

การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 22

คณะวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยทักษิณ

วันเสาร์ที่ 4 เมษายน 2569

เวลา 09.00 – 14.00 น.

กระดาษคำตอบภาคทฤษฎี

เลขประจำตัวสอบ _____

คำตอบข้อที่ 1 (10 คะแนน)

1.1 (1 คะแนน) ความเข้มข้นของ CO_2 ในน้ำ = M

วิธีคำนวณ

1.2 (3 คะแนน) ความเข้มข้นของไอออนในหน่วย meq L^{-1} (ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

Na^+

K^+

Mg^{2+}

Ca^{2+}

HCO_3^-

CO_3^{2-}

Cl^-

SO_4^{2-}

วิธีคำนวณ

หากไม่เขียนค่าความเข้มข้นในกล่องคำตอบของไอออนชนิดใด ให้ใช้ค่าต่อไปนี้ในการคำนวณข้อถัดไป

- แคตไอออน: $\text{Na}^+ = 0.12$ $\text{K}^+ = 0.36$ $\text{Mg}^{2+} = 0.24$ $\text{Ca}^{2+} = 0.48$
- แอนไอออน: $\text{HCO}_3^- = 0.30$ $\text{CO}_3^{2-} = 0.13$ $\text{Cl}^- = 0.70$ $\text{SO}_4^{2-} = 0.07$

1.3 (2 คะแนน) ประเภทของบ่อน้ำพุร้อนเขาชัยสน

☐ Type A : Calcium Chloride type

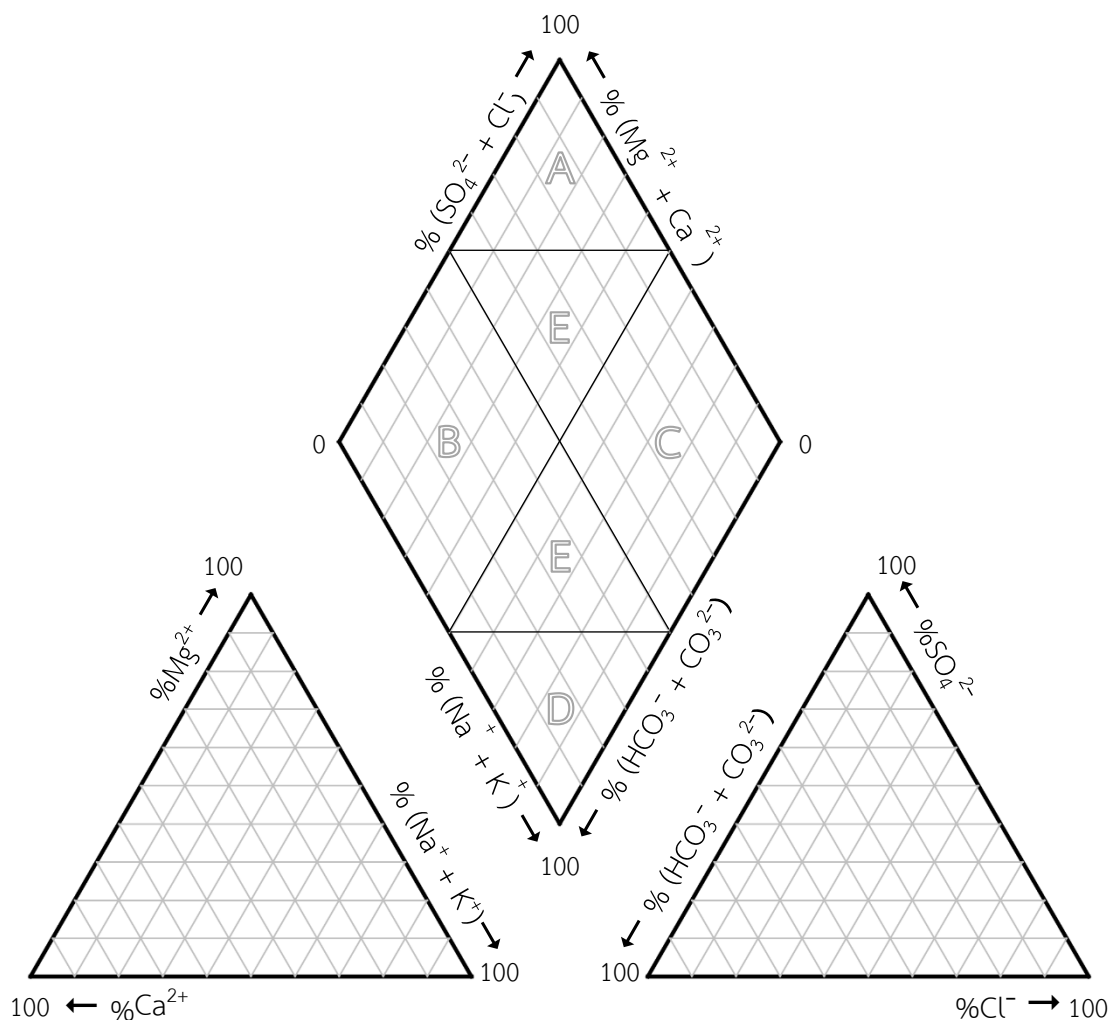
☐ Type C : Sodium Chloride type

☐ Type B : Magnesium Bicarbonate type

☐ Type D : Sodium Bicarbonate type

☐ Type E : Mixed Type

ระบุร้อยละประกอบ (ในหน่วย meq L^{-1}) ลงบนแผนภาพ



Piper Diagram

1.4 (1 คะแนน) ลำดับของค่าพลังงานแลตทิซ

	>		>		>	
-------------	---	-------------	---	-------------	---	-------------

1.5 (1 คะแนน) การเปรียบเทียบและคำอธิบาย

1.6 (2 คะแนน) ทำเครื่องหมายเพื่อเลือกข้อความ (ผิดหักคะแนน)

- ☐ การสูญเสีย CO_2 สู่บรรยากาศ ทำให้ปริมาณคาร์บอนอนินทรีย์ทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำลดลง สัดส่วนของ $[\text{HCO}_3^-]/[\text{CO}_3^{2-}]$ เพิ่มขึ้น และ $[\text{H}^+]$ จะมีค่าลดลง
- ☐ เมื่ออุณหภูมิลดลง k_H มีค่าน้อยลง ทำให้ปริมาณ CO_2 ที่สมดุลในน้ำลดลง จึงคาย CO_2 ออกไปมากขึ้น
- ☐ เมื่อน้ำเย็นตัวลง $K_{sp}(\text{CaCO}_3)$ จะมีค่าลดต่ำลงไปด้วย ทำให้ CaCO_3 ตกตะกอนและดึง CO_3^{2-} ออกไป
- ☐ ปริมาณ CO_2 ที่สามารถละลายในน้ำเย็น มีค่าต่ำกว่าระดับ CO_2 ที่ปากบ่อมาก จึงเกิดการคาย CO_2
- ☐ ค่า pH สูงขึ้น เพราะมีการผสมน้ำเย็นที่เป็นต่างกว่าระหว่างทาง โดยไม่ต้องมีการแลกเปลี่ยนแก๊ส
- ☐ การที่น้ำเย็นตัวทำให้ $K_{a,1}$ และ $K_{a,2}$ ของ H_2CO_3 มีค่าน้อยลง กรดจึงแตกตัวได้น้อยลง
- ☐ การคาย CO_2 ยังคงเกิดขึ้น แม้สภาพละลายได้ของ CO_2 จะสูงขึ้นเมื่อน้ำเย็นลง
- ☐ เมื่อ CaCO_3 ตกตะกอน จะไปเพิ่มสภาพต่าง เนื่องจากไปดึง Ca^{2+} ออก

คำตอบข้อที่ 2 (10 คะแนน)

2.1 (4 คะแนน) พล็อตแกน x ด้วยค่า

พล็อตแกน y ด้วยค่า

วิธีคำนวณ

ค่า τ ที่หาได้ =

s

(ตอบเลขนัยสำคัญ 3 ตัว)

วิธีคำนวณ

ค่า τ สะท้อน “อัตราเร็วในการแลกเปลี่ยนความร้อน” ระหว่างผิวเข้ากับบ่อน้ำร้อน โดย

- ☐ ค่า τ ยิ่งมาก ยิ่งแลกเปลี่ยนความร้อนเร็ว
- ☐ ค่า τ ยิ่งน้อย ยิ่งแลกเปลี่ยนความร้อนเร็ว
- ☐ ค่า τ ไม่ได้สะท้อนอัตราเร็วในการแลกเปลี่ยนความร้อน

อุณหภูมิที่ผิวเท่ากับอุณหภูมิในบ่อน้ำร้อน = °C
(ตอบเลขนัยสำคัญ 3 ตัว)

วิธีคำนวณ

2.2 (3.5 คะแนน) ความร้อนของกระบวนการนี้ = J
(ตอบเลขนัยสำคัญ 3 ตัว)

เอนโทรปีของกระบวนการนี้ = J K⁻¹
(ตอบเลขนัยสำคัญ 3 ตัว)

วิธีคำนวณ

2.3 (2.5 คะแนน) งานจากการขยายตัว =

J

(ตอบเลขนัยสำคัญ 2 ตัว)

การเปลี่ยนแปลงพลังงานภายใน =

J

(ตอบเลขนัยสำคัญ 3 ตัว)

วิธีคำนวณ

คำตอบข้อที่ 3 (10 คะแนน)

3.1 (4 คะแนน)

สูตรโมเลกุลของแก๊ส C คือ

แก๊ส C มีมวล

g

วิธีคำนวณ

3.2 (2 คะแนน) การถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้น = MJ
วิธีคำนวณ

3.3 (1 คะแนน) การรวมตัวกันเกิดได้เองในทางอุณหพลศาสตร์เมื่อ

(ผิดหักคะแนน) ☐ $\gamma > 0$

☐ $\gamma < 0$

เนื่องจาก

☐ การรวมตัวกันของอนุภาคทำให้ปริมาตรรวมเพิ่มขึ้น

☐ การรวมตัวกันของอนุภาคทำให้ปริมาตรรวมลดลง

☐ การรวมตัวกันของอนุภาคไม่ทำให้ปริมาตรรวมเปลี่ยนแปลง

☐ การรวมตัวกันของอนุภาคทำให้พื้นที่ผิวรวมเพิ่มขึ้น

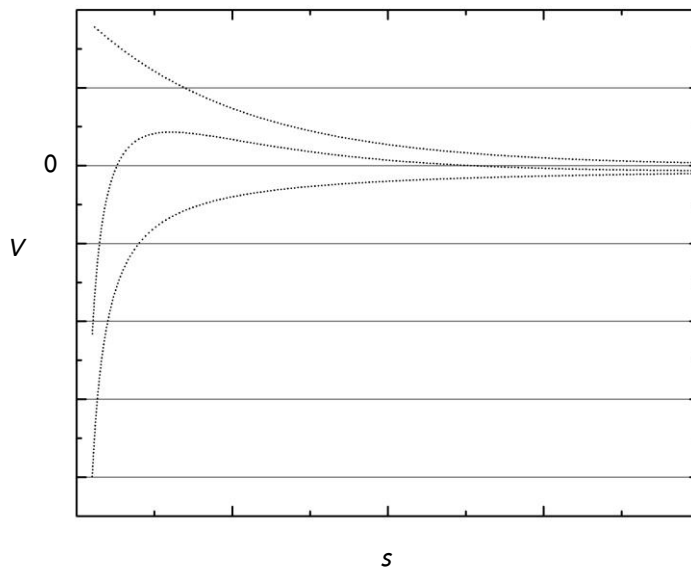
☐ การรวมตัวกันของอนุภาคทำให้พื้นที่ผิวรวมลดลง

☐ การรวมตัวกันของอนุภาคไม่ทำให้พื้นที่ผิวรวมเปลี่ยนแปลง

3.4 (3 คะแนน) เมื่อน้ำทะเลหนุนสูง พารามิเตอร์ดังต่อไปนี้มีค่า...

(ผิวดักคะแนน)	A	☐ เพิ่มขึ้น	☐ ลดลง	☐ คงที่
	r_D	☐ เพิ่มขึ้น	☐ ลดลง	☐ คงที่
	$ \zeta $	☐ เพิ่มขึ้น	☐ ลดลง	☐ คงที่
	ε	☐ เพิ่มขึ้น	☐ ลดลง	☐ คงที่
	ρ	☐ เพิ่มขึ้น	☐ ลดลง	☐ คงที่
	l	☐ เพิ่มขึ้น	☐ ลดลง	☐ คงที่
	b_i	☐ เพิ่มขึ้น	☐ ลดลง	☐ คงที่
	z_i	☐ เพิ่มขึ้น	☐ ลดลง	☐ คงที่

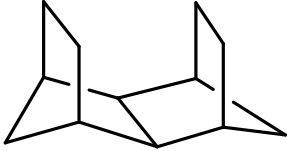
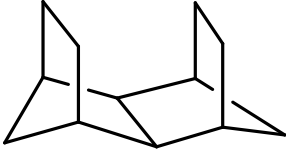
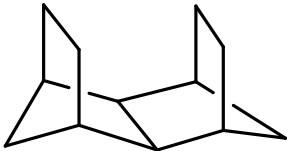
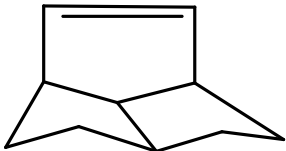
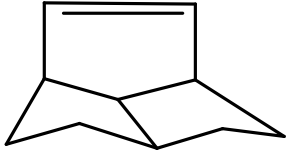
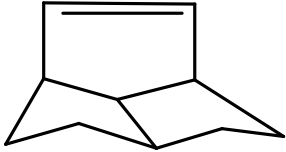
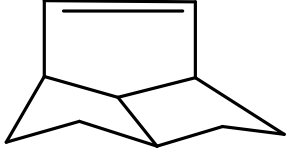
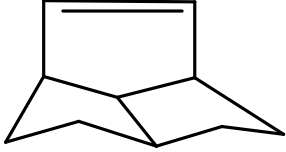
วาดกราฟแสดงอันตรกิริยาต่าง ๆ เมื่อน้ำทะเลหนุนสูง (เส้นประแสดงกราฟเมื่อความเข้มข้นไอออน คือ 5 mM)



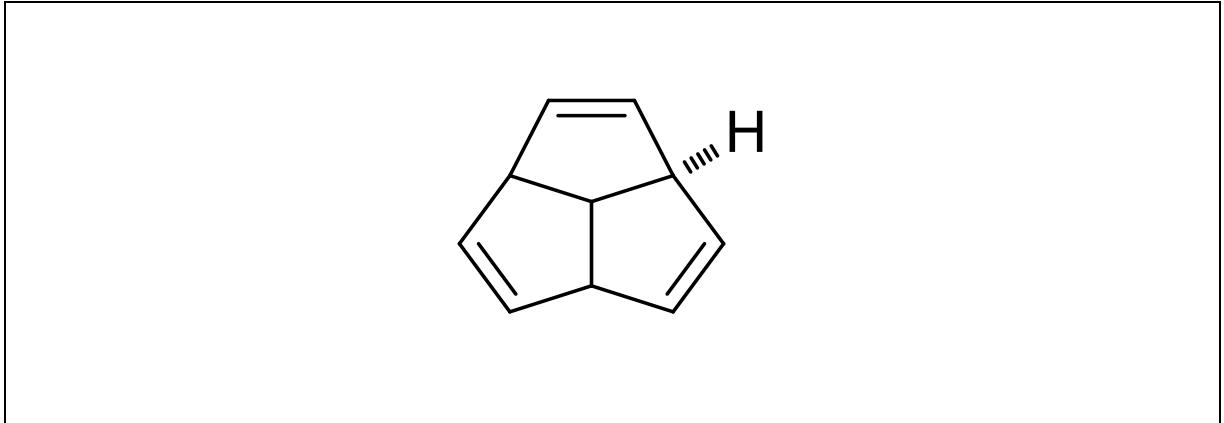
คำอธิบาย

คำตอบข้อที่ 4 (10 คะแนน)

4.1 (8 คะแนน) โครงสร้างของสารประกอบ A – H และระบุสเตอริโอเคมีที่เหมาะสม

สารประกอบ A 	สารประกอบ B 
สารประกอบ C 	สารประกอบ D 
สารประกอบ E 	สารประกอบ F 
สารประกอบ G 	สารประกอบ H 

- 4.2 (1 คะแนน) ระบุตำแหน่งของคาร์บอนที่แสดงด้วยสัญลักษณ์ • ในสารตั้งต้น บนโครงสร้าง triquinacene และแสดงสเตอริโอเคมีของไฮโดรเจนของ sp^3 -คาร์บอนทุกตำแหน่ง

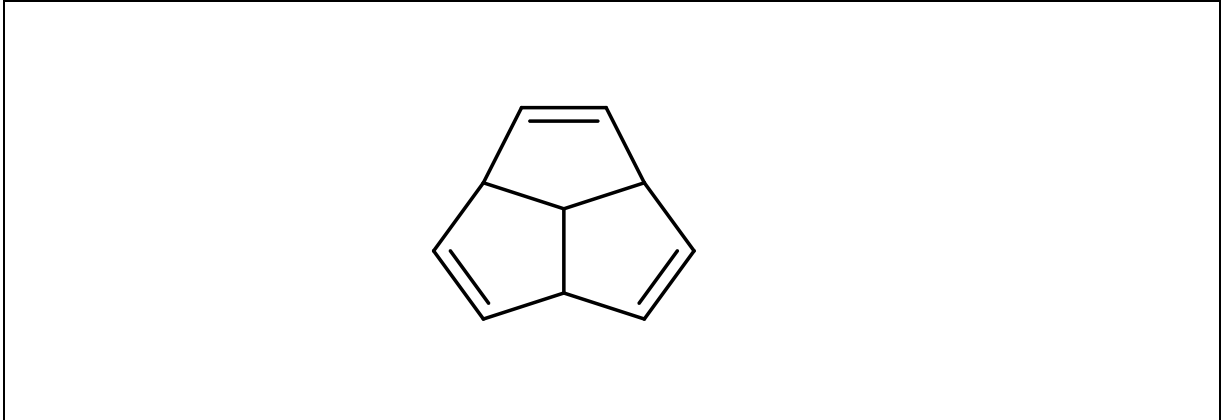


- 4.3 (1 คะแนน)

triquinacene มีโปรตอนที่มีสภาพแวดล้อมทางแม่เหล็ก
ไม่เหมือนกัน (magnetically non-equivalent proton)

ชนิด

ระบุชนิดของโปรตอนทุกตัวด้วย a, b, c, d, e, f, ... ในรูป โปรตอนที่เหมือนกันให้ระบุด้วยอักษรเดียวกัน



อัตราส่วน integration ของโปรตอน (a : b : c : d : e : f : ...) คือ

คำตอบข้อที่ 5 (10 คะแนน)

5.1 (6.5 คะแนน) โครงสร้างของสารประกอบ A, B, C, รีเอเจนต์ D, F และ dragmacidin G

สารประกอบ A		สารประกอบ B	สารประกอบ C
รีเอเจนต์ D	รีเอเจนต์ F	Dragmacidin G	

กลไกการเกิดปฏิกิริยาในขั้นตอน E (step E)

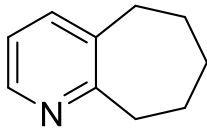
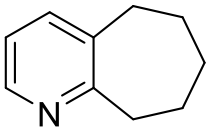
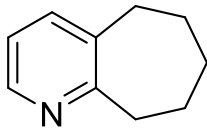
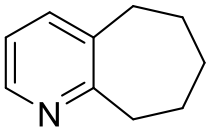
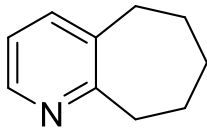
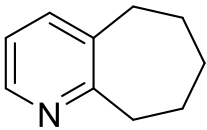
5.2 (3.5 คะแนน) โครงสร้างของสารประกอบ H, J, K

สารประกอบ H	สารประกอบ J	สารประกอบ K

เสนอกลไกการเกิดปฏิกิริยาในขั้นตอน I (step I) โดยต้องแสดง lone pair electron และ formal charge ให้ครบในทุกโครงสร้างที่วาด

คำตอบข้อที่ 6 (10 คะแนน)

6.1 (7 คะแนน) โครงสร้างของสารประกอบ A, C, D2, E1, E2, G, H และรีเอเจนต์ X

สารประกอบ A	สารประกอบ C 
สารประกอบ D2 	สารประกอบ E1 
สารประกอบ E2 	สารประกอบ G 
สารประกอบ H 	รีเอเจนต์ X

6.2 (3 คะแนน) โครงสร้างของ สารประกอบ K และ M

สารประกอบ K

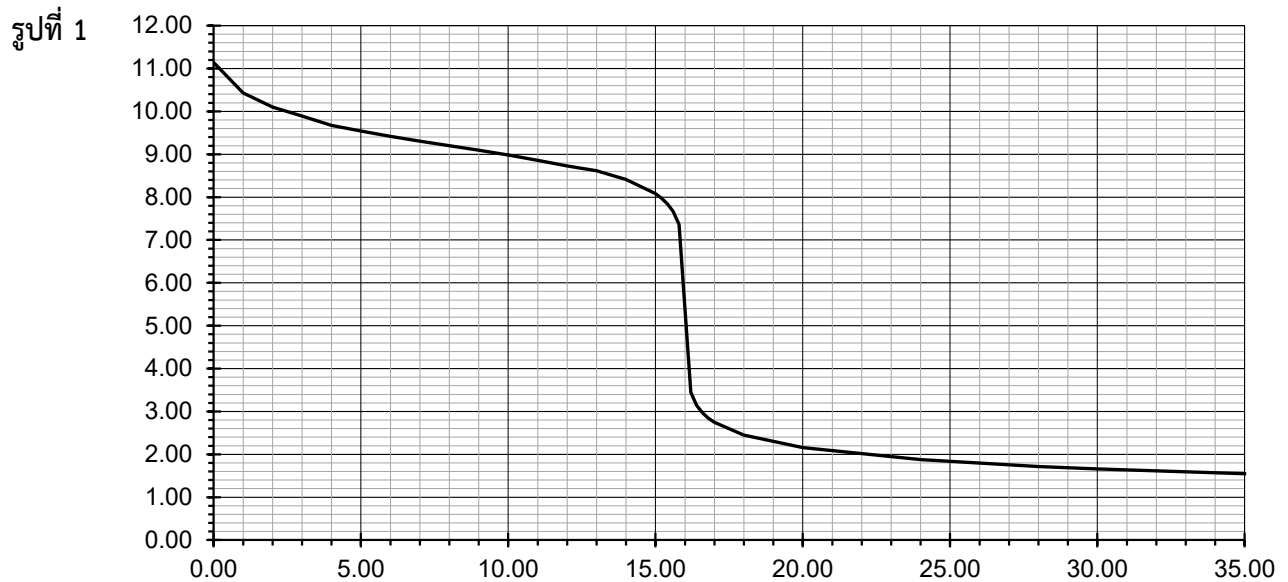
สารประกอบ M

คำตอบข้อที่ 7 (15 คะแนน)

7.1 (1 คะแนน) แกน x คือ

แกน y คือ

7.2 (6 คะแนน) จากการทดลอง#1

7.2.1 สารที่ใช้เป็นตัวไทเทรต ☐ unk R ☐ HCl ☐ NaOH ☐ ระบุไม่ได้ ข้อมูลไม่เพียงพอ

สารละลาย unk R เป็น

☐ กรดแก่☐ กรดอ่อน $K_a =$ ☐ เบสแก่☐ เบสอ่อน $K_b =$

วิธีคิด/วิธีคำนวณ

7.2.2 ความเข้มข้นของสารละลาย unk R = M

วิธีคำนวณ

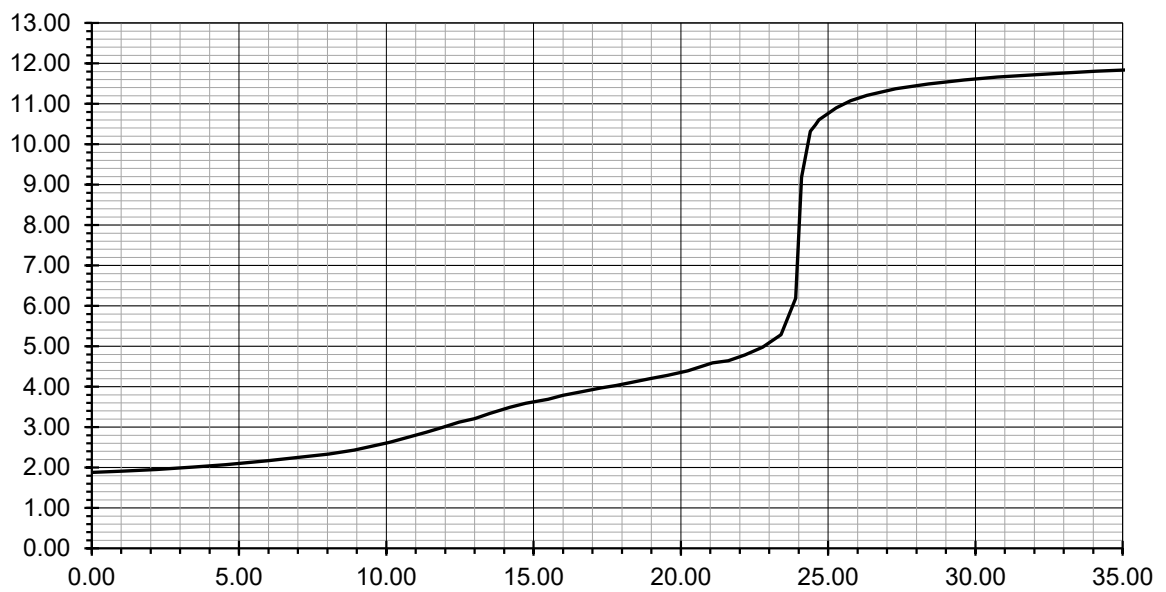
7.2.3 อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมที่สุด ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E

สีของสารละลาย : ก่อนไทเทรต

ที่จุดยุติ

7.3 (5 คะแนน) จากการทดลอง#2

รูปที่ 2



7.3.1 สารที่ใช้เป็นตัวไทเทรต ☐ unk S ☐ HCl ☐ NaOH ☐ ระบุไม่ได้ ข้อมูลไม่เพียงพอ

สารละลาย unk S เป็น ☐ กรดแก่ ☐ กรดอ่อน ☐ เบสแก่ ☐ เบสอ่อน

วิธีคิด

7.3.2 ความเข้มข้นของสารละลาย unk S = N (normality)

วิธีคำนวณ

7.3.3 อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมที่สุด ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E

สีของสารละลาย : ก่อนไทเทรต

ที่จุดยุติ

7.4 (3 คะแนน) ระบุสีของสารละลาย**7.4.1** สีของสารละลาย YHCl เมื่อหยดอินดิเคเตอร์ B ลงไป คือ

--

วิธีคำนวณ

--

7.4.2 สีของสารละลาย L เมื่อหยดอินดิเคเตอร์ A ลงไป คือ

--

สีของสารละลาย L เมื่อหยดอินดิเคเตอร์ B ลงไป คือ

--

คำตอบข้อที่ 8 (15 คะแนน)

8.1 (2 คะแนน) จำนวนเต็ม x = $\%Cr_2O_3$ = %

(ตอบทศนิยม 1 ตำแหน่ง)

8.2 (2 คะแนน) pH ☐ มากกว่า ☐ เท่ากับ ☐ น้อยกว่า

วิธีคำนวณ

(ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

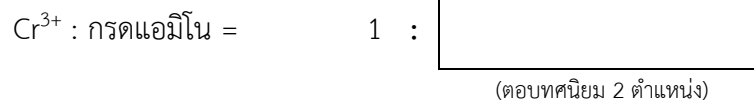
8.3 (1 คะแนน) ชื่อภาษาอังกฤษ 8.4 (1.5 คะแนน) pH =

วิธีคำนวณ

8.5 (1 คะแนน) เลือกคำตอบที่ถูกต้องทั้งหมด (ผิดหักคะแนน)

- ☐ โครเมียมอยู่ในรูป $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ อิสระ ไม่สามารถจับกับเส้นใยคอลลาเจนได้
- ☐ เกิดตะกอนไฮดรอกไซด์บนคอลลาเจน ขัดขวางการแทรกตัวของสปีชีส์โครเมียม
- ☐ เกิดการเชื่อมขวางระหว่างสปีชีส์โครเมียมกันเองเท่านั้น
- ☐ หมู่เอไมต์ในคอลลาเจนจับกับ H^+ แทนสปีชีส์โครเมียม
- ☐ หมู่คาร์บอกซิเลตในคอลลาเจนจับกับ H^+ แทนสปีชีส์โครเมียม
- ☐ สปีชีส์โครเมียมออกซิไดส์หมู่คาร์บอกซิเลตให้กลายเป็น CO_2

8.6 (4 คะแนน) สมการเคมี



(ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

วิธีคำนวณ

8.7 (3.5 คะแนน)

ต่อแผ่นชิ้นงานเป็น ☐ แอโนด ☐ แคโทด เข้ากับแบตเตอรี่ขั้ว ☐ บวก ☐ ลบ

ต่อขั้วไฟฟ้าเฉื่อยเป็น ☐ แอโนด ☐ แคโทด เข้ากับแบตเตอรี่ขั้ว ☐ บวก ☐ ลบ

ศักย์ไฟฟ้าที่ต้องใช้ = V

วิธีคำนวณ

คำตอบข้อที่ 9 (10 คะแนน)

ตอบคำถามโดยใช้สัญลักษณ์ตามตารางธาตุที่แท้จริงของ L M Q และ R

9.1 (3.5 คะแนน) ระบุสัญลักษณ์ธาตุของธาตุทั้งสี่

L = M = Q = R =

9.2 (0.5 คะแนน)

แผนภาพวัฏภาค (phase diagram) ที่แสดงเป็นของ ☐ L ☐ M ☐ Q ☐ R

9.3 (2 คะแนน) สูตรและโครงสร้างของสารประกอบ QO_yF_n ที่มี $y = 0$ และ $y = 1$

สูตร

โครงสร้าง

9.4 (1 คะแนน)

ปฏิกิริยาการทำให้อากาศบริสุทธิ์

9.5 (0.5 คะแนน)

oxoacid ของ R มีสูตรเป็น

9.6 (0.5 คะแนน)

สัญลักษณ์นิวเคลียร์เป็น

9.7 (2 คะแนน)

9.7.1 โครงสร้างของ $[\text{Sb}_2\text{F}_{11}]^{y-}$

สถานะออกซิเดชันของ Sb =

9.7.2 $[\text{LR}_4]^{n+}$ มีมุมพันธะที่น้อยที่สุด =

มากที่สุด =

9.7.3 โครงสร้างอิเล็กตรอนแบบย่อ

คำตอบข้อที่ 10 (10 คะแนน)

10.1 (1 คะแนน) โครงสร้างของสาร A

10.2 (1.5 คะแนน)

สูตรเคมีของสาร B คือ

สูตรเคมีของสาร C คือ

10.3 (2 คะแนน)

มวลต่อโมล =

 g mol^{-1}

(ตอบทศนิยม 1 ตำแหน่ง)

สูตรเอมพิริคัลของ MOF-X คือ

10.4 (1 คะแนน)

พื้นที่ผิวของ MOF-X =

 $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$ (ตอบในรูป $A.BC \times 10^D$)

10.5 (2 คะแนน)

10.5.1 จำนวน node ใน 1 หน่วยเซลล์ของ MOF-X =

10.5.2 ใน 1 หน่วยเซลล์ของ MOF-X มีคาร์บอน

อะตอม

10.6 (2.5 คะแนน)

MOF-X ดูดซับเบนซีนได้

g C₆H₆/g MOF-X(ตอบในรูป A.B × 10^C)

วิธีคำนวณ

คำตอบข้อที่ 11 (10 คะแนน)

11.1 (3 คะแนน) โครงสร้างของสารประกอบเชิงซ้อนทั้งหมดที่เป็นไปได้ของผลึกแบบ A, B, C, D และ E คือ

A	
B	
C	
D	
E	

11.2 (1 คะแนน) ค่า Δ_o ในรูป e^σ และ e^π

Type of donor	Δ_o
π donor	
π acceptor	

11.3 (4 คะแนน)

11.3.1 ระดับพลังงานของออร์บิทัล d ชนิดต่าง ๆ ในรูปของ e^σ ของโครงสร้าง TBP และ SP

d orbital	e^σ	
	Trigonal bipyramidal (TBP)	Square pyramidal (SP)
z^2		
x^2-y^2		
xy		
xz		
yz		

11.3.2 วาด d orbital energy level diagram ของโครงสร้าง TBP และ SP พร้อมบรรจุอิเล็กตรอน

Trigonal bipyramidal (TBP)	Square pyramidal (SP)

โครงสร้างเรขาคณิตของ $[\text{Cr}(\text{CN})_5]^{3-}$ ควรเป็น

เพราะ

11.4 (2 คะแนน) ค่าพารามิเตอร์ของลิแกนด์ในตำแหน่ง A และ B

Ligand Position	d orbital				
	z^2	x^2-y^2	xy	xz	yz
A					
B					

ค่าพลังงานของออร์บิทัล d ชนิดต่าง ๆ

d orbital	e^σ
z^2	
x^2-y^2	
xy	
xz	
yz	

⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕