



การแข่งขันเคมีโอลิมปิก สอวณ. ครั้งที่ 1

ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วันที่ 10 พฤษภาคม 2548

เวลา 08.30 - 13.30 น.

เฉลยข้อสอบภาคทฤษฎี

เฉลยข้อที่ 1 (10 คะแนน)

- 1.1 M ในสถานะพื้นมีการจัดอิเล็กตรอนดังนี้ (1.0 คะแนน)



จำนวนอิเล็กตรอนเดี่ยวเท่ากับ

3

(1.0 คะแนน)

- 1.2 สมการไอออนิกเป็นดังนี้ (2.0 คะแนน)



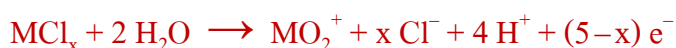
- 1.3 เลขออกซิเดชัน (x) ของ M เท่ากับ

+3

(1.0 คะแนน)

วิธีคิด (3.0 คะแนน)

จากครึ่งสมการที่ให้มา เขียนให้สมบูรณ์ได้ดังนี้



(1.0 คะแนน)

จากสมการ MCl_x 5 mol พอดีกับ MnO_4^- (5-x) mol

จากโจทย์ จำนวนโมลของ $KMnO_4 = \frac{0.020 \times 40.00}{1000}$

$$\text{จำนวนโมลของ } MCl_x = \frac{0.315}{51.0 + 35.5x}$$

(2.0 คะแนน)

ดังนั้น $\left(\frac{0.315}{51.0 + 35.5x} \right) / \left(\frac{0.020 \times 40.00}{1000} \right) = \frac{5}{5-x}$

แก้สมการได้ $x = 3.0$ (เลขลงตัว) หรือ เลขออกซิเดชัน = +3

1.4 เปรียบเทียบค่า IE_1 ของธาตุ M กับของ Ca และ Ar ได้ผลดังนี้

(1.0 คะแนน)

(เลือกคำตอบโดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐)

ธาตุ M มีค่า IE_1 ☒ มากกว่า ☐ น้อยกว่า ธาตุ Ca

ธาตุ M มีค่า IE_1 ☐ มากกว่า ☒ น้อยกว่า ธาตุ Ar

วิธีคิดหรือเหตุผล (1.0 คะแนน)

เลขอะตอมของแคลเซียมและอาร์กอน = 20 และ 18 ตามลำดับ

M อยู่ในคาบเดียวกับ Ca แต่อยู่ทางขวา $\therefore IE_1$ ของ M มากกว่า Ca

ส่วน Ar เป็นแก๊สมีตระกูล ค่า IE_1 สูงมาก

เฉลยข้อที่ 2 (10 คะแนน)

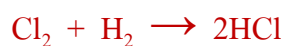
2.1 X คือธาตุ

Cl

(1.0 คะแนน)

2.2 สมการเคมีที่ดุลแล้วของปฏิกิริยา

ปฏิกิริยา ก :



(1.0 คะแนน)

ปฏิกิริยา ข :



(1.0 คะแนน)

2.3 สูตรของตะกอนสีขาว B คือ

AgCl

(1.0 คะแนน)

2.4 สูตรโมเลกุลของสารประกอบ C คือ

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$

(1.0 คะแนน)

2.5 ไฮบริไดเซชันของออกซิเจนอะตอมในโมเลกุล X_2O และค่าประมาณของมุม XOX คือ

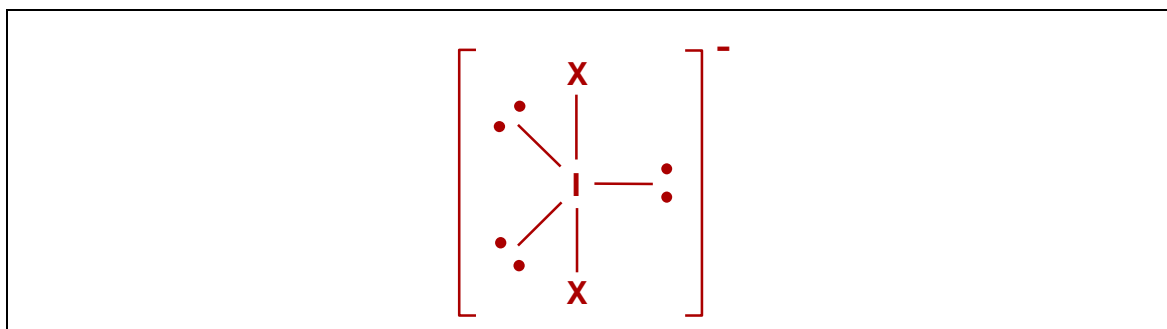
(เลือกคำตอบโดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง □ เพียง 1 ข้อ)

(1.0 คะแนน)

	ไฮบริไดเซชัน ของออกซิเจน	มุม XOX (องศา)		ไฮบริไดเซชัน ของออกซิเจน	มุม XOX (องศา)
<input type="checkbox"/>	sp	180	<input type="checkbox"/>	sp^3	109.5
<input type="checkbox"/>	sp^2	120	<input checked="" type="checkbox"/>	sp^3	น้อยกว่า 109.5
<input type="checkbox"/>	sp^2	มากกว่า 120	<input type="checkbox"/>	sp^3d	90, 120
<input type="checkbox"/>	sp^2	น้อยกว่า 120	<input type="checkbox"/>	sp^3d^2	90

2.6 เมื่อใช้ทฤษฎี VSEPR พิจารณา จะเขียนแสดงรูปทรงเรขาคณิตของ IX_2^- ได้ดังนี้

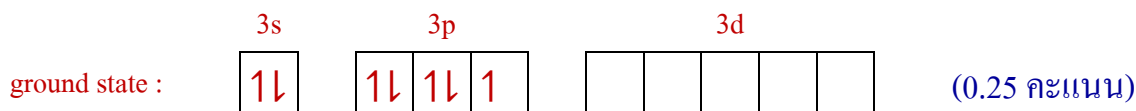
(1.0 คะแนน)



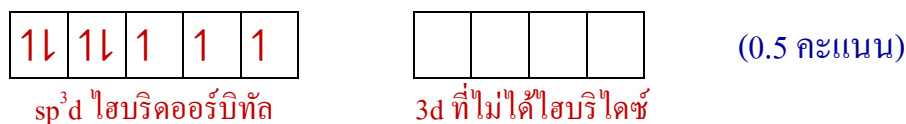
- 2.7 เมื่อใช้ทฤษฎีไฮบริดเซชัน แสดงการเกิดโมเลกุล XF_3 และทำนายรูปร่างโมเลกุลได้ดังนี้
แสดงการจัดเรียงอิเล็กตรอนและขั้นตอนการเกิดไฮบริดเซชันของอะตอม X ใน XF_3

(1.0 คะแนน)

การจัดเรียงเวเลนซ์อิเล็กตรอนของ X ก่อนเกิดไฮบริดเซชัน :



การจัดเรียงอิเล็กตรอนของ X หลังเกิดไฮบริดเซชัน :



รูปร่างโมเลกุลของ XF_3 เป็นดังนี้

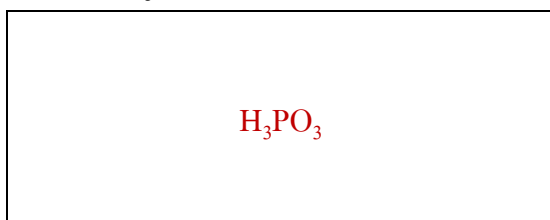
(1.0 คะแนน)

(เลือกตอบโดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ เพียง 1 ข้อ)

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> ทรงสี่หน้า
<input type="checkbox"/> เส้นตรง
<input type="checkbox"/> พีระมิดฐานสามเหลี่ยม
<input checked="" type="checkbox"/> ตัวที (T) | <input type="checkbox"/> ทรงแปดหน้า
<input type="checkbox"/> มุมงอ
<input type="checkbox"/> พีระมิดฐานสามเหลี่ยม
<input type="checkbox"/> ไม่กระดานหก |
|---|--|

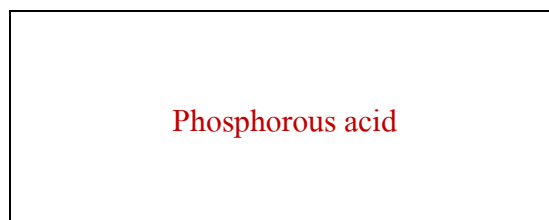
- 2.8 สูตรโมเลกุลและชื่อของสาร Y คือ

สูตรโมเลกุลของสาร Y



(0.5 คะแนน)

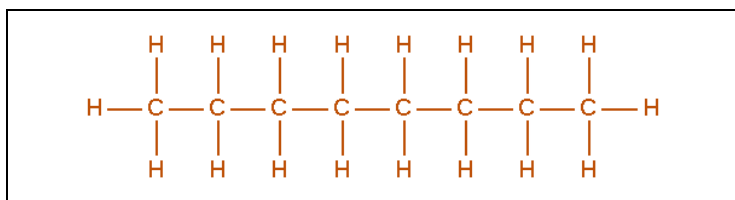
ชื่อของสาร Y



(0.5 คะแนน)

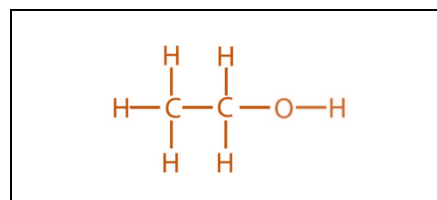
เฉลยข้อที่ 3 (10 คะแนน)

3.1 โครงสร้างแบบเส้นของ นอร์มัล-ออกเทน และเอทานอล



นอร์มัล-ออกเทน

(0.5 คะแนน)



เอทานอล

(0.5 คะแนน)

3.2 สมการการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ของเชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิด

นอร์มัล-ออกเทน



(1.0 คะแนน)

เอทานอล



(1.0 คะแนน)

3.3 ค่าความร้อน (กิโลจูลต่อโมล) ที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด

5087

kJ/mol

นอร์มัล-ออกเทน

(0.5 คะแนน)

1284

kJ/mol

เอทานอล

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (2.0 คะแนน)

นอร์มัล-ออกเทน

(1.0 คะแนน)

$$\text{จำนวนพันธะในสารตั้งต้น} = 18(\text{C-H}) + 7(\text{C-C}) + (25/2)(\text{O=O})$$

$$\text{จำนวนพันธะในสารผลิตภัณฑ์} = 8(2 \text{ C=O}) + 9(2 \text{ O-H})$$

พลังงานความร้อนจากปฏิกิริยาการเผาไหม้นอร์มัล-ออกเทน

$$= [\text{พลังงานความร้อนของสารผลิตภัณฑ์}] - [\text{พลังงานความร้อนของสารตั้งต้น}]$$

$$= [16(\text{C=O}) + 18(\text{O-H})] - [18(\text{C-H}) + 7(\text{C-C}) + (25/2)(\text{O=O})]$$

$$= [16(803) + 18(463)] - [18(413) + 7(348) + (25/2)(498)]$$

$$= 21182 - 16095$$

$$= 5087 \text{ kJ/mol}$$

เอทานอล

(1.0 คะแนน)

$$\text{จำนวนพันธะในสารตั้งต้น} = 5(\text{C-H}) + 1(\text{C-C}) + 1(\text{C-O}) + 1(\text{O-H}) + 3(\text{O=O})$$

$$\text{จำนวนพันธะในสารผลิตภัณฑ์} = 2(2 \text{ C=O}) + 3(2 \text{ O-H})$$

พลังงานความร้อนจากปฏิกิริยาการเผาไหม้เอทานอล

$$= [\text{พลังงานความร้อนของสารผลิตภัณฑ์}] - [\text{พลังงานความร้อนของสารตั้งต้น}]$$

$$= [4(\text{C=O}) + 6(\text{O-H})] - [5(\text{C-H}) + (\text{C-C}) + (\text{C-O}) + (\text{O-H}) + 3(\text{O=O})]$$

$$= [4(803) + 6(463)] - [5(413) + (348) + (336) + (463) + 3(498)]$$

$$= 5990 - 4706$$

$$= \mathbf{1284 \text{ kJ/mol}}$$

3.4 ค่าความร้อน (กิโลจูลต่อลิตร) ที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด

$$3.135 \times 10^4$$

kJ/L

นอร์มัล-ออกเทน

(0.5 คะแนน)

$$2.09 \times 10^4$$

kJ/L

เอทานอล

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (1.0 คะแนน)

ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้นอร์มัล-ออกเทน

(0.5 คะแนน)

$$= \frac{5087 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ mol}}{114.0 \text{ g}} \times \frac{0.7025 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}}$$

$$= 31,348 \text{ kJ/L}$$

$$= 3.135 \times 10^4 \text{ kJ/L}$$

ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เอทานอล

(0.5 คะแนน)

$$= \frac{1284 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ mol}}{46.0 \text{ g}} \times \frac{0.7893 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \times \frac{95}{100} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}}$$

$$= 20,930 \text{ kJ/L}$$

$$= 2.09 \times 10^4 \text{ kJ/L}$$

- 3.5 ถ้าน้ำมันเบนซินราคาลิตรละ 20 บาท ราคาขายเอทานอลต่อลิตรที่จะให้พลังงานความร้อนเท่ากันไม่ควรเกิน (1.0 คะแนน)

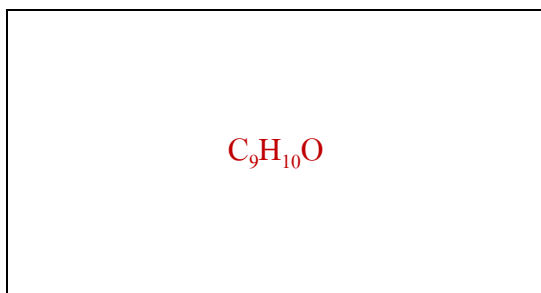
$$\begin{aligned}
 \text{ราคาเอทานอล/ลิตร} &= \frac{20,930 \text{ kJ/L} \times 20 \text{ Baht}}{31,348 \text{ kJ/L}} && (0.5 \text{ คะแนน}) \\
 &= 13.35 \text{ Baht} && (0.5 \text{ คะแนน}) \\
 &= 13 \text{ Baht}
 \end{aligned}$$

- 3.6 ถ้าน้ำมันเบนซินนำเข้ามีราคา (ไม่รวมภาษี) ประมาณ 50 เหรียญสหรัฐ หรือ 2,000 บาท ต่อบาร์เรล (1 บาร์เรล \approx 160 ลิตร) และถ้าผู้ผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนชาวไทยต้องการจะแข่งขันกับบริษัทนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงต่างประเทศ เขาควรทำให้ต้นทุนการผลิตเอทานอลไม่เกิน (1.0 คะแนน)

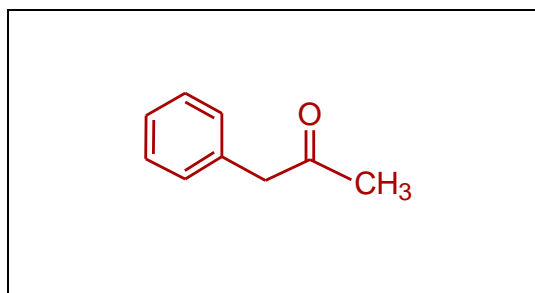
$$\begin{aligned}
 \text{ต้นทุนราคาน้ำมันเบนซิน} &= \frac{2,000 \text{ Baht}}{1 \text{ Barrel}} \times \frac{1 \text{ Barrel}}{160 \text{ L}} && (0.5 \text{ คะแนน}) \\
 &= 12.5 \text{ Baht/L} \\
 \text{ต้นทุนเอทานอล} &= \frac{20,930 \text{ kJ/L} \times 12.5 \text{ Baht}}{31,348 \text{ kJ/L}} && (0.5 \text{ คะแนน}) \\
 &= 8.35 \text{ Baht/L}
 \end{aligned}$$

เฉลยข้อที่ 4 (9.5 คะแนน)

4.1

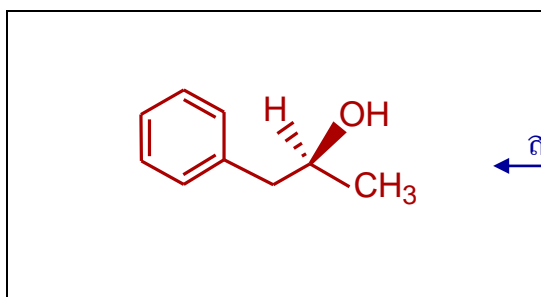


สูตรโมเลกุลของสาร A (0.5 คะแนน)

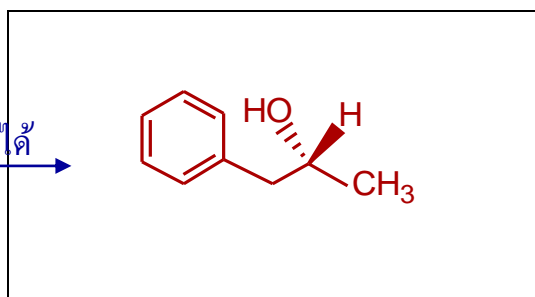


สูตรโครงสร้างของสาร A (1.0 คะแนน)

4.2 สูตรโครงสร้างพร้อมสเตอริโอเคมี (ถ้ามี) ของสารต่าง ๆ

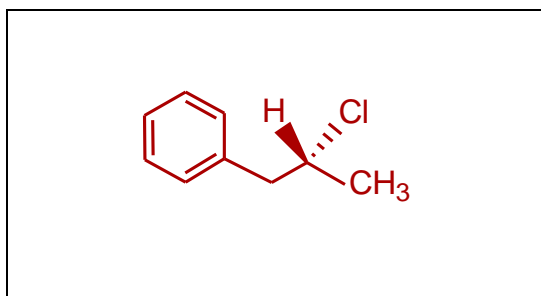


B₁ (1.0 คะแนน)

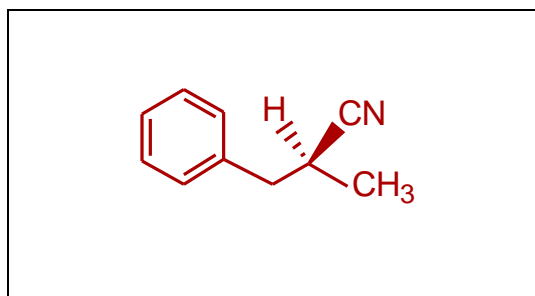


B₂ (1.0 คะแนน)

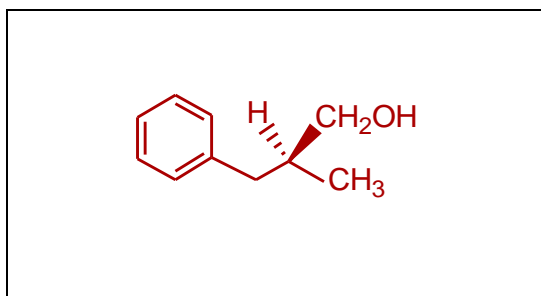
↔ กลับกันได้



C (1.0 คะแนน)



D (1.0 คะแนน)



F (1.0 คะแนน)

4.3 แสดงการคำนวณร้อยละผลได้ของ B_1 และ B_2

(1.0 คะแนน)

$$\text{ร้อยละผลได้ของ } B_1 = \frac{1.37 \text{ g} / 136.0 \text{ g mol}^{-1}}{2.02 \text{ g} / 134.0 \text{ g mol}^{-1}} \times 100 \quad (0.25 \text{ คะแนน})$$

$$= 66.8 \% \quad (0.25 \text{ คะแนน})$$

$$\text{ร้อยละผลได้ของ } B_2 = \frac{0.41 \text{ g} / 136.0 \text{ g mol}^{-1}}{2.02 \text{ g} / 134.0 \text{ g mol}^{-1}} \times 100 \quad (0.25 \text{ คะแนน})$$

$$= 20.0 \% \quad (0.25 \text{ คะแนน})$$

4.4 ปฏิกริยาระหว่าง B_1 กับ p -TsCl เป็น

ปฏิกิริยาการแทนที่ (substitution)

(0.5 คะแนน)

4.5 ปฏิกริยาระหว่าง C กับ KCN จัดเป็น

ปฏิกิริยาการแทนที่ (substitution)

(0.5 คะแนน)

4.6 ปฏิกริยาการเตรียม F จาก E จัดเป็น

ปฏิกิริยารีดักชัน (reduction)

(0.5 คะแนน)

4.7 สาร F ให้ฟองแก๊สเมื่อให้ทำปฏิกิริยากับ

โลหะโซเดียม

(0.5 คะแนน)

เฉลยข้อที่ 5 (10 คะแนน)

5.1 สูตรโมเลกุลของไกลซีนแอนไฮไดรด์



(1.0 คะแนน)

วิธีคิด (1.0 คะแนน)

$$\begin{aligned}\text{mol C : H : N : O} &= \frac{42.10}{12.0} : \frac{5.30}{1.0} : \frac{24.55}{14.0} : \frac{28.05}{16.0} \\ &= 3.51 : 5.30 : 1.75 : 1.75 \\ &= 2 : 3 : 1 : 1\end{aligned}$$

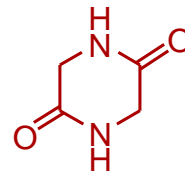
สูตรอย่างง่ายคือ $\text{C}_2\text{H}_3\text{NO}$ มวลโมเลกุลตามสูตรอย่างง่ายคือ 57

แต่มวลโมเลกุลที่แท้จริงคือ 114 ดังนั้นสูตรโมเลกุลคือ $\text{C}_4\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_2$

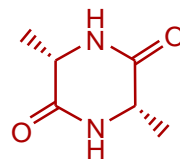
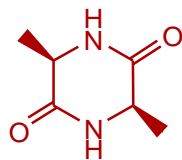
5.2 จากสูตรโมเลกุลแสดงว่า ไกลซีน 2 โมเลกุลมารวมกัน สูญเสียน้ำไป 2 โมเลกุล และไม่มีหมู่เอมีนและคาร์บอกซิลิกอิสระเหลือ แต่สามารถไฮโดรไลซ์กลับมาเป็นไกลซีนได้ สูตรโครงสร้างที่สอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าวมีเพียงสูตรเดียวคือ

สูตรโมเลกุลของไกลซีนแอนไฮไดรด์

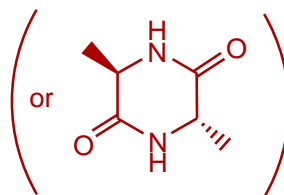
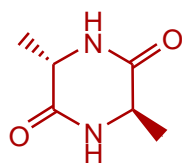
(2.0 คะแนน)



5.3 สูตรโครงสร้างของอะลานีนแอนไฮไดรด์ (2.0 คะแนน)

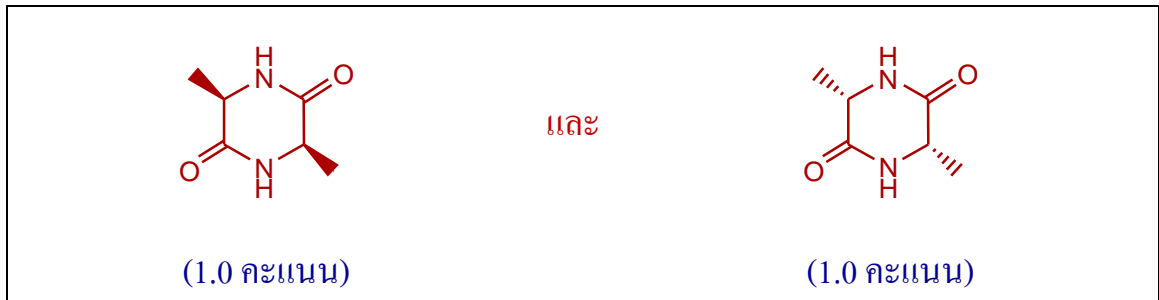


(1.0 คะแนน)



(1.0 คะแนน)

5.4 สูตรโครงสร้างของอะลานีนแอนไฮไดรด์ในข้อ 5.3 ทุกสเตอริโอไอโซเมอร์ที่สามารถหมุนระนาบแสงโพลาไรซ์ได้ (2.0 คะแนน)



5.4 ถ้านำอะลานีนแอนไฮไดรด์จากข้อ 5.3 มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทินแลร์โครมาโทกราฟี

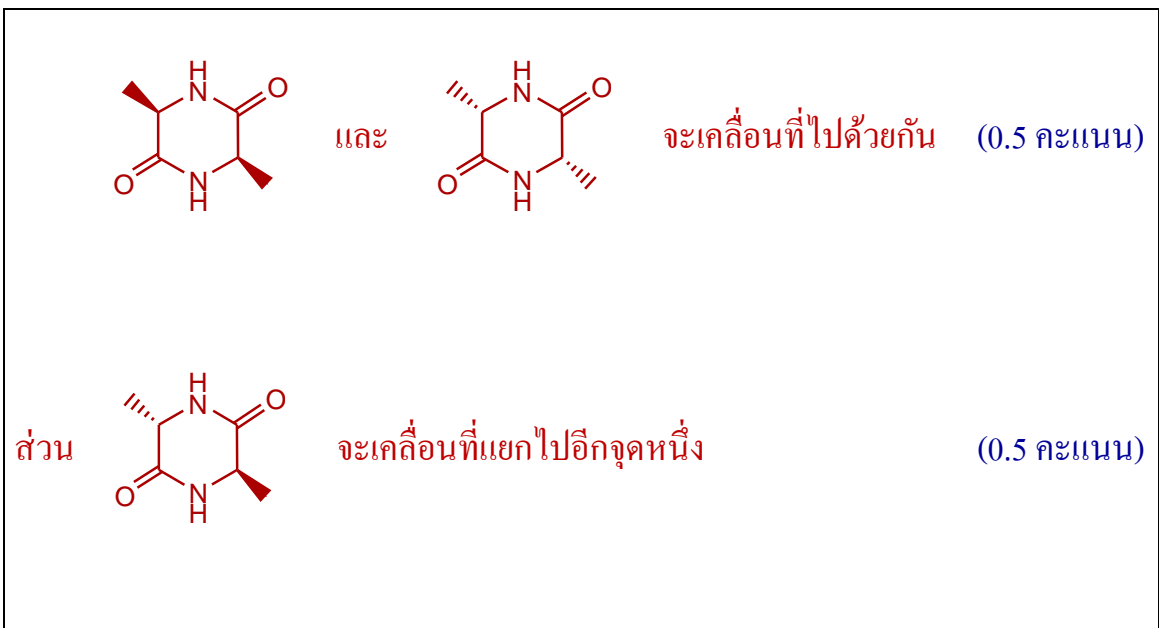
จำนวนองค์ประกอบที่สามารถแยกได้เท่ากับ

2

(1.0 คะแนน)

และสเตอริโอเคมีของสารในแต่ละองค์ประกอบเป็นดังนี้

(1.0 คะแนน)



เฉลยข้อที่ 6 (10.5 คะแนน)

6.1 (ก) พลังงานจลน์ของลูกกระสุนที่วิ่งไป

$$2.16$$

kJ

และ

$$0.516 \text{ หรือ } 0.52$$

kcal

(0.5 คะแนน)

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (1.5 คะแนน)

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1.0 \text{ คะแนน})$$

$$= \frac{1}{2}(12.0 \times 10^{-3} \text{ kg})(600 \text{ m/s})^2 \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$= 2.16 \times 10^3 \text{ J} = 2.16 \text{ kJ}$$

$$= (2.16 \text{ kJ})\left(\frac{1 \text{ kcal}}{4.184 \text{ kJ}}\right) = 0.516 \text{ kcal}$$

(ข) อุณหภูมิสุดท้ายของชิ้นไม้ที่มีกระสุนฝังอยู่

25.5

°C

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (2.5 คะแนน)

$$q = ms\Delta t \quad (1.0 \text{ คะแนน})$$

$$0.516 \text{ kcal} = \Delta t [(12.0 \times 10^{-3} \text{ kg})(0.030 \text{ kcal/kg}\cdot^\circ\text{C}) + (2.00 \text{ kg})(0.50 \text{ kcal/kg}\cdot^\circ\text{C})] \quad (1.0 \text{ คะแนน})$$

$$0.516 \text{ kcal} = \Delta t (1.0 \text{ kcal/kg}\cdot^\circ\text{C})$$

$$\Delta t = \frac{0.516 \text{ kcal}}{1.0 \text{ kcal/kg}\cdot^\circ\text{C}} = 0.52 \text{ }^\circ\text{C} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$t_{\text{final}} = (25.0 + 0.52) = 25.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

6.2 ปริมาตรของแก๊สไอเทนที่ STP ที่ต้องใช้เพื่อให้เกิดการเผาไหม้เพียงพอต่อการเปลี่ยนน้ำ

50 kg ที่ 10 °C ไปเป็นไอน้ำที่ 100 °C

3.2

m³

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (4.5 คะแนน)

น้ำ 10 °C → น้ำ 100 °C	$q = ms\Delta t$	(0.5 คะแนน)
	$= (1 \text{ g})(1 \text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C})(100 - 10) ^{\circ}\text{C}$	
	$= 90 \text{ cal/g}$	(0.5 คะแนน)
น้ำ 100 °C → ไอน้ำ 100 °C	$q = \text{ความร้อนของการระเหย}$	
	$= 540 \text{ cal/g}$	(0.5 คะแนน)
∴ ต้องใช้ความร้อนทั้งหมด	$= 90 + 540 = 630 \text{ cal/g}$	
	$= 630 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \times (50 \times 10^3 \text{ g})$	(0.5 คะแนน)
	$= 31500 \times 10^3 \text{ cal} = 31500 \text{ kcal}$	(0.5 คะแนน)
ต้องใช้ความร้อนจริง	$= 31500 \times \frac{100}{60} = 52500 \text{ kcal}$	(0.5 คะแนน)
ต้องใช้ไอเทน	$= \frac{52500 \text{ kcal}}{368 \text{ kcal/mol}} = 143 \text{ mol}$	(0.5 คะแนน)
	$V = \frac{nRT}{P}$	(0.5 คะแนน)
	$= 143 \text{ mol} \times 0.082 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{K}\cdot\text{mol}} \times \frac{273 \text{ K}}{1.00 \text{ atm}}$	(0.5 คะแนน)
	$= 3201 \text{ L} = 3.2 \text{ m}^3$	

เฉลยข้อที่ 7 (10 คะแนน)

7.1 ถ้าปฏิกิริยาเกิดอย่างสมบูรณ์จะได้แก๊ส CO₂

4.4

g

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (1.0 คะแนน)

$$\text{CaCO}_3 \ 20 \text{ g} = \frac{20}{100.0} = 0.20 \text{ mol}$$

$$\text{HCl} \ 1.0 \text{ M} \ 200 \text{ mL} = \frac{VC}{100} = \frac{200 \times 1.0}{1000} = 0.20 \text{ mol} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$



เริ่ม 0.20 0.20 - - - mol

ใช้ -0.10 -0.20 +0.10 mol (0.5 คะแนน)

$$\therefore \text{ได้ CO}_2 = 0.10 \text{ mol} = 0.10 \times 44.0 = 4.4 \text{ g}$$

7.2 ถ้าเก็บแก๊ส CO₂ ที่เกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 57 °C ความดัน 1.0 atm จะได้แก๊ส

2.7 (หรือ 2.71) L

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (0.5 คะแนน)

$$PV = nRT \quad (0.25 \text{ คะแนน})$$

$$1.0 \times V = 0.10 \times 0.082 \times (273 + 57) \quad (0.25 \text{ คะแนน})$$

$$V = 2.706 \text{ L} = 2.7 \text{ L}$$

7.3 ความดันรวมของแก๊สผสม

0.54

atm

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (1.0 คะแนน)

$$P_T = P_{\text{CO}_2} + P_{\text{H}_2\text{O}} \quad (0.25 \text{ คะแนน})$$

$$= \left(\frac{nRT}{V} \right)_{\text{CO}_2} + \left(\frac{nRT}{V} \right)_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$= \frac{RT}{V} (n_{\text{CO}_2} + n_{\text{H}_2\text{O}}) \quad (0.25 \text{ คะแนน})$$

$$= \frac{0.082 \times 300}{5.0} \left(0.10 + \frac{0.18}{18.0} \right) \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$= 0.54 \text{ atm}$$

7.4 พลังงานของปฏิกิริยาการเตรียมแก๊ส CO_2 ที่อุณหภูมิ 298 K ความดัน 1 atm

450

kJ

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (1.5 คะแนน)

สมการ (3) + (4) + (5) – (1) – 2(2); (0.5 คะแนน)

$$\Delta H = \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 - \Delta H_1 - 2\Delta H_2 \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$= -450 - 300 - 400 - (-1200) - 2(-200) \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$= 450 \text{ kJ}$$

7.5 ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา

0.11

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (1.5 คะแนน)

เริ่มต้น $\text{CaCO}_3 = 1.00 \text{ mol}$

$\text{HCl} = \frac{2.00 \text{ mol}}{5.0 \text{ L}} = 0.40 \text{ mol/L}$

ได้ $\text{H}_2\text{O} = \frac{0.40 \text{ mol}}{5.0 \text{ L}} = 0.080 \text{ mol/L}$ (0.5 คะแนน)

$$\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$$

เริ่ม	0.40	0	0	mol/L	
ใช้	-0.16			mol/L	
เกิด		0.080	0.080	mol/L	
สมดุล	0.24	0.080	0.080	mol/L	(0.5 คะแนน)

$$K = \frac{[\text{H}_2\text{O}][\text{CO}_2]}{[\text{HCl}]^2}$$

$$= \frac{(0.080)(0.080)}{(0.24)^2}$$

$$= 0.11$$
 (0.5 คะแนน)
7.6 ปริมาตรแก๊ส CO_2 ที่เกิดขึ้น

2.0 หรือ 1.97

L

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (1.5 คะแนน)

$\text{CaCO}_3 \ 40\% = \frac{40}{100} \times \frac{20.0}{100} = 0.080 \text{ mol}$ (0.5 คะแนน)

$$\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$$

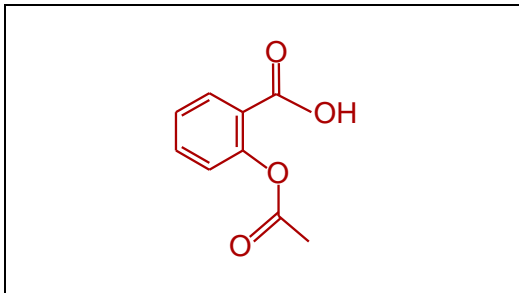
เริ่ม	0.080	excess	0	mol
เปลี่ยนแปลง	-0.080		+0.080	mol

เกิด CO_2 0.080 mol (0.5 คะแนน)

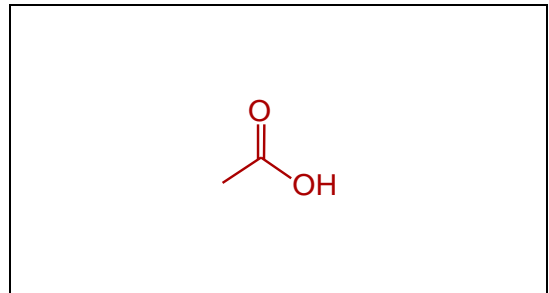
$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0.080 \times 0.082 \times 300}{1.00}$$
 (0.5 คะแนน)
$$V = 1.968 \text{ L} = 2.0 \text{ L}$$

เฉลยข้อที่ 8 (13 คะแนน)

8.1



สูตรโครงสร้างของแอสไพริน
(0.5 คะแนน)



สูตรโครงสร้างของสาร B
(0.5 คะแนน)

8.2 ใช้กรดซาลิซิลิก

0.40 หรือ 0.41

g

(0.25 คะแนน)

ใช้แอซิติคแอนไฮไดรด์

0.27 หรือ 0.28

mL

(0.25 คะแนน)

วิธีคิด (1.0 คะแนน)

มวลโมเลกุลแอสไพริน ($C_9H_8O_4$) = 180.0

แอสไพริน 0.45 g คิดเป็น = $\frac{0.45 \text{ g}}{180.0 \text{ g/mol}} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$

เนื่องจากเตรียมแอสไพรินได้เพียง 85 %

จึงควรใช้สารตั้งต้น = $\frac{2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}}{85} \times 100 = 2.9 \times 10^{-3} \text{ mol}$

คิดเป็นกรดซาลิซิลิก = $(2.9 \times 10^{-3} \text{ mol}) \times (138 \text{ g/mol}) = 0.40 \text{ g}$

และแอซิติคแอนไฮไดรด์ = $\frac{(2.9 \times 10^{-3} \text{ mol}) \times (102 \text{ g/mol})}{1.082 \text{ g/mL}} = 0.27 \text{ mL}$

8.3 เลือกคำตอบและเติมข้อความที่เหมาะสม

☐ เกิดตะกอน ☒ ไม่เกิดตะกอน (0.5 คะแนน)

ถ้าเกิดตะกอน ตะกอนที่เกิดมีสี

-

☒ สารละลายเปลี่ยนสี ☐ สารละลายไม่เปลี่ยนสี (0.25 คะแนน)

ถ้าสารละลายเปลี่ยนสี สีของสารละลายจะเป็น

ม่วง (แดง น้ำเงิน เขียว)

(0.25 คะแนน)

8.4 ค่า pK_a ของกรดซาลิซิลิก

3.00

(0.5 คะแนน)

สารที่มีความเป็นกรดแรงกว่า คือ

กรดซาลิซิลิก

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (1.5 คะแนน)



$$K_a = \frac{[\text{Sal}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{Sal-H}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{Sal-H}]}$$

$$C_{\text{Sal-H}} = \frac{0.138 \text{ g}}{138 \text{ g/mol}} \times \frac{1}{0.500 \text{ L}} = 2.00 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad (0.25 \text{ คะแนน})$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 1.00 \times 10^{-3} \text{ M} \quad (0.25 \text{ คะแนน})$$

แทนค่า K_a และ $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ลงในสมการ K_a จะได้

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{Sal-H}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C_{\text{Sal-H}} - [\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{(1.00 \times 10^{-3})^2}{(2.00 \times 10^{-3}) - (1.00 \times 10^{-3})} = 1.00 \times 10^{-3} \quad (1.0 \text{ คะแนน})$$

$$\text{p}K_a = -\log K_a = 3.00$$

8.5 จุด A คือ สาร

แอสไพริน

(0.5 คะแนน)

จุด B คือ สาร

กรดซาลิซิลิก

(0.5 คะแนน)

$$8.6 \quad R_f = \frac{\text{distance for spot A}}{\text{distance for mobile phase}} = \frac{(6.0 - 2.0) \text{ cm}}{(12.0 - 2.0) \text{ cm}} = 0.40$$

ค่า R_f ของจุด A

0.40

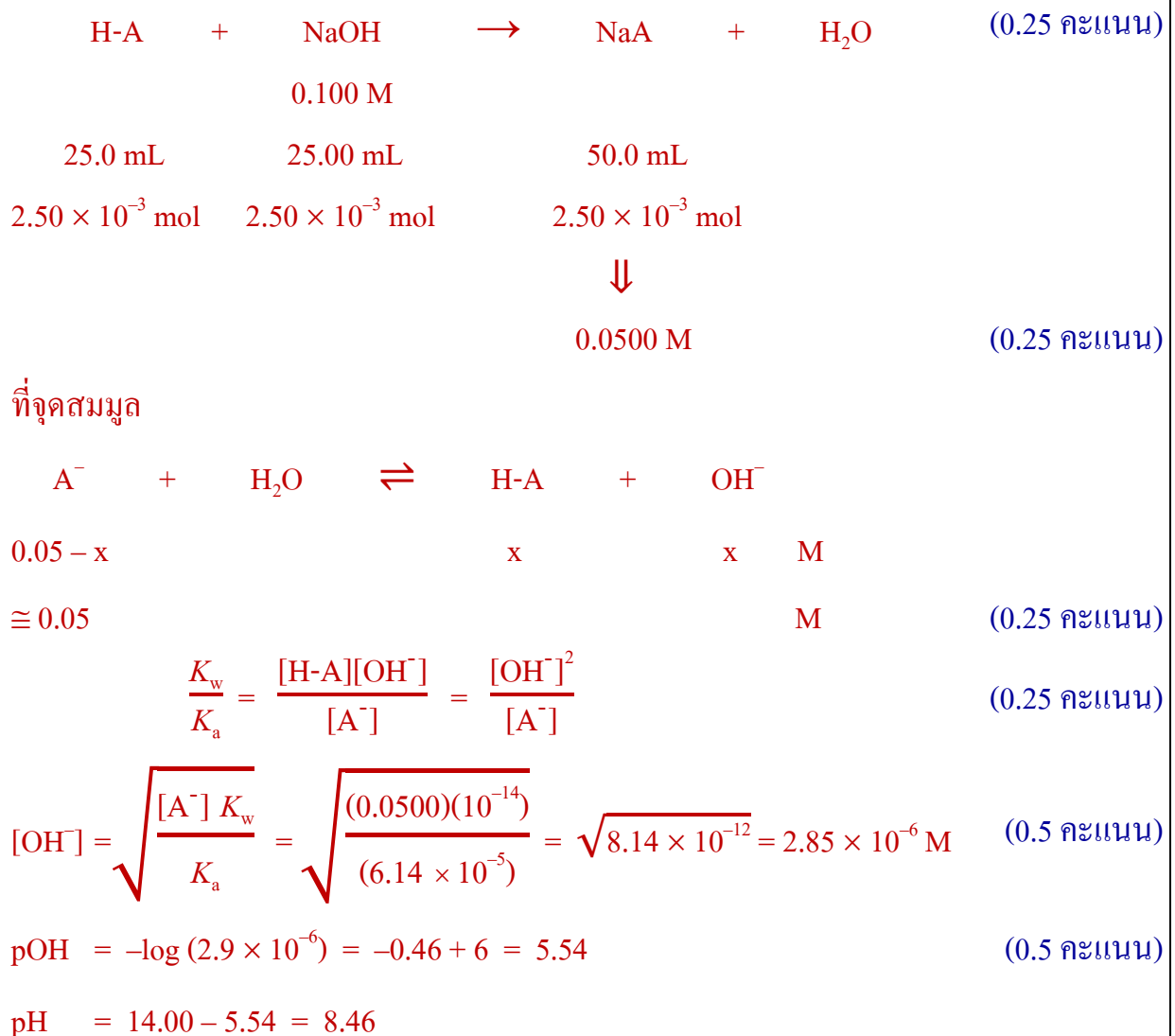
(1.0 คะแนน)

8.7 ค่า pH ที่จุดสมมูล

8.46 (8.44 – 8.47)

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (2.0 คะแนน)



8.8 อินดิเคเตอร์ที่ควรเลือกใช้คือ

ฟีนอล์ฟทาลีน

(0.5 คะแนน)

ที่จุดยุติสารละลายเปลี่ยนจาก

ไม่มีสี

เป็น

ชมพูอ่อน (หรือแดง)

(0.25 + 0.25 คะแนน)

8.9 ร้อยละโดยน้ำหนักของกรดอ่อนในสารตัวอย่าง

61.0 (60.0 – 62.0)

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (1.0 คะแนน)

กรดโมโนโปรติกจะทำปฏิกิริยากับ NaOH ด้วยสัดส่วนจำนวนโมล 1:1

(จาก 8.7) mol NaOH ที่ใช้ = 2.50×10^{-3} mol

(0.5 คะแนน)

ดังนั้น mol ของกรดอ่อน = 2.50×10^{-3} molคิดเป็นกรดอ่อน = 2.50×10^{-3} mol \times 122 g/mol = 0.305 gร้อยละของกรดอ่อนในสารตัวอย่าง = $\frac{0.305 \text{ g}}{0.500 \text{ g}} \times 100 \%$

(0.5 คะแนน)

= 61.0 %

เฉลยข้อที่ 9 (5 คะแนน)

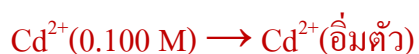
9.1 เครื่องปฏิกรณ์ที่ขั้วไฟฟ้า

(0.5 คะแนน)



9.2 ปฏิกิริยาของเซลล์

(0.5 คะแนน)



9.3 ค่าคงที่ผลคูณการละลาย (K_{sp}) ของ CdCO_3

$$2.6 \times 10^{-14} \text{ หรือ } 1.7 \times 10^{-14}$$

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (3.5 คะแนน)

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

หรือ $E_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cell}} - \frac{0.059}{n} \log Q$ (0.5 คะแนน)

$$0.174 = 0 - \frac{0.059}{2} \log \frac{[\text{Cd}^{2+}(\text{อิ่มตัว})]}{[0.100]} \quad (1.0 \text{ คะแนน})$$

$$\frac{0.174}{0.030} \text{ หรือ } \frac{0.174}{0.0295} = -\log [\text{Cd}^{2+}(\text{อิ่มตัว})] + \log [0.100] \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$5.80 \text{ หรือ } 5.90 = -\log [\text{Cd}^{2+}(\text{อิ่มตัว})] - 1.00$$

$$\log [\text{Cd}^{2+}(\text{อิ่มตัว})] = -1.00 - 5.80 = -6.80 = -7 + 0.20 \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$\text{หรือ } = -1.00 - 5.90 = -6.90 = -7 + 0.10$$

จากตาราง logs: $[\text{Cd}^{2+}(\text{อิ่มตัว})] = 1.6 \times 10^{-7} \text{ หรือ } 1.3 \times 10^{-7}$ (0.5 คะแนน)

$$K_{\text{sp}} = [\text{Cd}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

$$K_{\text{sp}} = (1.6 \times 10^{-7})(1.6 \times 10^{-7}) = 2.6 \times 10^{-14}$$

$$\text{หรือ } K_{\text{sp}} = (1.3 \times 10^{-7})(1.3 \times 10^{-7}) = 1.7 \times 10^{-14}$$

เฉลยข้อที่ 10 (5 คะแนน)

ปริมาณออกซิเจนในน้ำตัวอย่าง

3.92

mg/L

(1.0 คะแนน)

วิธีคิด (4.0 คะแนน)

$\text{DO} = \frac{24.25}{1000} \text{ L Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ soln} \times \frac{0.00101 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ L Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ sol}^n} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{4 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times \frac{32.0 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2}$ $\times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \times \frac{1}{50.00 \text{ mL sample}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 3.92 \text{ mg O}_2/\text{L}$			
หรือ			
1. คุณสมบัติการให้ต่อเนื่อง	$2\text{Mn}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightarrow 2\text{Mn(OH)}_2$ $2\text{Mn(OH)}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{MnO}_2 + 4\text{I}^- + 8\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 2\text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ $2\text{I}_2 + 4\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2\text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 4\text{I}^-$	0.5 คะแนน	
2. หาจำนวนโมลของ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้ในการไทเทรต	$\frac{24.25}{1000} \text{ L Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ soln} \times \frac{0.00101 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ L Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ sol}^n}$ $= 2.45 \times 10^{-5} \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	1.0 คะแนน	
3. หาจำนวนโมลของ O_2 ในน้ำ 50.00 mL	$= 2.45 \times 10^{-5} \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{4 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ $= 6.13 \times 10^{-6} \text{ mol O}_2$	1.0 คะแนน	
4. หามิลลิกรัมของ O_2 ในน้ำ 50.00 mL	$= 6.13 \times 10^{-6} \text{ mol O}_2 \times \frac{32.0 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}}$ $= 0.196 \text{ mg O}_2$	1.0 คะแนน	
5. หามิลลิกรัมของ O_2 ในน้ำ 1 L	$= 0.196 \text{ mg O}_2 \times \frac{1}{50.00 \text{ mL sample}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}}$ $= 3.92 \text{ mg O}_2/\text{L}$	0.5 คะแนน	

เฉลยข้อที่ 11 (7 คะแนน)

11.1 ค่าคงที่สมดุล $K_f(A)$ =

$$4.06 \times 10^{-2}$$

(0.5 คะแนน)

อัตราส่วน $\frac{[PbT^-]}{[HT^{2-}]}$ =

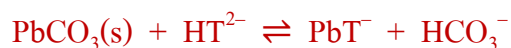
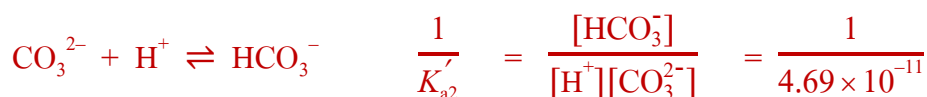
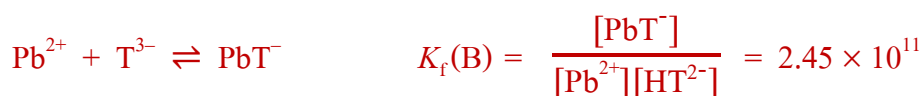
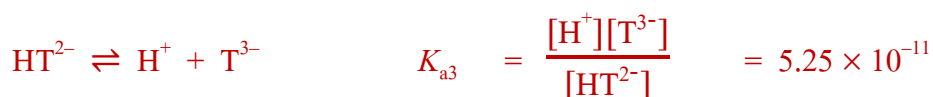
$$40.6$$

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (3.0 คะแนน)

1) หาสมการ $PbCO_3(s) + HT^{2-} \rightleftharpoons PbT^- + HCO_3^-$ $K_f(A)$ (2.0 คะแนน)

จากการรวมสมดุลต่อไปนี้



2) หาค่าคงที่สมดุลของสมการ $K_f(A)$ (0.5 คะแนน)

$$K_f(A) = \frac{[PbT^-][HCO_3^-]}{[HT^{2-}]} = \frac{K_{sp} K_{a3} K_f(B)}{K'_{a2}} = 4.06 \times 10^{-2}$$

3) หาอัตราส่วน $\frac{[PbT^-]}{[HT^{2-}]}$ (0.5 คะแนน)

$$\frac{[PbT^-]}{[HT^{2-}]} = \frac{K_f(A)}{[HCO_3^-]} = \frac{4.06 \times 10^{-2}}{1.00 \times 10^{-3}} = 40.6$$

11.2 ความเข้มข้นของ Pb(II) ในน้ำ

20

mg/L

(0.5 คะแนน)

วิธีคิด (1.0 คะแนน)

$$\text{ความเข้มข้นรวมของ Na}_3\text{T} = \frac{25 \times 10^{-3} \text{ g}}{257 \text{ g/mol}} = 9.7 \times 10^{-5} \text{ M} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

เนื่องจาก Na₃T เกือบทั้งหมดอยู่ในรูป PbT⁻ ความเข้มข้นของ PbT⁻ จึงเท่ากับ $9.7 \times 10^{-5} \text{ M}$

$$\begin{aligned} \text{ตะกั่วที่ละลายน้ำ} &= 9.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \times 207 \text{ g/mol} \times 10^3 \text{ mg/g} \\ &= 20 \text{ mg/L} \end{aligned} \quad (0.5 \text{ คะแนน})$$

11.3 จากผลที่คำนวณได้ในข้อที่ 11.1 และ 11.2

Na₃T ☒ มีผลกระทบ ☐ ไม่มีผลกระทบ ต่อสิ่งแวดล้อม (0.5 คะแนน)

เหตุผล (1.0 คะแนน)

เพราะถ้าแหล่งน้ำมี Na₃T ปนเปื้อน ตะกั่วในดินตะกอนจะละลายออกมาในรูปของ สารเชิงซ้อนและแพร่กระจายออกไปทั่ว