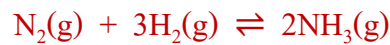
คือที่ตำแหน่ง



(0.5 คะแนน)

เฉลยโจทย์ข้อที่ 10 (15.0 คะแนน)

10.1 สมการ



(0.5 คะแนน)

10.2 ที่สมดุล

$$[\text{N}_2] = \boxed{0.002} \text{ M}$$

(0.5 คะแนน)

$$[\text{H}_2] = \boxed{0.001} \text{ M}$$

(0.5 คะแนน)

$$[\text{NH}_3] = \boxed{0.026} \text{ M}$$

(0.5 คะแนน)

วิธีคิดความเข้มข้นของแอมโมเนีย (2.0 คะแนน)

ความเข้มข้นของแอมโมเนียในสารละลายที่มี $\text{pH} = 10.84$ (หรือ $\text{pOH} = 3.16$)

$$\text{ดังนั้น } [\text{OH}^-] \approx 6.92 \times 10^{-4} \text{ M}$$

(0.5 คะแนน)



(0.5 คะแนน)

$$K_b = 1.84 \times 10^{-5} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{NH}_3]}$$

(0.5 คะแนน)

$$\therefore [\text{NH}_3] = \frac{[\text{OH}^-]^2}{K_b} = \frac{(6.92 \times 10^{-4})^2}{(1.84 \times 10^{-5})}$$

(0.5 คะแนน)

$$= 0.026 \text{ M}$$

วิธีคิดความเข้มข้นของไนโตรเจนและไฮโดรเจน (0.5 คะแนน)



อัตราส่วนโมลของ $\text{N}_2 : \text{H}_2 : \text{NH}_3$ เท่ากับ 1 : 3 : 2

ที่สมดุล เกิด NH_3 0.026 M ต้องใช้ N_2 0.013 M และ H_2 0.039 M

$$\text{ดังนั้น ที่สมดุล เหลือ } \text{N}_2 = \frac{0.030}{2} - 0.013 = 0.002 \text{ M}$$

$$\text{และ } \text{H}_2 = \frac{0.080}{2} - 0.039 = 0.001 \text{ M}$$

เฉลยโจทย์ข้อที่ 10 (ต่อ)

10.3 ค่าคงที่สมดุล K_c มีค่าเท่ากับ

$$3 \times 10^8 \text{ M}^{-2}$$

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (0.5 คะแนน)

$$\begin{aligned} K_c &= \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} \\ &= \frac{(0.026)^2}{(0.002)(0.001)^3} = 3.38 \times 10^8 \text{ M}^{-2} = 3 \times 10^8 \text{ M}^{-2} \end{aligned}$$

10.4 ความเข้มข้นของไนโตรเจนเปลี่ยนไปโดย

มีค่าลดลง

(0.5 คะแนน)

เนื่องจาก

ระบบต้องปรับสมดุลไปทางขวาเพื่อลดความดันของระบบ

(0.5 คะแนน)

10.5 ค่า K_c เปลี่ยนไปโดย

มีค่าลดลง

(0.5 คะแนน)

เนื่องจาก

ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ สมดุล
จะเลื่อนมาทางซ้าย $[\text{NH}_3]$ ลด $[\text{N}_2]$ และ $[\text{H}_2]$ เพิ่ม K_c จึงลดลง

(0.5 คะแนน)

ค่า K_p เปลี่ยนไปโดย

มีค่าลดลง

(0.5 คะแนน)

เฉลยโจทย์ข้อที่ 10 (ต่อ)

$$10.6 \quad \Delta G = \boxed{-3 \times 10^1} \text{ kJ/mol} \quad \Delta S = \boxed{-5 \times 10^1} \text{ J/mol}\cdot\text{K}$$

(0.5 คะแนน) (0.5 คะแนน)

วิธีคิด ΔG (2.0 คะแนน)

$$\begin{aligned} \Delta G &= -RT \ln K_p = -2.303RT \log K_p && (0.5 \text{ คะแนน}) \\ K_p &= K_c(RT)^{\Delta n_{\text{gas}}} = K_c(RT)^{-2} = (3 \times 10^8)(0.082 \times 298)^{-2} = 5 \times 10^5 && (1.0 \text{ คะแนน}) \\ \Delta G &= -2.303(8.314)(298) \log (5 \times 10^5) && (0.5 \text{ คะแนน}) \\ &= -32,517 \text{ J/mol} = -32.5 \text{ kJ/mol} \Rightarrow 3 \times 10^1 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

วิธีคิด ΔS (0.5 คะแนน)

$$\begin{aligned} \text{จาก } \Delta G &= \Delta H - T\Delta S \\ \Delta S &= \frac{\Delta H - \Delta G}{T} = \frac{(47000 - 32517)}{298} \\ &= -48.6 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \Rightarrow -5 \times 10^1 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \end{aligned}$$

$$10.7 \quad \text{อัตราการลดลงของไนโตรเจน} = \boxed{2.0 \times 10^{-4}} \text{ mol/L}\cdot\text{s}$$

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (0.5 คะแนน)

$$\begin{aligned} \text{rate} &= \frac{-\Delta[\text{N}_2]}{\Delta t} \\ \frac{-\Delta[\text{N}_2]}{\Delta t} &= \text{rate} = 2.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}\cdot\text{s} \end{aligned}$$

เฉลยโจทย์ข้อที่ 10 (ต่อ)

10.7 อัตราการลดลงของไฮโดรเจน = 6.0×10^{-4} mol/L·s
(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (0.5 คะแนน)

$$\text{rate} = -\frac{1}{3} \frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t} = 2.0 \times 10^{-4}$$

$$\frac{-\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t} = 3 \times (2.0 \times 10^{-4}) = 6.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}\cdot\text{s}$$

10.8 อัตราเร็วของปฏิกิริยาจะ ลดลง 8 เท่า
(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (1.0 คะแนน)

อัตราเร็วของปฏิกิริยา (rate) = $k[\text{N}_2][\text{H}_2]^3$

ถ้า $[\text{H}_2] = \left[\frac{1}{2} [\text{H}_2]\right]$; $\text{rate} = k[\text{N}_2]\left[\frac{1}{2} [\text{H}_2]\right]^3$

$$\text{rate} = \frac{1}{8} k [\text{N}_2][\text{H}_2]^3$$

แสดงว่า อัตราเร็วลดลง 8 เท่า

เฉลยโจทย์ข้อที่ 11 (13.5 คะแนน)

11.1 มีพันธะ π 5 พันธะ และพันธะ σ 21 พันธะ
(0.25 คะแนน) (0.5 คะแนน)

11.2 คาร์บอนอะตอม

ใช้ไฮบริดออร์บิทัลชนิด

1

sp^2

(0.25 คะแนน)

2

sp^2

(0.25 คะแนน)

3

sp^3

(0.25 คะแนน)

11.3

A

120°

(0.25 คะแนน)

B

$< 109.5^\circ$

(0.25 คะแนน)

C

109.5°

(0.25 คะแนน)

D

$\leq 120^\circ$

(0.25 คะแนน)

11.4 pH ของสารละลาย = 2.836 (0.5 คะแนน)

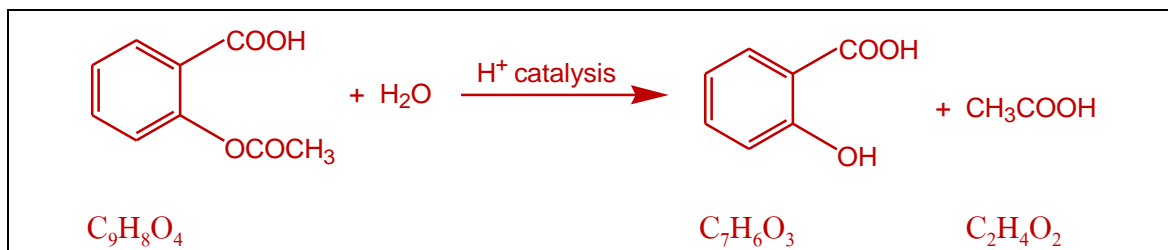
วิธีคิด (3 คะแนน)

$$\begin{aligned} \text{ความเข้มข้นของสารละลาย} &= \frac{325 \text{ mg aspirin}}{225 \text{ mL}} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ mol aspirin}}{180.0 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \\ &= 8.02 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \quad (1 \text{ คะแนน}) \\ \text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O} &\rightleftharpoons \text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+ \\ K_a &= \frac{[\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4]} = 3.27 \times 10^{-4} \\ \frac{(x)(x)}{(8.02 \times 10^{-3} - x)} &= 3.27 \times 10^{-4} \quad (0.5 \text{ คะแนน}) \\ x^2 + 3.27 \times 10^{-4} x - 2.62 \times 10^{-6} &= 0 \quad (0.5 \text{ คะแนน}) \\ x = \frac{-3.27 \times 10^{-4} \pm \sqrt{(3.27 \times 10^{-4})^2 - 4(-2.62 \times 10^{-6})}}{2} &= 1.46 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \\ [\text{H}_3\text{O}^+] &= 1.46 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \quad (0.5 \text{ คะแนน}) \\ \text{pH} &= -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \quad (0.5 \text{ คะแนน}) \\ \text{pH} &= -\log (1.46 \times 10^{-3}) = 2.836 \end{aligned}$$

เฉลยโจทย์ข้อที่ 11 (13.5 คะแนน)

11.5 สมการแสดงปฏิกิริยาที่ทำให้แอสไพรินหมดอายุคือ

(1 คะแนน)



ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเรียกว่า

ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส

(0.5 คะแนน)

11.6 ก. pH ของสารละลายที่จุดสมมูล =

8.08

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (2.5 คะแนน)

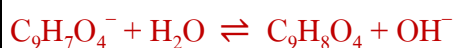


ที่จุดสมมูลใช้สารละลาย NaOH 0.10 mol/L 25.00 mL

(0.5 คะแนน)

$$[\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-] = \frac{0.10 \times 25.00}{50.00} = 0.050 \text{ mol/L}$$

(0.5 คะแนน)



$$K_b = \frac{[\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4][\text{OH}^-]}{[\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-]} = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1.00 \times 10^{-14}}{3.27 \times 10^{-4}} = 3.06 \times 10^{-11}$$

(0.5 คะแนน)

$$\frac{(x)(x)}{(0.050 - x)} = 3.06 \times 10^{-11}$$

$$\frac{(x)(x)}{(0.050)} = 3.06 \times 10^{-11}$$

(0.5 คะแนน)

$$[\text{OH}^-] = x = \sqrt{0.050 \times 3.06 \times 10^{-11}} = 1.2 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

(0.5 คะแนน)

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (1.2 \times 10^{-6}) = 5.92$$

$$\text{pH} = 14.00 - \text{pOH} = 14.00 - 5.92 = 8.08$$

$$\text{หรือ } [\text{H}_3\text{O}^+] = 1.00 \times 10^{-14} / [\text{OH}^-] = 1.00 \times 10^{-14} / 1.2 \times 10^{-6} = 8.3 \times 10^{-9} \text{ M}$$

$$\text{หรือ } [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1.00 \times 10^{-14}}{[\text{OH}^-]} = \frac{1.00 \times 10^{-14}}{1.2 \times 10^{-6}} = 8.3 \times 10^{-9} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (8.3 \times 10^{-9}) = 8.08$$

เฉลยโจทย์ข้อที่ 11 (ต่อ)

11.6 ข. อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตคือ

ฟีนอล์ฟทาลีน

(0.25 คะแนน)

ค. ที่จุดยุติ สารละลายเปลี่ยนสีจาก

ไม่มีสี \rightarrow สีชมพู

(0.25 คะแนน)

11.7 ยาแอสไพรินตัวอย่างมีความบริสุทธิ์ของยาแอสไพริน =

94

% โดยน้ำหนัก

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (2 คะแนน)

$$\begin{aligned}
 & \text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4 + \text{OH}^- \longrightarrow \text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^- + \text{H}_2\text{O} \\
 \text{ความบริสุทธิ์} &= 23.50 \text{ mL NaOH soln} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.10 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ L NaOH soln}} \\
 & \quad \times \frac{1 \text{ mol aspirin}}{1 \text{ mol NaOH}} \quad \text{(หาจำนวนโมลของ NaOH : 0.5 คะแนน)} \\
 & \quad \times \frac{180.0 \text{ g aspirin}}{1 \text{ mol aspirin}} \quad \text{(หาจำนวนโมลของแอสไพริน : 0.5 คะแนน)} \\
 & \quad \times \frac{100 \text{ g tablet}}{0.450 \text{ g tablet}} \quad \text{(หามวลของแอสไพริน : 0.5 คะแนน)} \\
 & \quad \times \frac{100 \text{ g tablet}}{0.450 \text{ g tablet}} \quad \text{(หาร้อยละของแอสไพริน : 0.5 คะแนน)} \\
 &= 94 \% \text{ โดยน้ำหนัก}
 \end{aligned}$$

เฉลยโจทย์ข้อที่ 12 (6.0 คะแนน)

12.1 สมการสมดุล



(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (0.5 คะแนน)

นำความเข้มข้นที่สถานะสมดุลของแต่ละชุดการทดลองมาสู่สมการทางคณิตศาสตร์

เช่น $\frac{[B]}{[A]}$ $\frac{[B]}{[A]^2}$ $\frac{[B]^2}{[A]}$ $\frac{[B]^3}{[A]^2}$... จนได้สมการที่มีค่า K เท่ากันในทั้งสองชุดการทดลอง

(0.25 คะแนน)

ให้ A เป็นสารตั้งต้น

การทดลองที่ 1: $K = \frac{(0.100)^2}{0.002} = 5$ การทดลองที่ 2: $K = \frac{(0.500)^2}{0.050} = 5.0$ (0.25 คะแนน)

ดังนั้น สมการที่ทำให้ค่า K คงที่ คือ $\frac{B^2}{A}$

12.2 X = 0.052 mol/L

(0.5 คะแนน)

Y = 0.400 mol/L

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (2 คะแนน)

$A \rightleftharpoons 2B$	[เริ่มต้น]	[เปลี่ยนแปลง]	[สมดุล]
การทดลองที่ 1 : A	X	-a	$0.002 = X - a \Rightarrow X = 0.002 + a = 0.052$
B	0	$2a = 0.100$	0.100
		$a = 0.050$	

(1.0 คะแนน)

$A \rightleftharpoons 2B$	[เริ่มต้น]	[เปลี่ยนแปลง]	[สมดุล]
การทดลองที่ 2 : A	0.100	$-b = -0.050$	0.050
B	Y	$2b$	$0.500 \Rightarrow Y = 0.500 - 2b = 0.400$
		$b = 0.050$	

(1.0 คะแนน)

เฉลยโจทย์ข้อที่ 12 (ต่อ)

12.3 ระบบจะปรับตัวไปในทิศทาง

ไปข้างหน้า

(0.5 คะแนน)

คำอธิบาย (0.5 คะแนน)

$$Q = \frac{(1.50 \times 10^{-1})^2}{2.50 \times 10^{-2}} = 0.900 \text{ ซึ่งน้อยกว่า } K (5) \text{ ดังนั้นจึงต้องเพิ่มผลผลิต}$$

12.4 ปฏิกริยานี้เป็นปฏิกริยา

ดูดความร้อน

(0.5 คะแนน)

คำอธิบาย (0.5 คะแนน)

อุณหภูมิสูงขึ้น สีแดงเข้มขึ้น แสดงว่า ปฏิกริยาชอบเกิดไปข้างหน้ามากขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่ม ระบบต้องตอบสนองในทิศตรงข้าม หรือลดอุณหภูมิลง ดังนั้นปฏิกริยาไปข้างหน้าจึงเป็น ปฏิกริยาดูดความร้อน

เฉลยโจทย์ข้อที่ 13 (8.0 คะแนน)

13.1 ตะกรันตัวแรกคือ



(0.5 คะแนน)

น้ำระเหยไปอย่างน้อย

50

%

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (3.0 คะแนน)

ตะกรันชนิดใดจะตกตะกอนลงมาก่อน

คิดความเข้มข้นของไอออนบวกแต่ละชนิดเมื่อ $[\text{CO}_3^{2-}]$ คงที่ $= 1.0 \times 10^{-5} \text{ M}$

$$\text{CaCO}_3: \quad 8.0 \times 10^{-9} = [\text{Ca}^{2+}][1.0 \times 10^{-5}] \rightarrow [\text{Ca}^{2+}] = 8.0 \times 10^{-4} \text{ M} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$\text{MgCO}_3: \quad 4.0 \times 10^{-6} = [\text{Mg}^{2+}][1.0 \times 10^{-5}] \rightarrow [\text{Mg}^{2+}] = 4.0 \times 10^{-1} \text{ M} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$\text{Ag}_2\text{CO}_3: \quad 8.1 \times 10^{-12} = [\text{Ag}^+]^2[1.0 \times 10^{-5}] \rightarrow [\text{Ag}^+] = 9.0 \times 10^{-4} \text{ M} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

เรียงลำดับการเกิดตะกอนจากแรกสุดไปหลังสุดได้เป็น



กำหนดให้เกลือสารละลายอยู่ X mL ขณะเกิดตะกรันชนิดแรก

$$X \text{ mL} \text{ มี } \text{Ca}^{2+} \text{ อยู่ } 2.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$1000 \text{ mL} \text{ มี } \text{Ca}^{2+} \text{ อยู่ } \frac{0.20}{X} \text{ mol} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$X \text{ mL} \text{ มี } \text{CO}_3^{2-} \text{ อยู่ } 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

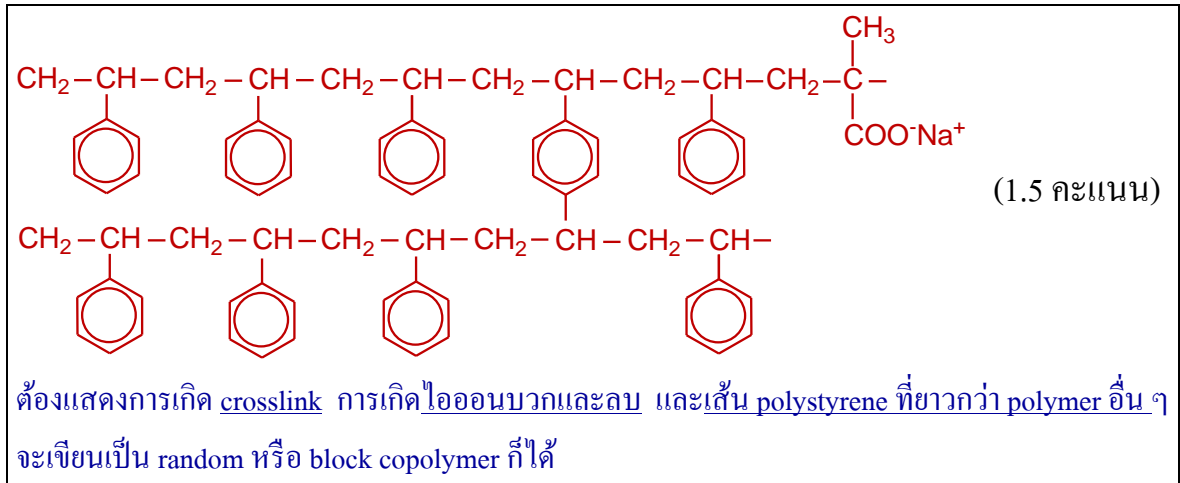
$$1000 \text{ mL} \text{ มี } \text{CO}_3^{2-} \text{ อยู่ } \frac{1.0 \times 10^{-2}}{X} \text{ mol} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$\text{จะเริ่มตกตะกอน CaCO}_3: \quad 8.0 \times 10^{-9} = \left[\frac{0.20}{X} \right] \left[\frac{1.0 \times 10^{-2}}{X} \right] \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$X = 500 \text{ mL}$$

เฉลยโจทย์ข้อที่ 13 (ต่อ)

13.2 โครงสร้างของโคพอลิเมอร์ชนิดใหม่ที่เหมาะสมกับการเป็นตัวดูดซับ (polyA)



13.3 (1.0 คะแนน) ระบุสมบัติของ poly(styrene-co-divinylbenzene-co-methyl methacrylate)

ก. พอลิเมอร์มีโครงสร้างแบบใด

☐ เส้น

☐ กิ่ง

☒ ร่างแห

ข. จัดเป็นพลาสติกแบบใด

☐ เทอร์มอพลาสติก รีไซเคิลได้

☐ เทอร์มอเซต รีไซเคิลได้

☐ เทอร์มอพลาสติก รีไซเคิลไม่ได้

☒ เทอร์มอเซต รีไซเคิลไม่ได้

13.4 (0.5 คะแนน) วัสดุที่ทำจาก polyA บริษัทจะมีสมบัติในข้อใด

☒ โปร่งแสง เปราะเหมือนแก้วน้ำที่ทำจาก silica

☐ โปร่งแสง ทนทานเหมือนแผ่นหลังคาใสที่ทำจาก polycarbonate

☐ ทึบแสง เหนียวเหมือนพื้นรองเท้าที่ทำจาก polyurethane

☐ ทึบแสง แข็งเหมือนจานที่ทำจาก melamine

13.5 polyA จะจับกับไอออน

Mg^{2+} Ca^{2+} และ Ag^{+}

และจะปลดปล่อยไอออน

Na^{+}

(0.5 คะแนน)

(0.5 คะแนน)

(ตอบ 1-2 ไอออนให้ 0.25

หากในคำตอบมี CO_3^{2-} ปนให้ 0 คะแนน)

เฉลยโจทย์ข้อที่ 14 (12.5 คะแนน)

14.1 ของแข็งตัวอย่างประกอบด้วยธาตุ

Na, I
O ตอบหรือไม่ตอบก็ได้ ไม่มีคะแนนให้

(1.0 คะแนน)

14.2 ผลการทดลองข้อ ข, ค และ ง แสดงว่า เป็นเกลือโซเดียมของกรดออกโซที่มีไอโอดีน และ สารละลายมีความเป็นกลางเมื่อละลายน้ำ

สารประกอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด คือ

NaIO₃ NaIO₄

(1.0 คะแนน)

หามวลโมเลกุล (0.5 คะแนน)

$$\text{มวลโมเลกุลของ NaIO}_3 = 23.0 + 126.9 + (3 \times 16.0) = 197.9$$

$$\text{มวลโมเลกุลของ NaIO}_4 = 23.0 + 126.9 + (4 \times 16.0) = 213.9$$

14.3 สมการไอออนิกที่เกิดขึ้นในการทดลองข้อ ข, ค และ ง

(7.0 คะแนน)

(สมการละ 1 คะแนน)



เฉลยโจทย์ข้อที่ 14 (ต่อ)

14.4 ผลิตภัณฑ์ของแข็งสีขาวนั้นคือ



(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (2.5 คะแนน)

$$\text{ใช้ } \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \text{ 37.40 mL} = \frac{0.1000 \times 37.40}{1000} = 3.740 \times 10^{-3} \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

ถ้าเป็น NaIO_3

$$1 \text{ mol NaIO}_3 = 197.9 \text{ g NaIO}_3 \equiv 6 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$\begin{aligned} 0.1000 \text{ g NaIO}_3 &= \frac{0.1000}{197.9} \text{ mol NaIO}_3 \equiv \frac{0.1000}{197.9} \times 6 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-} \\ &= 3.032 \times 10^{-3} \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-} \quad (0.5 \text{ คะแนน}) \end{aligned}$$

สมมุติฐานไม่จริง

ถ้าเป็น NaIO_4

$$1 \text{ mol NaIO}_4 = 213.9 \text{ g NaIO}_4 \equiv 8 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$\begin{aligned} 0.1000 \text{ g NaIO}_4 &= \frac{0.1000}{213.9} \text{ mol NaIO}_4 \equiv \frac{0.1000}{213.9} \times 8 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-} \\ &= 3.740 \times 10^{-3} \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-} \quad (0.5 \text{ คะแนน}) \end{aligned}$$

เฉลยโจทย์ข้อที่ 15 (9.0 คะแนน)

15.1 สมการแสดงปฏิกิริยาการไทเทรต (1.0 คะแนน)



15.2 ปริมาณ Cr(VI) ในน้ำเสียตัวอย่าง = 21.2 mg Cr/L
(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (1.5 คะแนน)

ปริมาณโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ในน้ำเสียตัวอย่างคำนวณจากผลการทดลองแบบที่ 1 ดังนี้

ปริมาณ Cr(VI) ในน้ำเสียตัวอย่าง

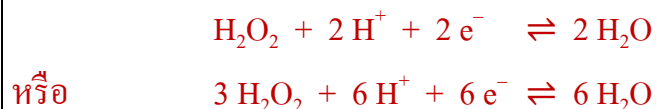
$$\begin{aligned} &= 7.40 \text{ mL FeSO}_4 \text{ soln} \times \frac{0.0165 \text{ mol Fe}^{2+}}{1000 \text{ mL FeSO}_4 \text{ soln}} \\ &\quad \times \frac{1 \text{ mol Cr}_2\text{O}_7^{2-}}{6 \text{ mol Fe}^{2+}} \times \frac{2 \text{ mol Cr}}{1 \text{ mol Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \times \frac{52.0 \text{ g Cr}}{1 \text{ mol Cr}} \times \frac{1}{0.1000 \text{ L}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \\ &= 21.2 \text{ mg Cr/L} \end{aligned}$$

โจทย์ข้อที่ 15 (ต่อ)

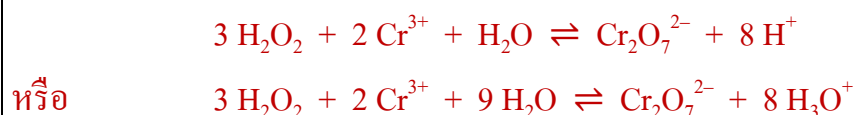
15.3 ปฏิกริยาออกซิเดชัน (0.5 คะแนน)



ปฏิกริยารีดักชัน (0.5 คะแนน)



ปฏิกริยารีดอกซ์ (0.5 คะแนน)



15.4 ปริมาณ Cr(III) มีค่า =

1.1

mg Cr/L

(0.5 คะแนน)

ปริมาณ Cr(III) มีค่า ☒ เกิน ☐ ไม่เกิน มาตรฐานคุณภาพน้ำ (0.25 คะแนน)

วิธีคิด (2 คะแนน)

คำนวณปริมาณโครเมียมชนิดไตรวาเลนต์โดยวิธีอ้อมโดยอาศัยผลการทดลองแบบที่ 2 เนื่องจาก Cr^{3+} ในน้ำเสีย เมื่อทำปฏิกิริยากับ H_2O_2 จะได้ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ทำให้หาปริมาณโครเมียมทั้งหมดได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณ Cr ทั้งหมด} &= 7.80 \text{ mL FeSO}_4 \text{ soln} \times \frac{0.0165 \text{ mol Fe}^{2+}}{1000 \text{ mL FeSO}_4 \text{ soln}} \times \frac{1 \text{ mol Cr}_2\text{O}_7^{2-}}{6 \text{ mol Fe}^{2+}} \\ &\quad \times \frac{2 \text{ mol Cr}}{1 \text{ mol Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \times \frac{52.0 \text{ g Cr}}{1 \text{ mol Cr}} \times \frac{1}{0.1000 \text{ L}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \quad (1 \text{ คะแนน}) \end{aligned}$$

$$= 22.3 \text{ mg Cr/L} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$\text{ดังนั้นปริมาณโครเมียมที่มาจาก Cr}^{3+} = 22.3 - 21.2 \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$= 1.1 \text{ mg Cr/L}$$

โจทย์ข้อที่ 15 (ต่อ)

15.5 ก. (0.5 คะแนน)

- ไอออน X^- จะ ☒ ทำปฏิกิริยากับไดโครเมตไอออนเท่านั้น
☐ ทำปฏิกิริยากับโครเมียม(III)ไอออนเท่านั้น
☐ ทำปฏิกิริยาทั้งกับไดโครเมตและโครเมียม(III)ไอออน
☐ ไม่ทำปฏิกิริยากับไดโครเมตและโครเมียม(III)ไอออน

ข. (0.25 คะแนน)

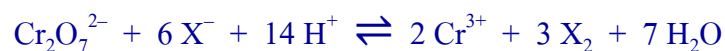
- ผลการวิเคราะห์ปริมาณโครเมียมในน้ำเสีย ☐ เพิ่มขึ้น
☐ ลดลง
☒ ไม่เปลี่ยนแปลง

เหตุผล (1 คะแนน)

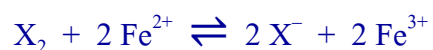
จำนวนโมลของ Fe^{2+} ที่ใช้ทำปฏิกิริยากับ X_2 ทั้งหมด เท่ากับจำนวนโมลของ Fe^{2+} ที่ทำปฏิกิริยากับ $Cr_2O_7^{2-}$ จึงไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นในการวิเคราะห์

คำอธิบายเพิ่มเติม (ไม่มีคะแนน)

ไอออน X^- จะทำปฏิกิริยากับ dichromate ทั้งหมดในน้ำเสีย เนื่องจาก dichromate เป็นรีเอเจนต์จำกัดปฏิกิริยา



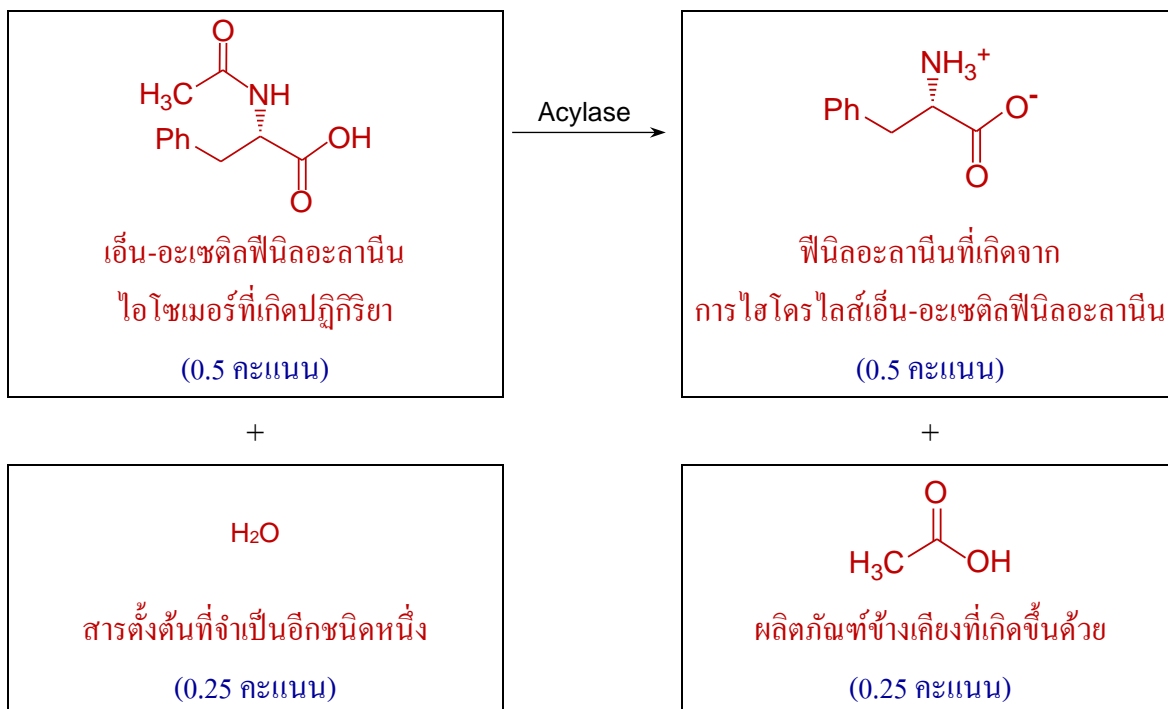
แต่ X_2 ที่เกิดขึ้นสามารถทำปฏิกิริยากับ Fe^{2+} ได้ดังสมการ



เฉลยโจทย์ข้อที่ 16 (6.5 คะแนน)

16.1

(1.5 คะแนน)



16.2 มวลของฟีนิลอะลานีนตามทฤษฎี คือ

2.07

g

(2 คะแนน)

วิธีคิด

สูตรโมเลกุลของเอ็น-อะเซทิลฟีนิลอะลานีนคือ $\text{C}_{11}\text{H}_{13}\text{NO}_3$

$$\text{มวลโมเลกุล} = (12.0 \times 11) + (1.0 \times 13) + (14.0 \times 1) + (16.0 \times 3) = 207.0$$

$$\text{จำนวนโมลของเอ็น-อะเซทิลฟีนิลอะลานีน } 5.20 \text{ กรัม} = \frac{5.20}{207.0} = 0.02512 \text{ โมล}$$

เนื่องจากจะเกิดการไฮโดรไลส์เพียงอีนานซิโอเมอร์เดียว

$$\text{ดังนั้นจะได้ผลิตภัณฑ์คือฟีนิลอะลานีนเพียง } \frac{0.02512}{2} = 0.01256 \text{ โมล}$$

สูตรโมเลกุลของฟีนิลอะลานีนคือ $\text{C}_9\text{H}_9\text{NO}_2$

$$\text{มวลโมเลกุล} = (12.0 \times 9) + (1.0 \times 9) + (14.0 \times 1) + (16.0 \times 2) = 165.0$$

$$\text{จะได้มวลของฟีนิลอะลานีนตามทฤษฎีคือ } 0.01256 \times 165.0 = 2.07 \text{ กรัม}$$

เฉลยโจทย์ข้อที่ 16 (ต่อ)

16.3 อัตราส่วนของ (-) ฟีนิลอะลานีน : (+) ฟีนิลอะลานีน คือ

97 : 3

(2 คะแนน)

วิธีคิด(-)-ฟีนิลอะลานีนที่บริสุทธิ์มี $[\alpha]_D^{20} = -34.0$ ดังนั้น (+)-ฟีนิลอะลานีนที่เป็นอเนนชิโอเมอร์ตรงข้ามที่บริสุทธิ์มี $[\alpha]_D^{20} = +34.0$

ถ้าให้ฟีนิลอะลานีนที่แยกได้เป็นของผสมที่มีเศษส่วนโมลของ (-)-ฟีนิลอะลานีนเป็น X
จะได้ว่า เศษส่วนโมลของ (+)-ฟีนิลอะลานีนเป็น $1 - X$

$$\text{ค่า } [\alpha]_D^{20} \text{ ที่วัดได้} = -32.0$$

$$\text{ดังนั้น } -34.0X + 34.0(1 - X) = -32.0$$

$$-34.0X + 34.0 - 34.0X = -32.0$$

$$-68.0X = -66.0$$

$$X = \frac{-66.0}{-68.0} = 0.970$$

ดังนั้นของผสมนี้ประกอบด้วย (-)-ฟีนิลอะลานีน : (+)-ฟีนิลอะลานีนในอัตราส่วน 97 : 3

16.4 (1.0 คะแนน)

นำไปทำเป็นเกลือกับ optically active amine แล้วตกผลึกแยกเกลือที่เป็นไดอะสเทอริโอเมอร์ออกจากกัน จากนั้นนำเกลือมาเปลี่ยนกลับเป็นเอ็น-อะเซทิลฟีนิลอะลานีนโดยการเติมกรดแก่

เฉลยโจทย์ข้อที่ 17 (11.5 คะแนน)

17.1



สูตรโครงสร้างของ A (1.0 คะแนน)



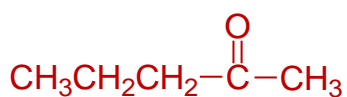
สูตรโครงสร้างของ B (1.0 คะแนน)

ชื่อ IUPAC ของ A (0.5 คะแนน)

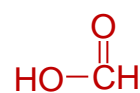
ethyne

ชื่อ IUPAC ของ B (0.5 คะแนน)

1-pentyne



สูตรโครงสร้างของ C (1.0 คะแนน)



สูตรโครงสร้างของ D (1.0 คะแนน)

ชื่อ IUPAC ของ C (0.5 คะแนน)

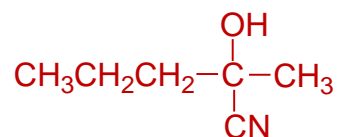
2-pentanone

ชื่อ IUPAC ของ D (0.5 คะแนน)

methanoic acid



สูตรโครงสร้างของ E (1.0 คะแนน)



สูตรโครงสร้างของ F (1.0 คะแนน)

ชื่อ IUPAC ของ E (0.5 คะแนน)

pentane

ชื่อ IUPAC ของ F (0.5 คะแนน)

2-cyano-2-hydroxypentane หรือ 2-cyano-pentanol

เฉลยโจทย์ข้อที่ 17 (ต่อ)

17.2 สูตรโมเลกุลของ G



(0.5 คะแนน)

วาดสูตรโครงสร้างที่เป็นไปได้ทั้งหมดของ G (2.0 คะแนน)

