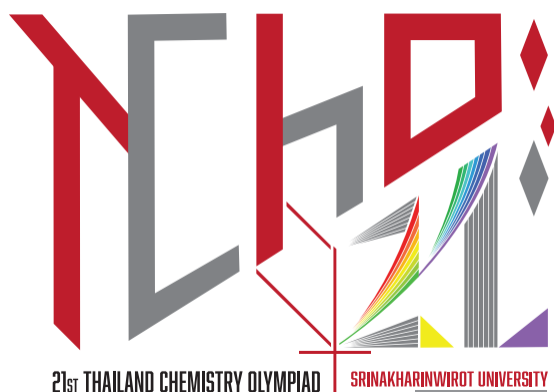
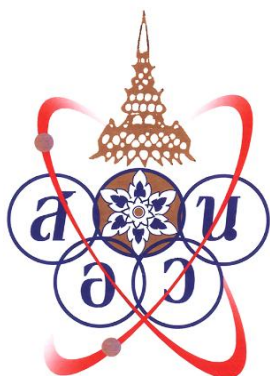




การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 21

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วันอังคารที่ 20 พฤษภาคม 2568

เวลา 09.00 – 14.00 น.

กระดาษคำตอบภาคทฤษฎี

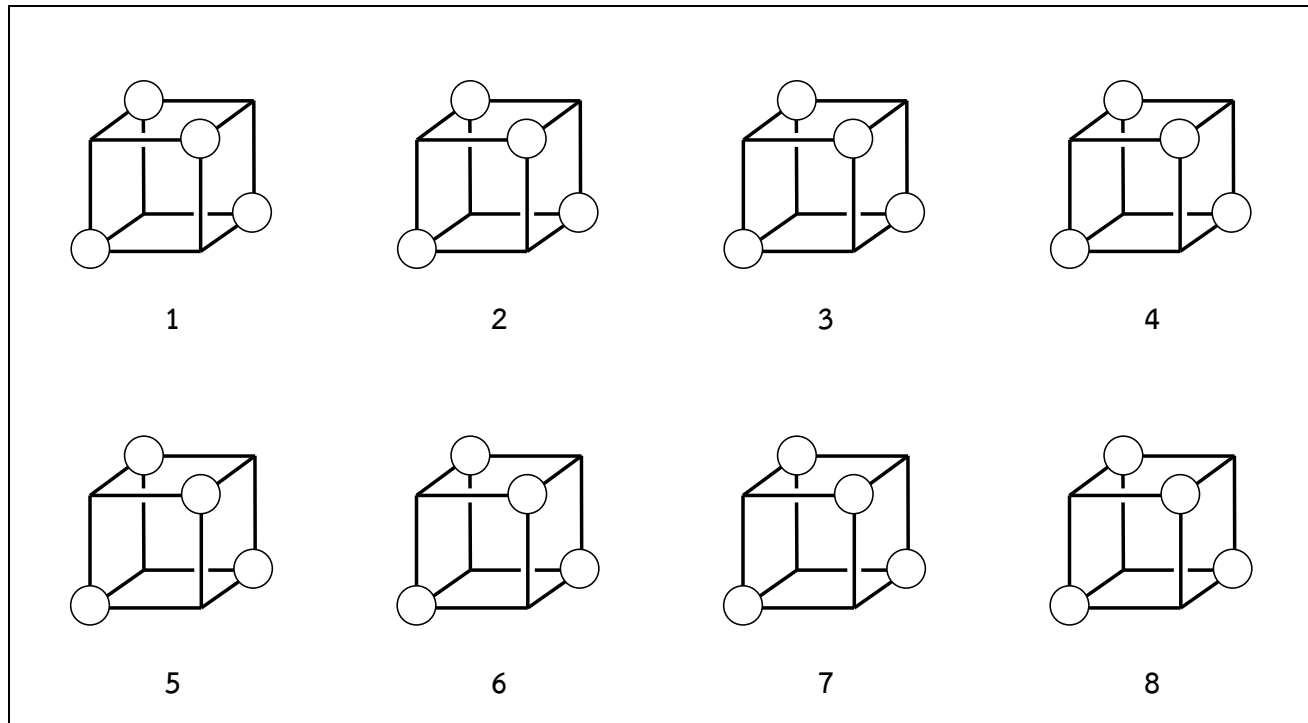
เลขประจำตัวสอบ \_\_\_\_\_

## คำตอบข้อที่ 1 (9 คะแนน)

## 1.1 (1 คะแนน)

1.1.1 โครงสร้างลิวิธของ silicide ( $\text{Si}_4^{4-}$ ) ที่เป็นไปตามกฎออกเตต คือ

1.1.2 สูตรเคมีของ sodium silicide คือ

1.2 (2 คะแนน) รูปแสดงการรวมกันของออร์บิทัลเชิงโมเลกุลของ  $\text{SiH}_4$ 

1.3 (2 คะแนน) ปฏิกริยาระหว่าง  $\text{SiO}_2$  กับ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 

## 1.3.1 อัตราส่วนโดยโมล 1:1

สมการเคมีที่เกิดขึ้น

โครงสร้างลิวอิสของ  
แอนไอออนของ  
ผลิตภัณฑ์

## 1.3.2 อัตราส่วนโดยโมล 1:2

สมการเคมีที่เกิดขึ้น

โครงสร้างลิวอิสของ  
แอนไอออนของ  
ผลิตภัณฑ์

## 1.4 (2 คะแนน)

## 1.4.1 สูตรเคมีของหน่วยซ้ำในพอลิเมอร์ A คือ

## 1.4.2 สูตรเอมพิริคัลของ kaolinite คือ

1.4.3 โครงสร้างพอลิเมอร์ของ  $\text{Si}_4\text{O}_{11}^{x-}$ ค่า  $x =$

## 1.5 (2 คะแนน)

mol% ของ talc ในแร่ผสม =

วิธีคำนวณ

## คำตอบข้อที่ 2 (11 คะแนน)

## 2.1 (6.5 คะแนน)

2.1.1 เลขโคออร์ดิเนชัน = 2.1.2 มีมวล =  kg  
(ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

วิธีคำนวณ

2.1.3 ความหนาแน่น =  g cm<sup>-3</sup> โลหะด้านใน คือ   
(ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง) (ตอบเป็นสัญลักษณ์ธาตุ)2.1.4 อัตราส่วนโดยโมล Au : Cu = 

วาดตำแหน่ง Au และ Cu ที่ระยะต่าง ๆ ตามแกน z ลงบนหน่วยเซลล์ที่เตรียมไว้ให้

ใช้ ● แทน Au และ ○ แทน Cu

| z = 0                                                                                     | z = 1/4                                                                                   | z = 1/2                                                                                   | z = 3/4                                                                                   | z = 1                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div> | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div> | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div> | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div> | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div> |

เลขประจำตัวสอบ \_\_\_\_\_

## 2.2 (2.5 คะแนน)

2.2.1 ตัวออกไซด์ คือ

☐ ทองคำ☐ กรดไฮโดรคลอริก☐ กรดไนตริก☐ tetrachloridoaurate(III) anion☐ ไนโตรเจนไดออกไซด์

จำนวนอิเล็กตรอน =

 mol

## 2.2.2 สมการแสดงปฏิกิริยา

2.2.3 ขนาดมุมพันธะ

 <  < 

## 2.3 (2 คะแนน)

2.3.1 วาดตำแหน่ง  $\text{Fe}^{2+}$  และ  $\text{S}_2^{2-}$  ที่ระยะต่าง ๆ ตามแกน z ลงบนหน่วยเซลล์ที่เตรียมไว้ให้ใช้ ● แทน  $\text{Fe}^{2+}$  และ ✕ แทน  $\text{S}_2^{2-}$ 

| $z = 0$              | $z = 1/4$            | $z = 1/2$            | $z = 3/4$            | $z = 1$              |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

2.3.2 สูตรเคมีของสารประกอบออกไซด์ของเหล็ก คือ

## คำตอบข้อที่ 3 (5 คะแนน)

คอลัมน์ ก

|                      |    |                                                      |
|----------------------|----|------------------------------------------------------|
| <input type="text"/> | 1  | $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$                   |
| <input type="text"/> | 2  | $\text{VO}(\text{acac})_2$                           |
| <input type="text"/> | 3  | $\text{K}_3\text{CrCl}_6$                            |
| <input type="text"/> | 4  | $\text{KMnO}_4$                                      |
| <input type="text"/> | 5  | $\text{Fe}(\text{bipy})_2(\text{SCN})_2$             |
| <input type="text"/> | 6  | $\text{K}_3\text{CuF}_6$                             |
| <input type="text"/> | 7  | $\text{Co}(\text{en})_3\text{Cl}_3$                  |
| <input type="text"/> | 8  | $\text{K}_4\text{Ni}(\text{CN})_4$                   |
| <input type="text"/> | 9  | $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5(\text{NO}_2)]\text{Cl}_2$ |
| <input type="text"/> | 10 | $\text{K}_2\text{Ni}(\text{CN})_4$                   |

คอลัมน์ ข

- A. เลขโคออร์ดิเนชัน = 3  
 B. เลขออกซิเดชันของอะตอมกลาง = +3  
 C. มีอิเล็กตรอนเดี่ยว 1 ตัว  
 D. มีอิเล็กตรอนเดี่ยว 4 ตัว  
 E. มีอิเล็กตรอนเดี่ยวเท่ากับเลขออกซิเดชันของอะตอมกลาง  
 F. มี geometrical isomer  
 G. มี linkage isomer  
 H. bidentate ligand  
 I. diamagnetic  
 J. d-orbital splitting แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม  
 K. d-orbital splitting มี 4 กลุ่มที่  $d_{z^2}$  ต่ำกว่า  $d_{xy}$   
 L. d-orbital splitting มี 4 กลุ่มที่  $d_{z^2}$  สูงกว่า  $d_{xy}$   
 M. มีอิเล็กตรอนใน d orbital 4 ตัว  
 N. มีอิเล็กตรอนใน d orbital 7 ตัว  
 O. มีอิเล็กตรอนใน d orbital 10 ตัว

สำหรับทด

|    |    |    |            |    |
|----|----|----|------------|----|
| A: | D: | G: | J (tbp):   | M: |
| B: | E: | H: | K (sq pl): | N: |
| C: | F: | I: | L (sq py): | O: |

## คำตอบข้อที่ 4 (5 คะแนน)

4.1 (1 คะแนน) ลำดับความแข็งแรงของพันธะในสารเชิงซ้อน 1-4 จากมากไปน้อย ตอบโดยใช้ตัวเลข 1-4

ความแข็งแรงของพันธะ M-N:  >  >  >

4.2 (0.5 คะแนน)

ฟีก (x) คือ ☐ Pt—N ☐ Pt—Cl

ฟีก (y) คือ ☐ Pt—N ☐ Pt—Cl

4.3 (0.5 คะแนน)

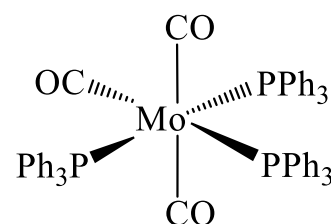
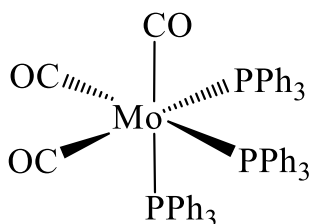
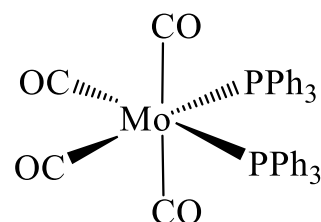
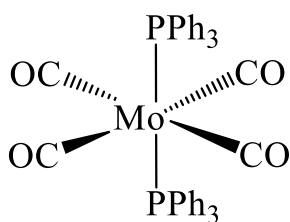
CO มีอันดับพันธะ =   $\pi$ -backbonding ทำให้อันดับพันธะ ☐ มากขึ้น ☐ เท่าเดิม ☐ ลดลง

4.4 (1 คะแนน)

ฟีก a) คือ CO ใน ☐ Cr(CO)<sub>6</sub> ☐ [Mn(CO)<sub>6</sub>]<sup>+</sup> ☐ [Fe(CO)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup> ☐ [V(CO)<sub>6</sub>]<sup>-</sup>

ฟีก b) คือ CO ใน ☐ Cr(CO)<sub>6</sub> ☐ [Mn(CO)<sub>6</sub>]<sup>+</sup> ☐ [Fe(CO)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup> ☐ [V(CO)<sub>6</sub>]<sup>-</sup>

4.5 (2 คะแนน) ทำสัญลักษณ์ (วงกลม สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม หรือเครื่องหมายอื่น ๆ) เพื่อจำแนกสภาพแวดล้อมของ CO ทุกตัวในแต่ละสารเชิงซ้อน โดย CO ในแต่ละสารเชิงซ้อนที่อยู่ในสภาพแวดล้อมแบบเดียวกันต้องใช้สัญลักษณ์เดียวกัน



## คำตอบข้อที่ 5 (10 คะแนน)

5.1 (1.5 คะแนน)  $K_{sp}$  ของ  $\text{AgBr(s)}$  ที่อุณหภูมิ  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  =(ตอบในรูป  $A.B \times 10^C$ )

วิธีคำนวณ

5.2 (1 คะแนน) ไม่ใช่  $\text{AgF}$  เป็นสารเคลือบฟิล์มเพราะ

- ☐ เกลือ  $\text{AgF}$  ไม่ละลายน้ำ
- ☐ เกลือ  $\text{AgF}$  ละลายน้ำได้ดี
- ☐ เกลือ  $\text{AgF}$  เสถียรในทางอุณหพลศาสตร์ (เทียบกับโลหะ  $\text{Ag}$  และแก๊ส  $\text{F}_2$ )
- ☐ เกลือ  $\text{AgF}$  ไม่เสถียรในทางอุณหพลศาสตร์ (เทียบกับโลหะ  $\text{Ag}$  และแก๊ส  $\text{F}_2$ )

คำอธิบาย

5.3 (1.5 คะแนน) ต้องมี  $\nu$  อย่างน้อยประมาณ

THz

วิธีคำนวณ

5.4 (1 คะแนน) ต้องใช้โฟตอนอย่างน้อย

อนุภาค

คำอธิบาย

5.5 (1 คะแนน) Ag ปริมาณน้อยมากที่อยู่บนผลึก AgBr ทำหน้าที่...

☐ ตัวเร่งปฏิกิริยา

☐ สารมัธยันตร์

☐ ตัวหน่วงปฏิกิริยา

☐ สารตั้งต้น

☐ ผลิตภัณฑ์

☐ ขั้วไฟฟ้า

เลขประจำตัวสอบ \_\_\_\_\_

5.6 (2 คะแนน)

 $T_1 =$   Kพลังงานก่อกัมมันต์ ( $E_a$ ) =   $\text{kJ mol}^{-1}$ 

วิธีคำนวณ

5.7 (1 คะแนน) ภาพบนฟิล์มจะมีลักษณะเป็น


☐

☐

☐
5.8 (1 คะแนน)  $K$  ของปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ  $25^\circ\text{C}$  = 

เลขประจำตัวสอบ \_\_\_\_\_

## คำตอบข้อที่ 6 (10 คะแนน)

6.1 (1 คะแนน) फिल्मของ AgBr เกิดขึ้นที่ ☐ แอโนด ☐ แคโทด ☐ ขั้วบวก ☐ ขั้วลบ

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยา

6.2 (1.5 คะแนน) เลขชี้กำลัง  $x =$

ความหนาแน่นกระแส =

$\text{mA cm}^{-2}$

วิธีคำนวณ

6.3 (2.5 คะแนน) ศักย์ไฟฟ้าของปฏิกิริยา ( $E_{\text{rxn}}$ ) =  V

วิธีคำนวณ

ความต้านทานของสารละลาย ( $R_s$ ) =   $\Omega$

วิธีคำนวณ

หากไม่สามารถคำนวณค่าความต้านทานของสารละลายได้ ให้ใช้ค่า  $6.3 \Omega$  ในการคำนวณขั้นถัดไป

6.4 (1.5 คะแนน) ความหนาของฟิล์มบนผิวขั้ว =   $\mu\text{m}$   
(ตอบเลขนัยสำคัญ 3 ตัว)

วิธีคำนวณ

หากไม่สามารถคำนวณค่าความหนาของฟิล์มได้ ให้ใช้ค่า  $6.40 \mu\text{m}$  ในการคำนวณขั้นถัดไป

เลขประจำตัวสอบ \_\_\_\_\_

6.5 (2 คะแนน) ความหนาแน่นของฟิล์ม =  g cm<sup>-3</sup>

วิธีคำนวณ

6.6 (1.5 คะแนน) ทำเครื่องหมายเพื่อเลือกข้อความที่อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการเกิดฟิล์ม AgBr ได้ถูกต้อง

- ที่ความเข้มข้นของ Br<sup>-</sup> เท่ากับ 9.00 mM
  - อัตราการเกิดปฏิกิริยาครั้งที่ เนื่องจาก ☐ การถ่ายโอนอิเล็กตรอนบนผิวชั่วเกิดได้ช้า ☐ การเคลื่อนที่ของ Br<sup>-</sup> มายังผิวชั่วเกิดได้ช้า
  - ถ้าอยากให้ฟิล์มถึงความหนาที่ต้องการไวขึ้น ต้องหมุนจานชั่วให้ ☐ เร็วขึ้น ☐ ช้าลง
  - ศักย์ไฟฟ้าของปฏิกิริยามีค่า ☐ น้อยกว่า ☐ เท่ากับ ☐ มากกว่า  $E_{\text{rxn}}$  ในข้อ 6.3
- ที่ความเข้มข้นของ Br<sup>-</sup> เท่ากับ 1.00 M เมื่อให้ความต่างศักย์เพิ่มขึ้นด้วยอัตราคงที่  $\sigma = 150 \text{ mV s}^{-1}$ 
  - การถ่ายโอนอิเล็กตรอนบริเวณผิวชั่วเกิดได้ ☐ เร็วกว่า ☐ ช้ากว่า การเคลื่อนที่ของ Br<sup>-</sup> มายังผิวชั่ว
  - ศักย์ไฟฟ้าของปฏิกิริยามีค่า ☐ น้อยกว่า ☐ เท่ากับ ☐ มากกว่า  $E_{\text{rxn}}$  ในข้อ 6.3
  - ความชันของเส้นตรงในช่วงแรกของการเกิดฟิล์มจะมีค่า ☐ สูงขึ้น ☐ เท่าเดิม ☐ ต่ำลง
  - ความหนาแน่นกระแสที่จุดสูงสุดจะมีค่า ☐ น้อยกว่า ☐ เท่ากับ ☐ มากกว่า ค่าที่แสดงในกราฟ

## คำตอบข้อที่ 7 (10 คะแนน)

7.1 (2.5 คะแนน) พลังงานต่อกิโลกรัมที่ได้ =  MJ kg<sup>-1</sup>

(ตอบเลขนัยสำคัญ 3 ตัว)

วิธีคำนวณ

## 7.2 (5 คะแนน)

7.2.1 ความดันสูงสุดภายในกระบอกสูบ =  atm  
(ตอบเป็นจำนวนเต็ม)

วิธีคำนวณ

7.2.2 งานจากกระบวนการผันกลับไม่ได้ =  kJ (ตอบเลขนัยสำคัญ 3 ตัว)

งานจากกระบวนการ isothermal =  kJ (ตอบเลขนัยสำคัญ 3 ตัว)

วิธีคำนวณ

7.3 (2.5 คะแนน) อุณหภูมิสุดท้ายภายในภาชนะ =  °C  
(ตอบเป็นจำนวนเต็ม)

วิธีคำนวณ

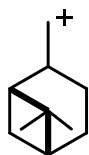
## Answer to Problem 8 (10 points)

## 8.1 (7 points) Structures of Compounds and Intermediate A-H and Reagent X.

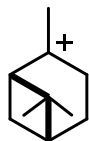
|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| Compound A                    | Reagent X  |
| Intermediate B                | Compound C |
| Compound D                    | Compound E |
| Compound F                    | Compound G |
| Compound H (Methyl jasmonate) |            |

## 8.2 (3 points)

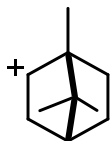
List of possible intermediates



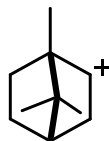
**A**



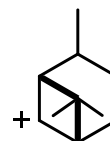
**B**



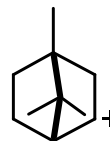
**C**



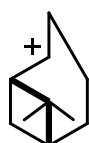
**D**



**E**



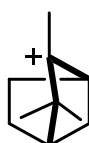
**F**



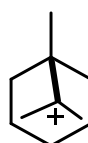
**G**



**H**



**I**



**J**



**K**



**L**

Intermediate involved (in order):



Draw the mechanism using the corresponding intermediates you selected.

## Answer to Problem 9 (10 points)

9.1 (2.5 points) Suggest a mechanism for step 1.

9.2 (1.5 points) Rate of acidic deprotection (add > or < in the box) : DMT  trityl

Explanation about why DMT is easily removed in acid, and if trityl is deprotected in a faster or slower rate than DMT.

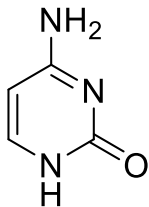
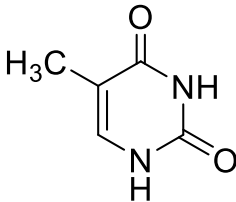
9.3 (3.5 points) Provide the structures and/or identities of these compounds.

|            |                                                                                          |                                                                                          |  |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Compound A |                                                                                          | Compound B                                                                               |  |
| Reagent I  | Reagent II                                                                               | Reagent II                                                                               |  |
|            | Is compound C required here?<br><input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No | Is compound C required here?<br><input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No |  |

9.4 (2.5 points) Nucleobase A is

Nucleobase B is

Write chemical shift values next to the protons of the structures shown below.

|                                                                                                            |                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>cytosine</b></p> |  <p><b>thymine</b></p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Answer to Problem 10 (10 points)

10.1 (6 points) Draw the structures of **Compounds A, B, C, E, Reagent X**, and the isomer of **D**.

|            |             |
|------------|-------------|
| Compound A | Compound B  |
| Compound C | Compound E  |
| Reagent X  | Isomer of D |

10.2 (2 points) Draw a mechanism of the formation of **Compound G**.

|  |
|--|
|  |
|--|

10.3 (2 points) Correct and incorrect statements are indicated with ☒ and ☐, respectively.

- ☐ a. **Compound D** shows 8 signals in the  $^{13}\text{C}$  NMR spectrum.
- ☐ b. A mass spectrum of **Compound D** shows the  $[M^{+\bullet}]$  and  $[M+2^{+\bullet}]$  peaks of a roughly equal intensity.
- ☐ c. In an IR spectrum of **Compound F**, there is a similar IR peak to that of **Compound B** around  $1700\text{ cm}^{-1}$ . However, that of **F** is observed at a lower wavenumber.
- ☐ d. There are 5 types of non-equivalent protons shown in the  $^1\text{H}$  NMR spectrum of the starting compound (fluorobenzene).
- ☐ e. If there is a mixture between **Compound B** and **Compound D**, they can be separated by liquid/liquid extraction.
- ☐ f. The  $^1\text{H}$  signal for the  $-\text{CH}_3$  group of **Compound F** appears further upfield than the  $^1\text{H}$  signal for the  $-\text{CH}_3$  groups of dabrafenib.
- ☐ g. **Compound E** would not dissolve well in an acidic solution while **Compound D** would.
- ☐ h. The  $^1\text{H}$  signals for the  $-\text{CH}_3$  groups of dabrafenib show the same multiplicity as that of **Compound D**.

## คำตอบข้อที่ 11 (15 คะแนน)

11.1 (2 คะแนน) สูตรโมเลกุลของ  $H_2A$ สูตรโครงสร้างของ  $H_2A$ 

|  |
|--|
|  |
|  |

11.2 (3 คะแนน)

pH =

|  |
|--|
|  |
|--|

วิธีคำนวณ

|  |
|--|
|  |
|--|

|                  |                            |   |   |   |
|------------------|----------------------------|---|---|---|
| 11.3 (1.5 คะแนน) | Acidic proton ลำดับที่     | 1 | 2 | 3 |
|                  | ระบุอักษรของโปรตอน (a - o) |   |   |   |
|                  | ช่องละ 1 ตัวอักษรเท่านั้น  |   |   |   |

11.4 (0.5 คะแนน) รูปที่พบมากที่สุดคือ ☐  $H_3L$  ☐  $H_2L^-$  ☐  $HL^{2-}$  ☐  $L^{3-}$

11.5 (1 คะแนน) สภาพละลายได้ของ  $Fe(OH)_3$  =  M

11.6 (3 คะแนน)  $K_f$  =   
(ตอบเลขนัยสำคัญ 2 ตัว)

วิธีคำนวณ

11.7 (4 คะแนน)

 $[\text{Fe}^{3+}]$  ในสารละลาย =

|  |
|--|
|  |
|--|

M

 $[\text{Fe}^{3+}]$  ในเจล =

|  |
|--|
|  |
|--|

M

 $[\text{Fe}(\text{H}_3\text{L})^{3+}]$  ในเจล =

|  |
|--|
|  |
|--|

M

(ตอบเลขนัยสำคัญ 3 ตัว)

วิธีคำนวณ

|  |
|--|
|  |
|--|

## คำตอบข้อที่ 12 (15 คะแนน)

12.1 (3.5 คะแนน) จากการทดลองของนักเรียน#1

12.1.1 สูตรเคมีของตะกอน คือ

|  |
|--|
|  |
|--|

12.1.2 ความเข้มข้นของซัลเฟตในน้ำตัวอย่าง T1 =

|  |       |
|--|-------|
|  | mol/L |
|  | mg/L  |

ความเข้มข้นของซัลเฟตในน้ำตัวอย่าง T1 =

วิธีคำนวณ

|  |
|--|
|  |
|--|

## 12.2 (4 คะแนน) จากการทดลองของนักเรียน#2

12.2.1 สีของสารละลาย : ก่อนไทเทรต

ที่จุดยุติ

12.2.2 ความเข้มข้นของซัลเฟตในน้ำตัวอย่าง T2 =

mg/L

วิธีคำนวณ

**12.3 (5.5 คะแนน) จากการทดลองของนักเรียน#3****12.3.1** สูตรเคมีของตะกอน คือ

|  |
|--|
|  |
|--|

**12.3.2** ความเข้มข้นของซิลไฟต์ในน้ำทิ้ง B1 = 

|  |
|--|
|  |
|--|

 mol/Lความเข้มข้นของซิลไฟต์ในน้ำทิ้ง B1 = 

|  |
|--|
|  |
|--|

 mg/L

วิธีคำนวณ

|  |
|--|
|  |
|--|

## 12.4 (1.5 คะแนน) จากการทดลองของนักเรียน#4

ความเข้มข้นของซัลไฟต์ในน้ำทิ้ง B2 =  mg/L

วิธีคำนวณ

## 12.5 (0.5 คะแนน) น้ำทิ้งจากอาคารทั้ง 2 ตัวอย่าง มีค่าซัลไฟต์ผ่านเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งหรือไม่

- ☐ ผ่านเกณฑ์เฉพาะน้ำทิ้ง B1
- ☐ ผ่านเกณฑ์เฉพาะน้ำทิ้ง B2
- ☐ ผ่านเกณฑ์ทั้ง 2 ตัวอย่าง
- ☐ ไม่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 2 ตัวอย่าง

⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕