

การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 17

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วันอาทิตย์ที่ 19 ธันวาคม 2564

เวลา 09.00 – 14.00 น.

กระดาษคำตอบภาคทฤษฎี

เลขประจำตัวสอบ _____

คำตอบข้อที่ 1 (9 คะแนน)

1.1 (2 คะแนน) สมการไอออนิกสุทธิที่ดุลพร้อมระบุสถานะหากเกิดปฏิกิริยา หรือเหตุผลหากไม่เกิดปฏิกิริยา

1.1.1

1.1.2

1.1.3

1.1.4

1.2 (2 คะแนน)

species ที่เกิดปฏิกิริยา disproportionation คือ

สมการไอออนิกสุทธิที่ดุลพร้อมระบุสถานะ

ค่า $E^\circ =$

V

1.3 (1 คะแนน)

รูปโครงสร้าง

1.4 (1 คะแนน)

โครงสร้าง 3 มิติ

1.5 (1 คะแนน) ตัวอย่างความสัมพันธ์ตามแนวทแยงมุมระหว่างธาตุ D และ R

1.6 (1 คะแนน)

การจัดเรียงอิเล็กตรอนของ M

1.7 (1 คะแนน)

ลำดับค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี

คำตอบข้อที่ 2 (10 คะแนน)

2.1 (1.75 คะแนน) เพอร์ที่มีความหนาแน่นสูงสุด

มี C ในหน่วยเซลล์ = อะตอม

วิธีคำนวณ

ความยาวของหน่วยเซลล์ = cm

วิธีคำนวณ

2.2 (1.25 คะแนน) เพอร์ที่มีความหนาแน่นต่ำสุด

มี C ในหน่วยเซลล์ = อะตอมโดยเฉลี่ย
(ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

วิธีคำนวณ

2.3 (2 คะแนน) ระบุตำแหน่งที่เป็นช่องเทพระีดรีลและช่องออกตะรีดรีล

	☐ a	☐ b	☐ c	☐ d	☐ e	☐ f
ช่องเทพระีดรีล	☐ g	☐ h	☐ i	☐ j	☐ k	☐ m
	☐ n	☐ o	☐ p	☐ r	☐ s	☐ t
	☐ a	☐ b	☐ c	☐ d	☐ e	☐ f
ช่องออกตะรีดรีล	☐ g	☐ h	☐ i	☐ j	☐ k	☐ m
	☐ n	☐ o	☐ p	☐ r	☐ s	☐ t

มี K ในช่องว่างในหน่วยเซลล์ =

อะตอม

วิธีคำนวณ

อัตราส่วนอย่างง่ายของ K : C₆₀ =

2.4 (1.5 คะแนน)

ความหนาแน่นของผลึก =

g/cm³

(ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

วิธีคำนวณ

2.5 (2.25 คะแนน) วาดรูปแสดงตำแหน่งจุดแลตทิซของ M ที่ระยะต่าง ๆ ตามแกน z



$z = 0$



$z = \frac{1}{4}$



$z = \frac{1}{2}$



$z = \frac{3}{4}$



$z = 1$

มี M ในหน่วยเซลล์ =

อะตอม

วิธีคำนวณ

อัตราส่วนอย่างง่ายของ $M : C_{60} =$

2.6 (1.25 คะแนน)

รัศมีอะตอมของ $M =$

pm

(ตอบเป็นเลขจำนวนเต็ม)

วิธีคำนวณ

คำตอบข้อที่ 3 (10 คะแนน)

3.1 (3 คะแนน) สูตร ชื่อที่ระบุชนิดของไอโซเมอร์ (ถ้ามี) และรูปโครงสร้างที่เป็นไปได้ทั้งหมด

สูตร

ชื่อ

รูปโครงสร้าง

3.2 (1 คะแนน)

ใช้ L-phenylalanine

g

3.3 (2 คะแนน) โครงสร้างและชนิดไอโซเมอร์ของสารเชิงซ้อนคีเลต

โครงสร้าง

ไอโซเมอร์ชนิด

3.4 (2 คะแนน) เติมอิเล็กตรอน เขียนชนิดของ d-orbital และระบุรูปร่าง

รูปร่าง

3.5 (1 คะแนน) ใส่เลข 1 (มากที่สุด) – 4 (น้อยที่สุด) เพื่อระบุลำดับการดูดซับกรดอะมิโนของคอลัมน์

aspartic acid

serine

leucine

valine

3.6 (1 คะแนน) โครงสร้างสารเชิงซ้อนของคอปเปอร์ กับ L-phenylalanine และ D-serine

โครงสร้าง

คำตอบข้อที่ 4 (10 คะแนน)

4.1 (2.5 คะแนน)

อันดับของปฏิกิริยาเมื่อเทียบกับ $[\text{H}_2\text{O}_2]$ =

--

อันดับของปฏิกิริยาเมื่อเทียบกับ $[\text{I}^-]$ =

--

แสดงแนวคิด ข้อสมมติ (assumption) และวิธีคำนวณ

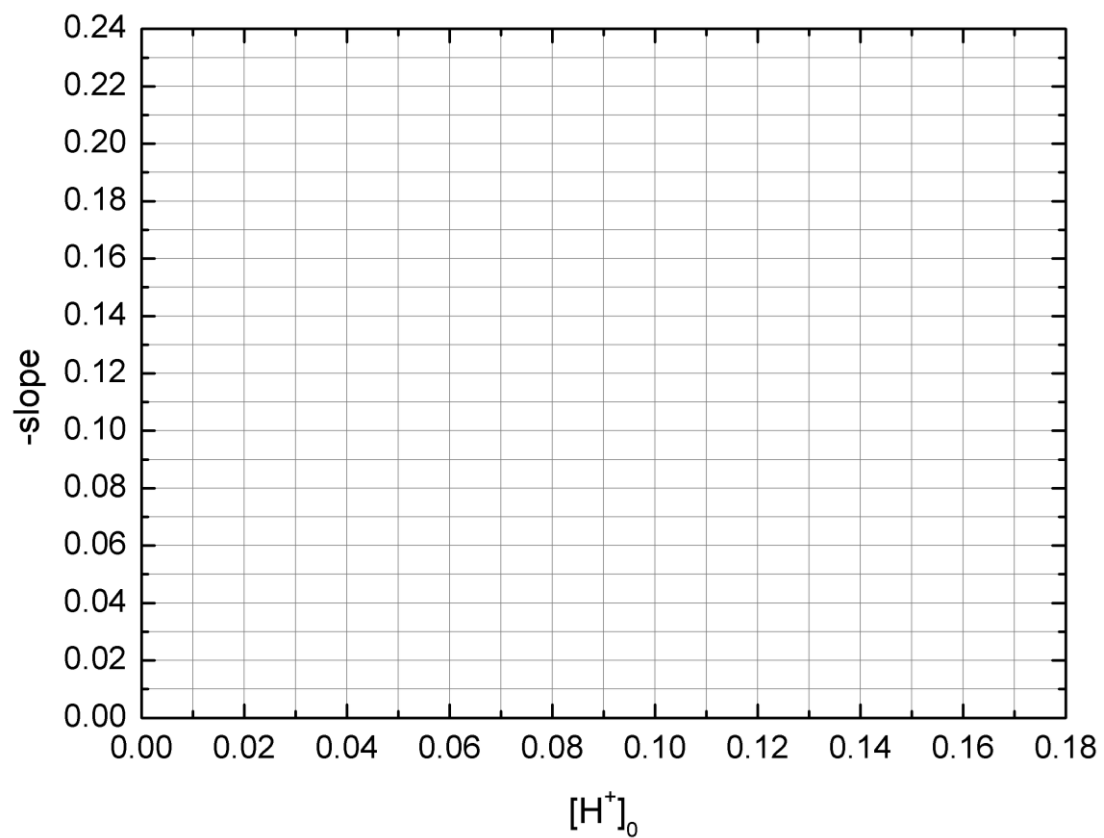
--

4.2 (2 คะแนน)

ค่าคงที่อัตรา =

หน่วย

วิธีคำนวณ

4.3 (3.5 คะแนน) กราฟระหว่าง $-\text{slope}$ และ $[\text{H}^+]_0$ 

เลขประจำตัวสอบ _____

กฎอัตราคือ

Rate =

วิธีคำนวณ

4.4 (2 คะแนน) ความหมายของกฎอัตราในข้อ 4.3 ที่สอดคล้องกับผลการทดลองทั้งหมด ในเชิงกลไกของปฏิกิริยา

คำตอบข้อที่ 5 (4.5 คะแนน)

5.1 (1.5 คะแนน) เอนทัลปีของปฏิกิริยา ซึ่งคำนวณโดย

	ขั้นที่ 1 (ΔH_1)	ขั้นที่ 2 (ΔH_2)
(a) พลังงานพันธะ	kJ mol^{-1}	kJ mol^{-1}
(b) เอนทัลปีมาตรฐานการเกิด	kJ mol^{-1}	kJ mol^{-1}

(ตอบเป็นเลขจำนวนเต็ม)

สาเหตุของความแตกต่าง

5.2 (2 คะแนน) การเปลี่ยนแปลงเอนทัลปี ($\Delta_r H^\circ$)การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปี ($\Delta_r S^\circ$)การเปลี่ยนแปลงพลังงานภายใน ($\Delta_r U$)งาน (w)

	kJ
	J K^{-1}
	kJ
	kJ

(ตอบด้วยเลขนัยสำคัญสูงสุดจากข้อมูล)

วิธีคำนวณ

5.3 (1 คะแนน) ทำเครื่องหมาย ✓ เฉพาะหน้าข้อความที่สรุปได้ถูกต้อง

- ☐ ค่าคงที่สมดุล (K) มีค่าน้อยกว่า 1
- ☐ ค่าคงที่สมดุล (K) มีค่าเท่ากับ 1
- ☐ ค่าคงที่สมดุล (K) มีค่ามากกว่า 1
- ☐ การสลายตัวจะเกิดได้เร็วขึ้น หากลดความดัน
- ☐ การสลายตัวจะเกิดได้เร็วขึ้น หากเพิ่มความดัน
- ☐ การสลายตัวจะเกิดได้เร็วขึ้น หากลดอุณหภูมิ
- ☐ การสลายตัวจะเกิดได้เร็วขึ้น หากเพิ่มอุณหภูมิ
- ☐ การสลายตัวจะเกิดได้มากขึ้น หากลดความดัน
- ☐ การสลายตัวจะเกิดได้มากขึ้น หากเพิ่มความดัน
- ☐ การสลายตัวจะเกิดได้มากขึ้น หากเพิ่มอุณหภูมิ
- ☐ การสลายตัวจะเกิดได้มากขึ้น หากเพิ่มอุณหภูมิ
- ☐ ค่าคงที่อัตราของขั้นที่ 1 (k_1) มีค่ามากกว่าขั้นที่ 2 (k_2)
- ☐ ค่าคงที่อัตราของขั้นที่ 1 (k_1) มีค่าน้อยกว่าขั้นที่ 2 (k_2)
- ☐ พลังงานก่อกัมมันต์ของขั้นที่ 1 ($E_{a,1}$) สูงกว่าขั้นที่ 2 ($E_{a,2}$)
- ☐ พลังงานก่อกัมมันต์ของขั้นที่ 1 ($E_{a,1}$) ต่ำกว่าขั้นที่ 2 ($E_{a,2}$)
- ☐ ปฏิกิริยาการสลายตัวของ H_2O_2 โดยมี I^- เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เกิดเองได้ที่อุณหภูมิห้อง
- ☐ ปฏิกิริยาการสลายตัวของ H_2O_2 โดยมี I^- เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เกิดเองไม่ได้ที่อุณหภูมิห้อง
- ☐ ปฏิกิริยาการสลายตัวของ H_2O_2 โดยไม่มี I^- เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เกิดเองได้ที่อุณหภูมิห้อง
- ☐ ปฏิกิริยาการสลายตัวของ H_2O_2 โดยไม่มี I^- เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เกิดเองไม่ได้ที่อุณหภูมิห้อง

คำตอบข้อที่ 6 (11 คะแนน)

6.1 (2.25 คะแนน) ความเร็วของอิเล็กตรอนที่เลี้ยวโค้ง = m/s

ความยาวคลื่นของเดอบรอยล์ = m

วิธีคำนวณ

6.2 (2.3 คะแนน) electron binding energy ของโลหะชนิดนี้ = J

โลหะนี้ควรเป็น

เลขควอนตัมทั้งสิ้นที่เป็นไปได้ทั้งหมด คือ n =

l =

m_l =

m_s =

วิธีคำนวณ

6.3 (2.45 คะแนน) ความไม่แน่นอนของตำแหน่งอิเล็กตรอน

nm

ความไม่แน่นอนของตำแหน่งอิเล็กตรอนคิดเป็นอย่างน้อย

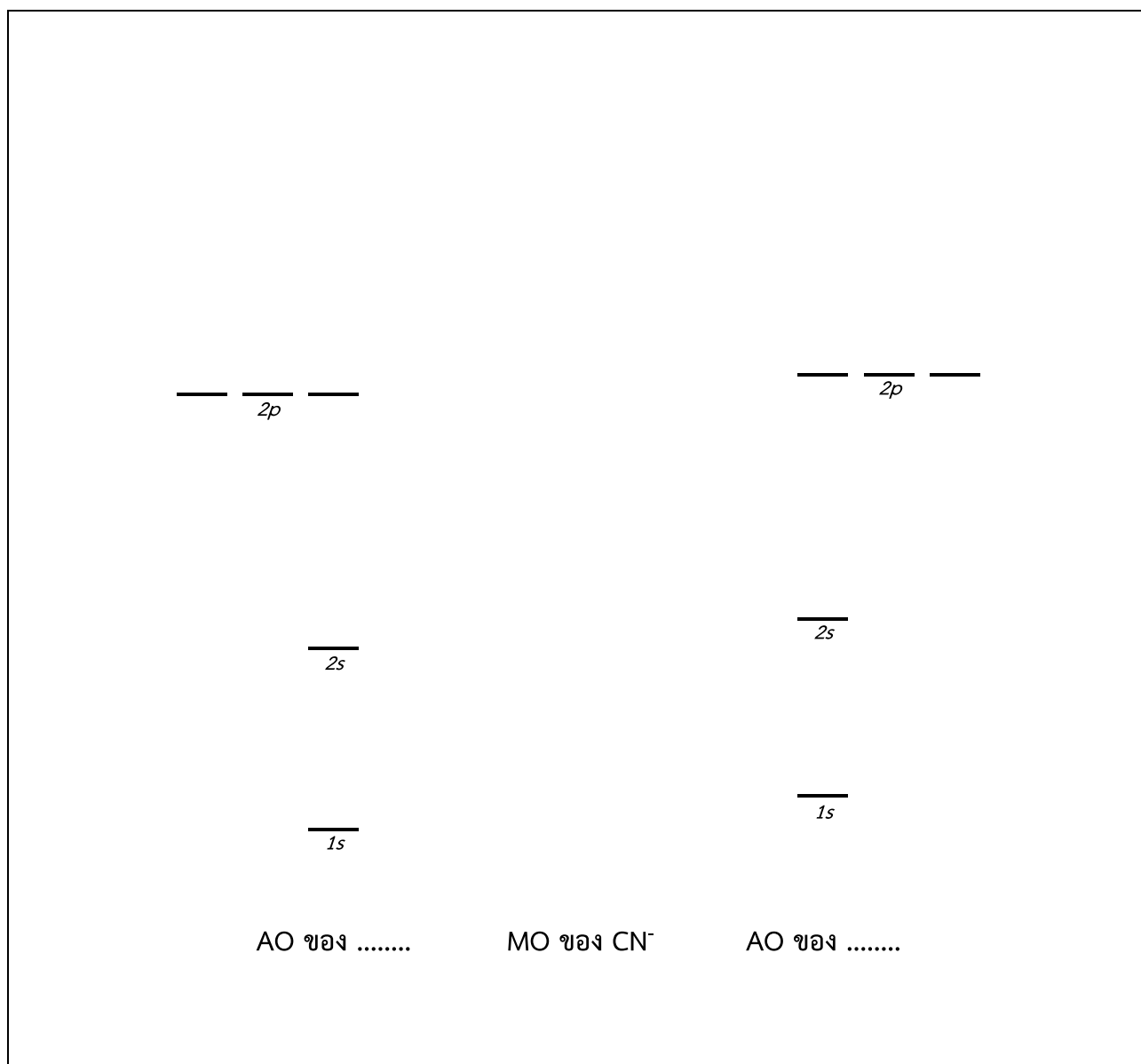
เท่าของขนาดอะตอม

ความไม่แน่นอนของการวัดความเร็วอิเล็กตรอนเป็นอย่างน้อย

%

วิธีคำนวณ

6.4 (4 คะแนน) แผนภาพออร์บิทัลเชิงโมเลกุล (MO diagram) ที่สอดคล้องกับผลการทดลองดังกล่าว



อันดับพันธะของ CN^- ในสถานะกระตุ้น เท่ากับ

คำตอบข้อที่ 7 (5.5 คะแนน)

7.1 (1 คะแนน) สมการที่เหมาะสมที่สุด คือ

☐ $(P / \text{MPa}) = -701 + 3.65 (T / \text{K})$

☐ $(P / \text{MPa}) = -413 + 2.41 (T / \text{K})$

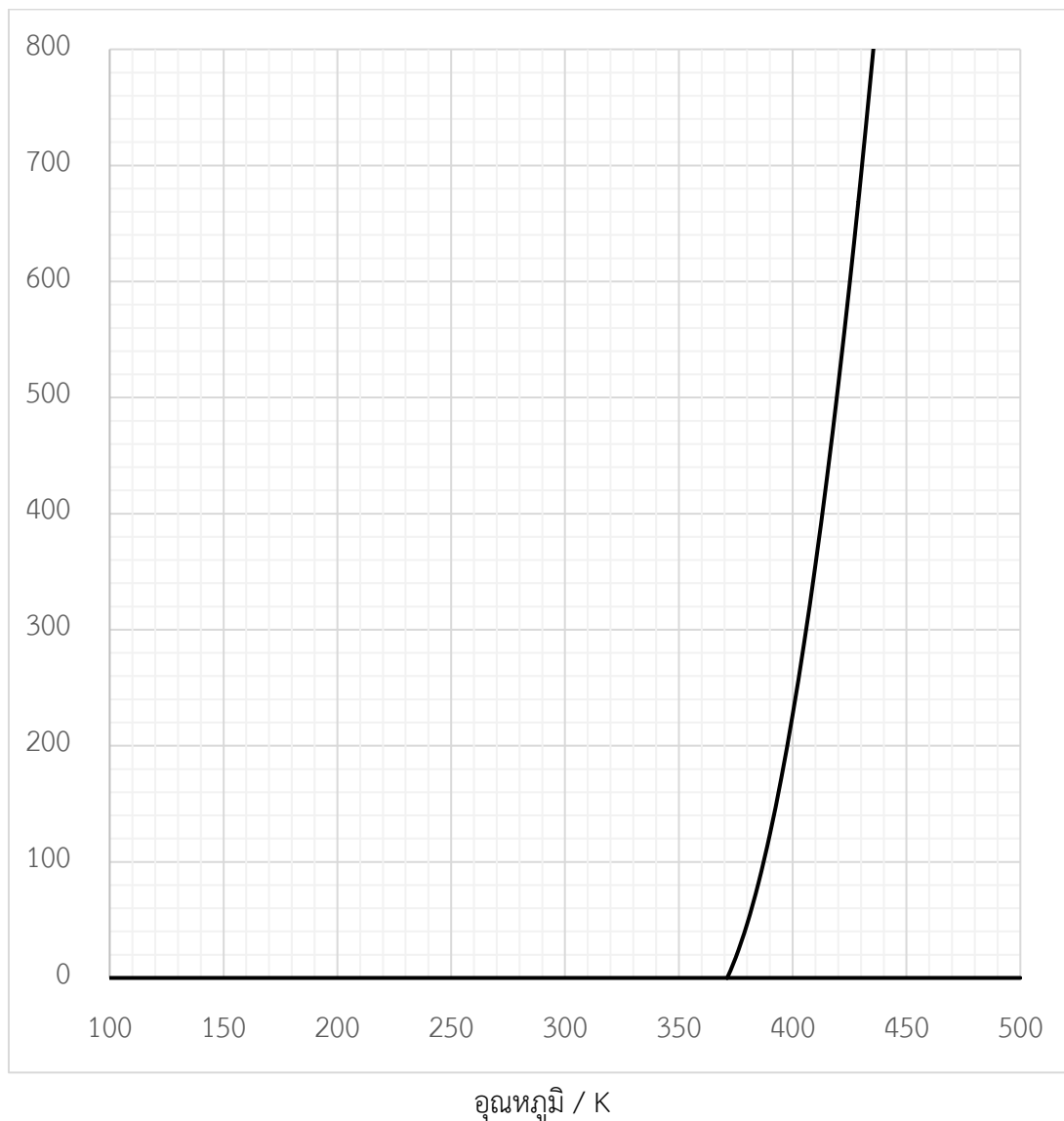
☐ $(P / \text{MPa}) = -344 + 2.36 (T / \text{K})$

☐ $(P / \text{MPa}) = -275 + 2.30 (T / \text{K})$

☐ $(P / \text{MPa}) = 12.6 + 1.15 (T / \text{K})$

ความดัน / MPa

ระบุวัฏภาคที่เสถียรด้วย “Gas”, “Liquid”, “Solid” และ “NEW”

7.2 (1 คะแนน) จุดร่วมสามกับแก๊ส (T_{GS})

K

MPa

จุดร่วมสามกับของเหลว (T_{LS})

K

MPa

(ตอบเป็นเลขจำนวนเต็ม)

เลขประจำตัวสอบ _____

7.3 (2 คะแนน) การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปี (ΔS)

 $\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ การเปลี่ยนแปลงเอนทัลปี (ΔH) ที่ 294 K kJ mol^{-1}

(ตอบด้วยเลขนัยสำคัญที่ได้จากการทดลอง)

วิธีคำนวณ

--

7.4 (1.5 คะแนน) จุดหลอมเหลว ($T_{\text{NEW} \rightarrow \text{L}}$)

K

เอนทัลปีการหลอมเหลว ($\Delta_{\text{NEW} \rightarrow \text{L}} H$) kJ mol^{-1}

(ตอบด้วยเลขนัยสำคัญที่ได้จากการทดลอง)

วิธีคำนวณ

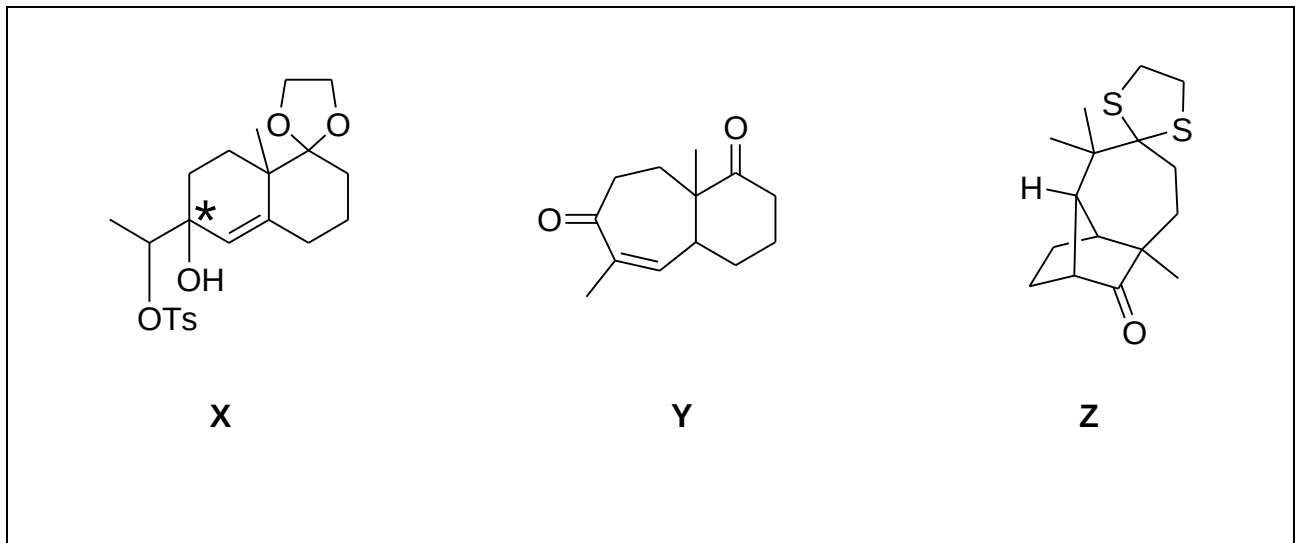
--

คำตอบข้อที่ 8 (10 คะแนน)

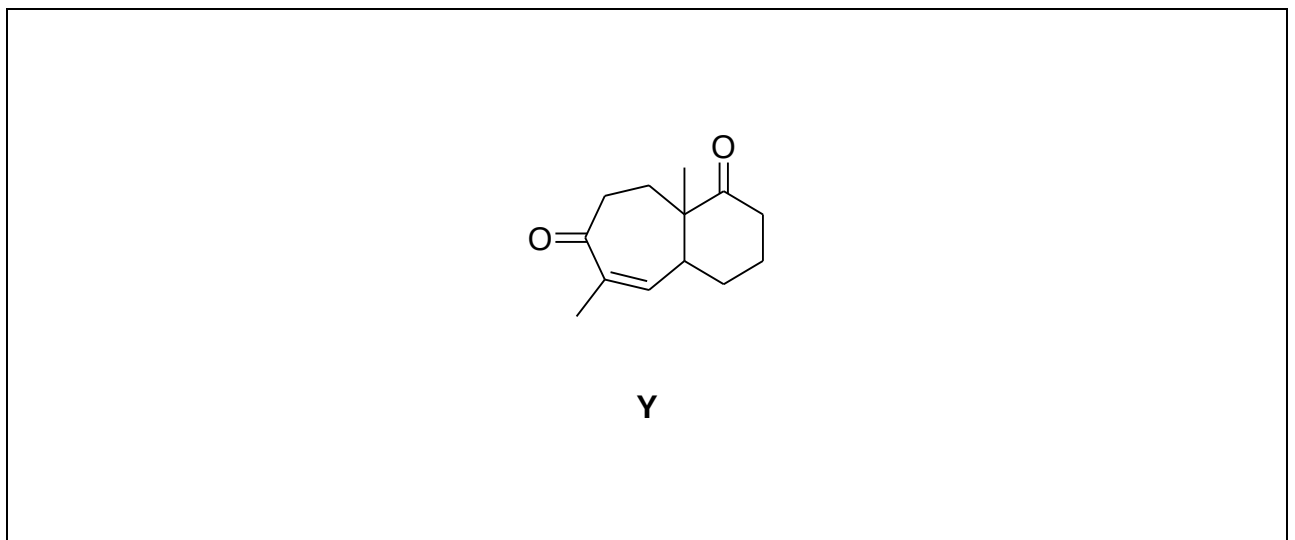
8.1 (8 points) Draw the structures of compounds A – H.

A	B
C	D
E	F
G	H

8.2 (1 point) Place an asterisk (*) on a carbon in compounds **Y** and **Z** that is derived from the carbon marked with * in compound **X**.



8.3 (1 point) Draw an arrow starting from a potential nucleophilic site to a potential electrophilic site to show the C–C bond formation in the Michael addition step in the conversion of compound **Y** to **E**.



คำตอบข้อที่ 9 (10 คะแนน)

9.1 (8 points) Draw the structures of compounds A – J.

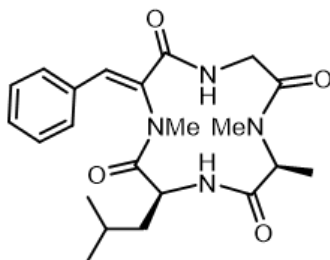
A	B	C
D	E	F
G	H	J

9.2 (2 points) What are the reagents and/or conditions W – Z?

Reagent and/or conditions W	Reagent and/or conditions X
Reagent and/or conditions Y	Reagent and/or conditions Z

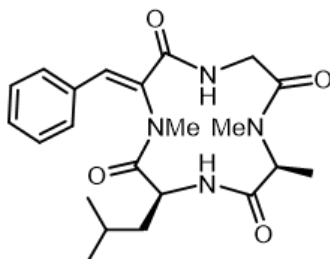
คำตอบข้อที่ 10 (10 คะแนน)

10.1 (1 point) Locate the position of peptide bond(s) by drawing an arrow pointing to each.



Tentoxin

10.2 (1 point) Determine the absolute configuration of all stereogenic center(s) by writing *R* or *S* nearby each center.



10.3 (2 points) Explain, with drawings, why the methyl group was added to only this nitrogen, but not on other nitrogen atoms.

10.4 (2 points) Explain, with drawings, why oxazolone is more likely to epimerize than normal peptide units.

10.5 (2 points) Write a mechanism to show the formation of DKP.

10.6 (2 points) Rank the order of R_f values by putting in a number (1 = highest R_f value; 3 = lowest R_f value) and give a reason for your answer (in the box below).

	Tentoxin	Derivative A	Derivative B
Rank of R_f value			

Reason for your answer

คำตอบข้อที่ 11 (10 คะแนน)

11.1 (4 คะแนน) ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา =

(ตอบในรูป $X.XX \times 10^n$)

วิธีคำนวณ

11.2 (2.25 คะแนน) ความเข้มข้นของ Pb^{2+} =

ppb

วิธีคำนวณ

11.3 (0.5 คะแนน) ความเข้มข้นของ Pb^{2+} ☐ เพิ่มขึ้น ☐ ลดลง ☐ ไม่เปลี่ยนแปลง

11.4 (0.75 คะแนน) สูตรเคมีของสารเชิงซ้อน คือ

11.5 (2.5 คะแนน) ปริมาตรของ dithizone = mL

วิธีคำนวณ

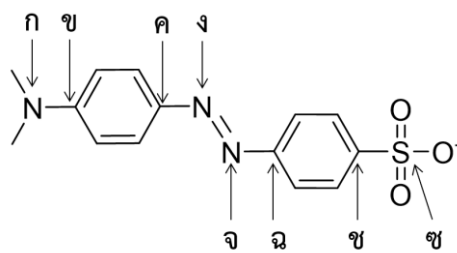
คำตอบข้อที่ 12 (9 คะแนน)

12.1 (1 คะแนน) สเปกตรัมดูดกลืนของรูปกรด คือ ☐ A ☐ B ☐ C ☐ Dสเปกตรัมดูดกลืนของรูปเบส คือ ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

12.2 (2.25 คะแนน)

pH	2.0	5.0	10.0
ประจุของเพปไทด์ =			
pH ที่เหมาะสมที่สุด คือ	☐	☐	☐

เหตุผล

12.3 (2.75 คะแนน) เป็นปฏิกิริยา ☐ รีดักชัน ☐ ออกซิเดชัน

อะตอม	ก (N)	ข (C)	ค (C)	ง (N)	จ (N)	ฉ (C)	ช (C)	ซ (S)
อะตอมที่มีสถานะออกซิเดชันเปลี่ยนแปลง	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
สถานะออกซิเดชัน <u>ก่อน</u>								
สถานะออกซิเดชัน <u>หลัง</u>								

เลขประจำตัวสอบ _____

12.4 (3 คะแนน) ร้อยละของ methyl orange ที่ลดลง =

(ตอบทศนิยม 1 ตำแหน่ง)

วิธีคำนวณ

คำตอบข้อที่ 13 (11 คะแนน)

13.1 (0.5 คะแนน) ค่า R_f ของสารที่ตำแหน่ง Z =

13.2 (0.5 คะแนน)

ค่า R_f ของสารที่ตำแหน่ง Y จะ☐ คงที่ ☐ เพิ่มขึ้น ☐ ลดลง ☐ ทำนายไม่ได้

การแยกระหว่างสารที่ตำแหน่ง X และ Y จะ

☐ เหมือนเดิม ☐ แยกจากกันมากขึ้น ☐ แยกจากกันน้อยลง ☐ ทำนายไม่ได้13.3 (0.25 คะแนน) สารละลาย aq1 อยู่ ☐ ชั้นบน ☐ ชั้นล่าง13.4 (0.25 คะแนน) TLC ไม่พบจุดสารที่ตำแหน่ง ☐ X ☐ Y ☐ Z

13.5 (3.5 คะแนน) เลือกสารและระบุปริมาณที่ใช้

☐ H_3PO_4 ☐ $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ☐ $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ☐ Na_3PO_4

	mL
	g
	g
	g

(ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

วิธีคำนวณ

13.6 (1 คะแนน)

ความเข้มข้นของสารในขวด B1 =

 Mความเข้มข้นของสารในขวด B2 =

 M

13.7 (5 คะแนน)

ปริมาณ aspirin ในยา =

 mg/เม็ดปริมาณ caffeine ในยา =

 mg/เม็ดปริมาณ paracetamol ในยา =

 mg/เม็ด

(ตอบเป็นเลขจำนวนเต็ม)

วิธีคำนวณ: ปริมาณ aspirin ในยา 1 เม็ด

วิธีคำนวณ: ปริมาณ caffeine ในยา 1 เม็ด

วิธีคำนวณ: ปริมาณ paracetamol ในยา 1 เม็ด