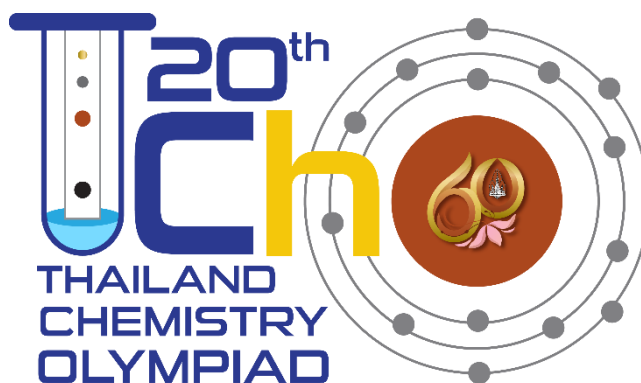
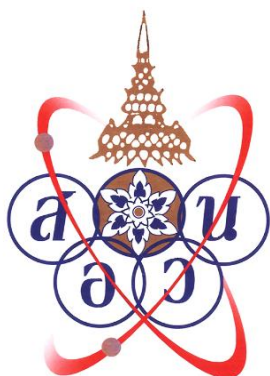




การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 20

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วันอังคารที่ 14 พฤษภาคม 2567

เวลา 09.00 – 14.00 น.

กระดาษคำตอบภาคทฤษฎี

เลขประจำตัวสอบ _____

Answer to Problem 1 (10 points)

1.1 (6 points) Structures of compounds A, D, G, H, reagent I and II.

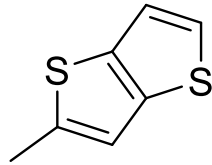
Compound A	Compound D
Compound G (exact number of liberated molecules must also be shown)	Compound H
Reagent I	Reagent II

1.2 (1 point)

Number of stereogenic centers in compound A

Number of stereoisomers if D-xylose and L-cysteine are used.

- 1.3 (1 point) Clearly add an arrow to identify the location of the ^{13}C -labeled carbon in compound J. If the labeled carbon has gone before becoming compound J, write down “no ^{13}C can be found.” without adding any arrow.



- 1.4 (2 points) Mechanism of Strecker degradation.

Answer to Problem 2 (9 points)**2.1 (7 points)** Structures of compounds **A – G**.

Compound A	Compound B
Compound C	Compound D
Compound E	Compound F
Compound G	

2.2 (0.5 point) Structure of (*R*)-Fluoxetine.

--

2.3 (1.5 points) Mechanism for the formation of Compound A.

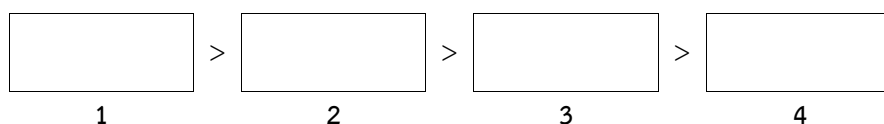
Answer to Problem 3 (11 points)

3.1 (3 points) Structures of compounds A – C.

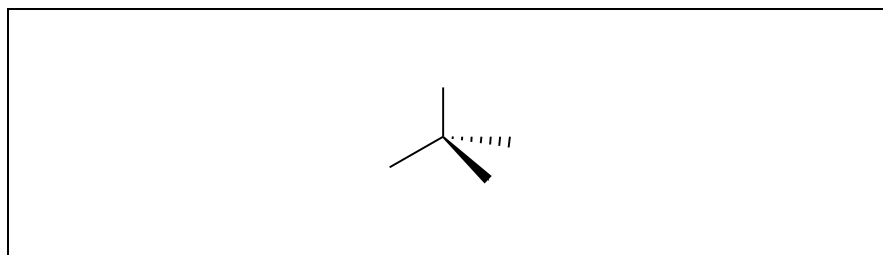
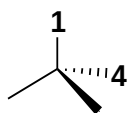
Compound A	Compound B	Compound C

3.2 (2 points)

Priority of substituents:



Structure of (*R*)-Mosher's acid:



IUPAC name of (*R*)-Mosher's acid:

3.3 (3 points)

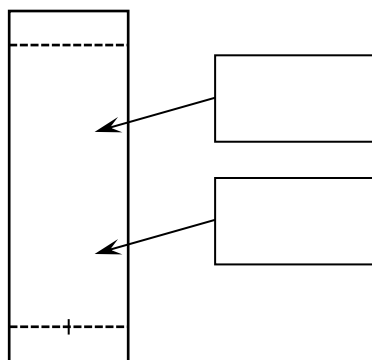
Starting material X	Reagent Y	Product Z

3.4 (3 points)

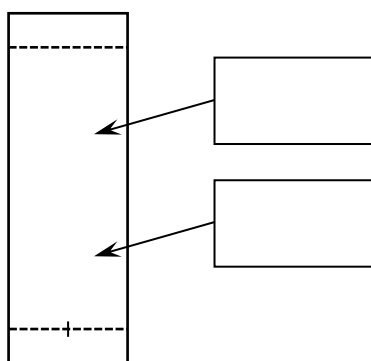
3.4.1 Mole percent of (R)-K = % Mole percent of (S)-K = %

Calculation

3.4.2 TLC profile with “(R,R)” or “(R,S)” labels in the boxes.



3.4.3 TLC profile with proper labels in the boxes.



Explanation of your prediction.

คำตอบข้อที่ 4 (15 คะแนน)

4.1 (3 คะแนน) ข้อความเกี่ยวกับสารละลายนี้ถูกหรือผิด (คำตอบที่ไม่ถูกต้องจะถูกหักคะแนน)

☐ ถูก ☐ ผิด (1) ความเข้มข้นของ H_3O^+ จากการแตกตัวของ H_2CO_3 และ HCO_3^- มีค่าเท่ากัน

☐ ถูก ☐ ผิด (2) $[\text{CO}_3^{2-}] < 4.69 \times 10^{-11} \text{ M}$

☐ ถูก ☐ ผิด (3) ความเข้มข้นที่ภาวะสมดุลเป็นดังนี้ $[\text{H}_2\text{CO}_3] > [\text{HCO}_3^-] > [\text{CO}_3^{2-}]$

☐ ถูก ☐ ผิด (4) pH เท่ากับ 4.088

☐ ถูก ☐ ผิด (5) กราฟที่ได้จากการไทเทรตกับสารละลาย NaOH ปรากฏจุดสมมูล 2 จุดแยกกันอย่างชัดเจน

☐ ถูก ☐ ผิด (6) การไทเทรตกับสารละลาย NaOH โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ มีอัตราส่วนโมลของ H_2CO_3 ต่อ NaOH เท่ากับ 2 : 1

4.2 (2.5 คะแนน)

สมการเคมีการเผาไหม้สมบูรณ์ของเอทานอล

Carbon footprint (CF) ของการเผาไหม้สมบูรณ์ของเอทานอล = mol CO_2 / L

วิธีคำนวณโดยวิธีเปลี่ยนหน่วย (factor-label method)

CF =		×		×		×
		×		×		

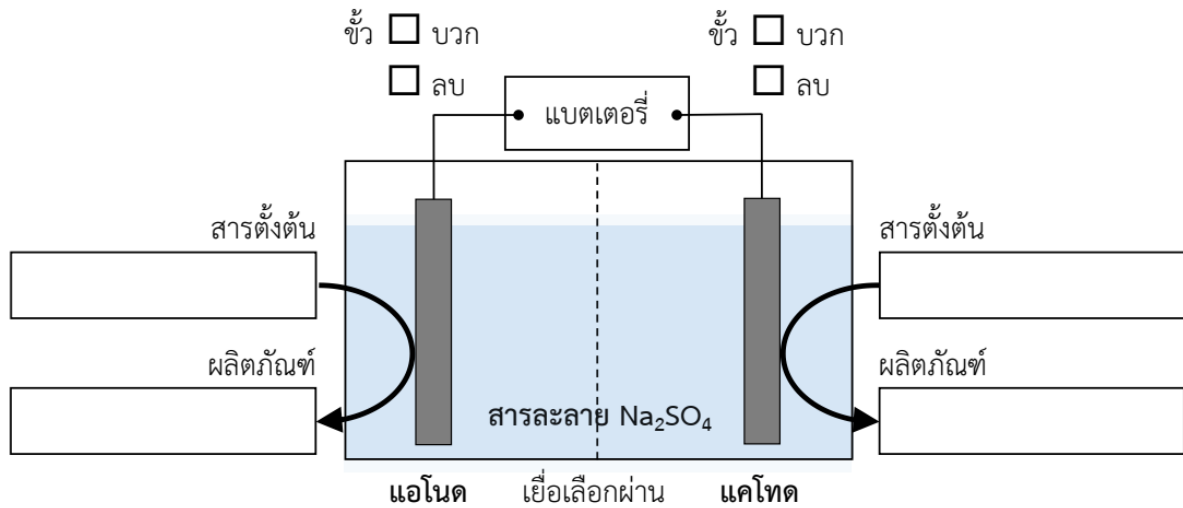
4.3 (4.5 คะแนน) Carbon footprint ของการเผาไหม้แก๊สหุงต้ม =

 kg CO₂/ถัง

เศษส่วนโมลของโพรเพนในแก๊สหุงต้ม =

วิธีคำนวณ

4.4 (1.25 คะแนน) สูตรเคมีของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่แคโทดและแอโนด และการต่อขั้วไฟฟ้ากับแบตเตอรี่



4.5 (3.75 คะแนน) กระแสไฟฟ้า = A
ผลได้ร้อยละ = %

วิธีคำนวณ

คำตอบข้อที่ 5 (15 คะแนน)

5.1 (2 คะแนน) จากการทดลองตอน 1

5.1.1 ☐ ไม่เกิดตะกอน ☐ เกิดตะกอน คือ

5.1.2 สีของสารละลาย : ก่อนไทเทรต

ที่จุดยุติ

5.2 (2 คะแนน) จากการทดลองตอน 2

5.2.1 ☐ ไม่เกิดตะกอน ☐ เกิดตะกอน คือ

5.2.2 สีของสารละลาย : ก่อนไทเทรต

ที่จุดยุติ

5.3 (3.5 คะแนน)

ความเข้มข้นของแคลเซียมในสารละลายขวด A =

mol/L

ปริมาณแคลเซียมในผลิตภัณฑ์ KCU

=

mg ต่อ 1 เม็ด

วิธีคำนวณ

5.4 (4 คะแนน) จากการทดลองตอน 3

5.4.1 $a =$ $b =$ $c =$ $m =$

5.4.2 ความเข้มข้นของเหล็กในสารละลายขวด A = mol/L
ปริมาณเหล็กในผลิตภัณฑ์ KKU = mg ต่อ 1 เม็ด

วิธีคำนวณ

5.5 (2.5 คะแนน) จากการทดลองตอน 4

ปริมาณเหล็กในผลิตภัณฑ์ KCU = mg ต่อ 1 เม็ด

วิธีคำนวณ

5.6 (1 คะแนน)

ปริมาณของเหล็กที่ระบุไว้บนฉลากผลิตภัณฑ์ KCU = mg ต่อ 1 เม็ด

วิธีคำนวณ

คำตอบข้อที่ 6 (10 คะแนน)

6.1 (1 คะแนน)

การจัดเรียงอิเล็กตรอนของ A คือ

สูตรสารประกอบออกไซด์ของ A คือ

(ตอบโดยใช้สัญลักษณ์ตามตารางธาตุ)

6.2 (1 คะแนน)

 GF_3 มีรูปร่างเป็น

อะตอมกลางใช้ไฮบริดออร์บิทัล

6.3 (2 คะแนน)

สูตรเคมีของสารเชิงซ้อนของ X	มีไอโซเมอร์หรือไม่ ถ้ามี เลือกชนิดไอโซเมอร์ที่เป็นไปได้ (ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องเพื่อเลือกคำตอบ)				
	ไม่มีไอโซเมอร์	<i>cis</i>	<i>trans</i>	<i>mer</i>	<i>fac</i>

6.4 (2 คะแนน)

6.4.1 การจัดเรียงอิเล็กตรอนของ JO

6.4.2 อันดับพันธะของ JO เท่ากับ

6.4.3 สมบัติแม่เหล็กของโมเลกุล JO

☐ diamagnetic ☐ paramagnetic ☐ ferrimagnetic ☐ ferromagnetic

6.5 (2 คะแนน)

สถานะออกซิเดชันของ L ค่าต่ำสุด คือ

ค่าสูงสุด คือ

โครงสร้างลิวอิสของสารประกอบไดรอกไซด์ของ L ในสถานะของแข็ง

6.6 (2 คะแนน)

6.6.1 ค่า electronegativity (EN)

 < < < 6.6.2 ค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 3 (IE_3) < < <

คำตอบข้อที่ 7 (10 คะแนน)

7.1 (1.5 คะแนน)

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง d กับ r รัศมี r มีค่า

pm

7.2 (1 คะแนน)

เลขโคออร์ดิเนชันของ L =

ของ M =

7.3 (2 คะแนน) สูตรอย่างง่ายของ X ที่เป็นไปได้ (เขียนสูตรตอบโดยใช้สัญลักษณ์ตามตารางธาตุ)

7.4 (2 คะแนน) ตำแหน่งของ L และ M ในหน่วยเซลล์ของ X โดยใช้ ● แทน L และ ○ แทน M

 $z = 0$ $z = 1/4$ $z = 1/2$ $z = 3/4$

7.5 (2 คะแนน)

X มีมวลต่อโมล =

g/mol

มีความหนาแน่น =

g/cm³

7.6 (1.5 คะแนน)

โครงสร้างหลัก

ไอออนบวก

☐ sc ☐ bcc ☐ hcp ☐ fcc

ไอออนลบ

☐ sc ☐ bcc ☐ hcp ☐ fcc

การบรรจุในช่องว่าง

☐ คิวบิก ☐ ออกตะฮีดรัล ☐ เททระฮีดรัล☐ คิวบิก ☐ ออกตะฮีดรัล ☐ เททระฮีดรัล

คำตอบข้อที่ 8 (10 คะแนน)

8.1 (3 คะแนน)

8.1.1

 Ni^{2+}

$$\mu_{\text{spin-only}} = \boxed{} \cdot \mu_B$$

(ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

 Fe^{2+}

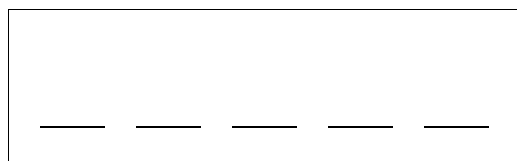
$$\mu_{\text{spin-only}} = \boxed{} \cdot \mu_B$$

(ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

8.1.2

 Ni^{2+}

การจัดเรียง d อิเล็กตรอนใน d orbital



$$m_l = \boxed{} \quad \boxed{} \quad \boxed{} \quad \boxed{} \quad \boxed{}$$

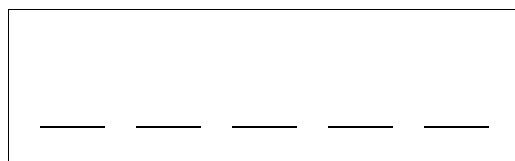
$$L = \boxed{}$$

$$\mu_{\text{eff}} = \boxed{} \cdot \mu_B$$

(ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

 Fe^{2+}

การจัดเรียง d อิเล็กตรอนใน d orbital



$$m_l = \boxed{} \quad \boxed{} \quad \boxed{} \quad \boxed{} \quad \boxed{}$$

$$L = \boxed{}$$

$$\mu_{\text{eff}} = \boxed{} \cdot \mu_B$$

(ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

8.1.3 สปีชีส์ที่มีค่า $\mu_{\text{spin-only}} = \mu_{\text{eff}}$ คือ ☐ Cr^{3+} ☐ Fe^{3+} ☐ Fe ☐ Mn

8.2 (2 คะแนน)

8.2.1 bipyridine ใน molecular square จัดเป็นลิแกนด์ชนิด

☐ monodentate ☐ bidentate ☐ tetradentate ☐ ambidentate ☐ chelate

8.2.2 ethylenediamine ใน molecular square จัดเป็นลิแกนด์ชนิด

☐ monodentate ☐ bidentate ☐ tetradentate ☐ ambidentate ☐ chelate

8.2.3 Z ใน molecular square มีค่า =

8.2.4 d-splitting diagram ของ Pd ใน
molecular square ที่ระบุชนิดของ
d ออร์บิทัล และเติมอิเล็กตรอน

8.2.5 molecular square มีสมบัติแม่เหล็กเป็นแบบ

☐ diamagnetic ☐ paramagnetic ☐ ferromagnetic ☐ ferrimagnetic

8.3 (1.5 คะแนน)

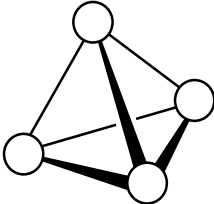
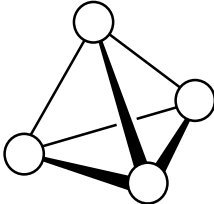
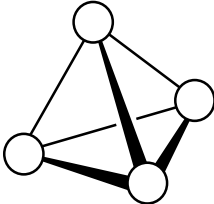
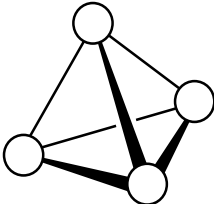
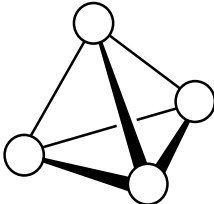
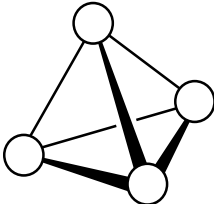
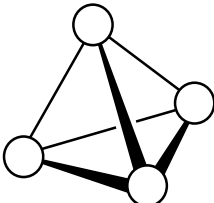
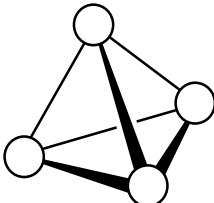
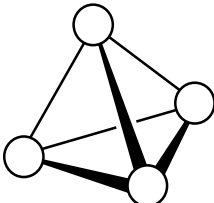
8.3.1 d-splitting diagram ของ Ni^{2+} ใน
สารประกอบเชิงซ้อนระหว่าง 1 และ 2
ที่ระบุชนิดของ d ออร์บิทัล และเติม
อิเล็กตรอน

8.3.2 เหตุผลของการเกิดการเปลี่ยนแปลง magnetic moment ของ Ni^{2+}

8.4 (3.5 คะแนน)

8.4.1 spin state ของ molecular cage ($\oplus$ คือ LS Fe(II) และ $\bullet$ คือ HS Fe(II))

และค่าเฉลี่ยของ $\mu_{\text{spin-only}}$ (ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

$\mu_{\text{spin-only}}$ เฉลี่ย =					$\cdot \mu_B$
$\mu_{\text{spin-only}}$ เฉลี่ย =					$\cdot \mu_B$
$\mu_{\text{spin-only}}$ เฉลี่ย =					$\cdot \mu_B$

molecular cage มีค่า $\mu_{\text{spin-only}}$ ที่เป็นไปได้ทั้งหมด ค่า

8.4.2 molecular cage เกิดสารเชิงซ้อนได้ดีที่สุดกับ

มีค่า K_f =

(ตอบเป็นเลขจำนวนเต็ม)

คำตอบข้อที่ 9 (10 คะแนน)

9.1 (1 คะแนน) อุณหภูมิต่ำสุด = °C
(ตอบเป็นเลขจำนวนเต็ม)

9.2 (0.5 คะแนน) คำตอบของข้อ 9.1 จะ ☐ เพิ่มขึ้น ☐ เท่าเดิม ☐ ลดลง

9.3 (0.5 คะแนน) หากไม่ใช้ส้อมแทงหนังหมูก่อนนำไปทอดในน้ำมัน

☐ ไม่ฟูกรอบ

หนังหมูกรอบที่ได้จะ ☐ แข็งเกินไป

☐ แน่นเกินไป

9.4 (2.5 คะแนน) เส้นผ่านศูนย์กลางของรูพรุน = μm
(ตอบเป็นเลขจำนวนเต็ม)

สัดส่วนการขยายตัว =
(ตอบเป็นเลขจำนวนเต็ม)

วิธีคำนวณ

9.5 (1 คะแนน) ปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ในขั้นตอนนี้ = MJ

วิธีคำนวณ

9.6 (1.5 คะแนน) $\Delta_c H$ ของแก๊สหุงต้ม = kJ mol^{-1}

มวลของแก๊สหุงต้มที่ต้องใช้ = g

วิธีคำนวณ

9.7 (2 คะแนน) ต้นทุน = บาท/หมูสามชั้น 1 kg
(ตอบทศนิยม 1 ตำแหน่ง)

ราคาขาย = บาท/หมูกรอบ 1 ซีด
(ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

วิธีคำนวณ

9.8 (1 คะแนน) มวลต่อโมล = g mol⁻¹

วิธีคำนวณ

คำตอบข้อที่ 10 (10 คะแนน)

10.1 (2.5 คะแนน) วัตถุอายุของตัวอย่างได้นานที่สุด

ปี

(ตอบในรูป $A.BC \times 10^n$)

วิธีคำนวณ

10.2 (2 คะแนน) ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสีที่ใช้ได้ควรมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ

☐ 4×10^4 ปี

☐ 4×10^5 ปี

☐ 4×10^6 ปี

☐ 4×10^7 ปี

☐ 4×10^8 ปี

☐ 4×10^9 ปี

☐ 4×10^{10} ปี

☐ 4×10^{11} ปี

วิธีคำนวณ

10.3 (1 คะแนน) ไดโนเสาร์ที่ขุดค้นพบได้ในบริเวณดังกล่าวควรอยู่ในยุค

- ☐ ยุค Early Triassic (252–247 ล้านปีก่อน)
- ☐ ยุค Middle Triassic (247–237 ล้านปีก่อน)
- ☐ ยุค Late Triassic (237–201 ล้านปีก่อน)
- ☐ ยุค Early Jurassic (201–175 ล้านปีก่อน)
- ☐ ยุค Middle Jurassic (175–163 ล้านปีก่อน)
- ☐ ยุค Late Jurassic (163–145 ล้านปีก่อน)
- ☐ ยุค Early Cretaceous (145–100 ล้านปีก่อน)
- ☐ ยุค Late Cretaceous (100–66 ล้านปีก่อน)

10.4 (1.5 คะแนน) การสลายตัวปลดปล่อยอนุภาคแอลฟา จำนวน

อนุภาค

อนุภาคบีตา จำนวน

--

อนุภาค

สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของ Po ที่เกิดขึ้น คือ

Po

10.5 (3 คะแนน) จะมีปริมาณ $^{234}\text{Pa}^*$ เหลืออยู่

--

g

(ตอบเลขนัยสำคัญ 2 ตัว)

วิธีคำนวณ

--

คำตอบข้อที่ 11 (10 คะแนน)

11.1 (1.5 คะแนน) คำอธิบาย

11.2 (1 คะแนน) สีของของแข็ง CdSe

☐ สีม่วง☐ สีคราม☐ สีนํ้าเงิน☐ สีเขียว☐ สีเหลือง☐ สีแสด☐ สีแดง11.3 (2.5 คะแนน) ขนาดของอนุภาค CdSe QDs = nm

วิธีคำนวณ

11.4 (1.5 คะแนน)

วิธีคำนวณ

11.5 (1.5 คะแนน) รัศมีของอนุภาค CdSe QD

- ☐ เล็กกว่า
☐ ใหญ่กว่า

nm

วิธีคำนวณ

11.6 (2 คะแนน) ตัวแปรที่ต้องใช้ คือ

☐ ประจุ (Q)

☐ กำลังไฟฟ้า (P)

☐ แรงดันไฟฟ้า (V)

☐ ความจุ (C)

☐ กระแสไฟฟ้า (I)

☐ ความต้านทาน (R)

ค่าความต้านทาน

☐ ต่ำสุด

คือ

$k\Omega$

☐ สูงสุด

วิธีคำนวณ

⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕