

การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 19

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

วันอังคารที่ 23 พฤษภาคม 2566

เวลา 09.00 – 14.00 น.

กระดาษคำตอบภาคทฤษฎี

เลขประจำตัวสอบ _____

คำตอบข้อที่ 1 (15 คะแนน)

1.1 (2 คะแนน)

a = b = c = d =

ค่าคงที่สมดุล =

1.2 (3 คะแนน) มวลต่อโมลของ polyphenol oxidase =

g/mol

จำนวน Cu^{2+} ต่อเอนไซม์หนึ่งโมเลกุล =

ไอออน

(ตอบเป็นจำนวนเต็ม)

วิธีคำนวณ

1.3 (4.5 คะแนน) ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา =

วิธีคำนวณ

1.4 (3.5 คะแนน) มวล ascorbic acid = g
มวล sodium ascorbate = g

วิธีคำนวณ

1.5 (1 คะแนน) สมการที่ดุลแล้วของครึ่งปฏิกิริยาการเกิดตะกอนสีแดงอิฐ พร้อมระบุสถานะ

1.6 (1 คะแนน) ปริมาณน้ำตาล hexose ในกล้วยตาก = %w/w

เลขประจำตัวสอบ.....

คำตอบข้อที่ 2 (15 คะแนน)

2.1 (2 คะแนน) pH ของสารละลายผสม =

วิธีคำนวณ

(ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

2.2 (6 คะแนน)

2.2.1 ขั้นตอนที่ 2 : การเปลี่ยนแปลงที่จุดยุติคือ จาก

เป็น

สมการไอออนิกสุทธิแสดงปฏิกิริยาของสารองค์ประกอบทุกชนิดที่เกิดปฏิกิริยาของการไทเทรตนี้

2.2.2 ขั้นตอนที่ 3 : อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม และสีที่จุดยุติ

อินดิเคเตอร์

☐ A☐ B☐ C☐ D☐ E

สีที่จุดยุติ

2.2.3 สมการไอออนิกสุทธิแสดงปฏิกิริยาของสารองค์ประกอบทุกชนิดที่เกิดปฏิกิริยาของการไทเทรตนี้

2.2.4 ปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตในของผสม =

%w/w

ปริมาณโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตในของผสม =

%w/w

วิธีคำนวณ

2.3 (6 คะแนน)**2.3.1** ขั้นตอนที่ 3 : สมการไอออนิกสุทธิของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อเติม NaOH คือ**2.3.2** ขั้นตอนที่ 3 : สมการไอออนิกสุทธิของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อเติม BaCl_2 คือ

การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นคือ

2.3.3 ปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตในของผสม =

%w/w

ปริมาณโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตในของผสม =

%w/w

วิธีคำนวณ

2.4 (1 คะแนน)

ค่าจริงของปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตในของผสม = %w/w

วิธีคำนวณ

คำตอบข้อที่ 3 (10 คะแนน)

3.1 (1.5 คะแนน) ระบุธาตุหรือสารประกอบของ A B C D E และ F โดยใช้สัญลักษณ์ตามตารางธาตุ

A	B	C	D	E	F

3.2 (4 คะแนน) เรียงลำดับสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารพร้อมระบุปัจจัยที่ทำให้เกิดแนวโน้มดังกล่าว

3.2.1 จุดเดือดของ H_2X

	<		<		<	
----------------------	---	----------------------	---	----------------------	---	----------------------

- เพราะ ☐ พันธะไฮโดรเจน ☐ รัศมีอะตอมของ X ☐ มวลอะตอมของ X
☐ ความแข็งแรงของพันธะ ☐ จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

3.2.2 ความยาวพันธะ X-H

	<		<		<	
----------------------	---	----------------------	---	----------------------	---	----------------------

- เพราะ ☐ พันธะไฮโดรเจน ☐ รัศมีอะตอมของ X ☐ มวลอะตอมของ X
☐ ความแข็งแรงของพันธะ ☐ จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

3.2.3 pK_{a1} ของ H_2X

	<		<		<	
----------------------	---	----------------------	---	----------------------	---	----------------------

- เพราะ ☐ พันธะไฮโดรเจน ☐ รัศมีอะตอมของ X ☐ มวลอะตอมของ X
☐ ความแข็งแรงของพันธะ ☐ จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

3.3 (2 คะแนน) ระบุค่า x และ n ของโมเลกุลหรือไอออน TeF_n^x ที่มีรูปร่างต่าง ๆ

	T-shaped	trigonal planar	tetrahedral	trigonal bipyramidal
x				
n				

3.4 (2.5 คะแนน)

3.4.1 ชนิดของฟลูออรีน =

ชนิด

รูปร่างเป็น

โครงสร้างลิวอิสของ
ไอออนบวกที่ระบุ
formal charge
ของ S

3.4.2 ชนิดของฟลูออรีน =

ชนิด

รูปร่างเป็น

โครงสร้างลิวอิสของ
ไอออนลบที่ระบุ
formal charge
ของ S

คำตอบข้อที่ 4 (10 คะแนน) ตอบคำถามโดยใช้สัญลักษณ์ตามตารางธาตุ เขียนชื่อสารด้วยตัวอักษรอังกฤษ

4.1 (2 คะแนน) ทำเครื่องหมายกากบาท **X** ในระบบที่ไม่เกิด JTD

		d ¹	d ²	d ³	d ⁴	d ⁵	d ⁶	d ⁷	d ⁸	d ⁹
octahedral	high spin									
	low spin									
tetrahedral	high spin									
	low spin									

4.2 (1 คะแนน)

การจัดอิเล็กตรอนแบบย่อของ M

4.3 (0.5 คะแนน)

สารเชิงซ้อนที่อาจมี geometrical isomer คือ ☐ ไม่มี ☐ C ☐ E ☐ G

4.4 (2.5 คะแนน) สูตรของไอออนเชิงซ้อนในสาร E แผนภาพแสดงระดับพลังงานที่เติมอิเล็กตรอนและระบุชนิดของออร์บิทัล

สูตร

แผนภาพระดับพลังงาน

--	--

4.5 (1 คะแนน)

โครงสร้าง
ไอออนเชิงซ้อน
ในของแข็ง F

4.6 (2 คะแนน) ชื่อและรูปร่างของไอออนเชิงซ้อน G

ชื่อ

รูปร่าง

4.7 (1 คะแนน)

การเตรียม Schweizer's reagent มีค่าคงที่ =

คำตอบข้อที่ 5 (10 คะแนน)

5.1 (6 คะแนน)

5.1.1 สปีชีส์ที่เสถียรที่สุด

ในกรด คือ

ในเบส คือ

5.1.2 สปีชีส์ที่เกิดปฏิกิริยา disproportionation ได้ในสารละลายเบสคือ (คำตอบที่ไม่ถูกต้องจะถูกหักคะแนน)

☐ X ☐ X^{2+} ☐ X^{3+} ☐ XO_2 ☐ $X(OH)_2$ ☐ $X(O)OH$ ☐ ไม่มี

เหตุผลประกอบ

5.1.3 สมการที่ดุลของครึ่งปฏิกิริยาในสารละลายเบส

 $E^\circ =$

V

(ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

วิธีคำนวณค่า E°

5.1.4

 K_1 มีค่าเป็นเท่าของ K_2 (ตอบในรูป $a.b \times 10^n$)

วิธีคำนวณ

5.2 (4 คะแนน)

5.2.1

ธาตุ X คือ

(ตอบโดยใช้สัญลักษณ์ตามตารางธาตุ)

วิธีคิด

5.2.2 สูตรเคมีของสารประกอบนี้ คือ

5.2.3 เลขโคออร์ดิเนชันของ Li คือ

ของ X คือ

เลขประจำตัวสอบ.....

คำตอบข้อที่ 6 (10 คะแนน)

6.1 (1 คะแนน)

ประจุของ $u =$ e ประจุของ $d =$ e

วิธีคำนวณ

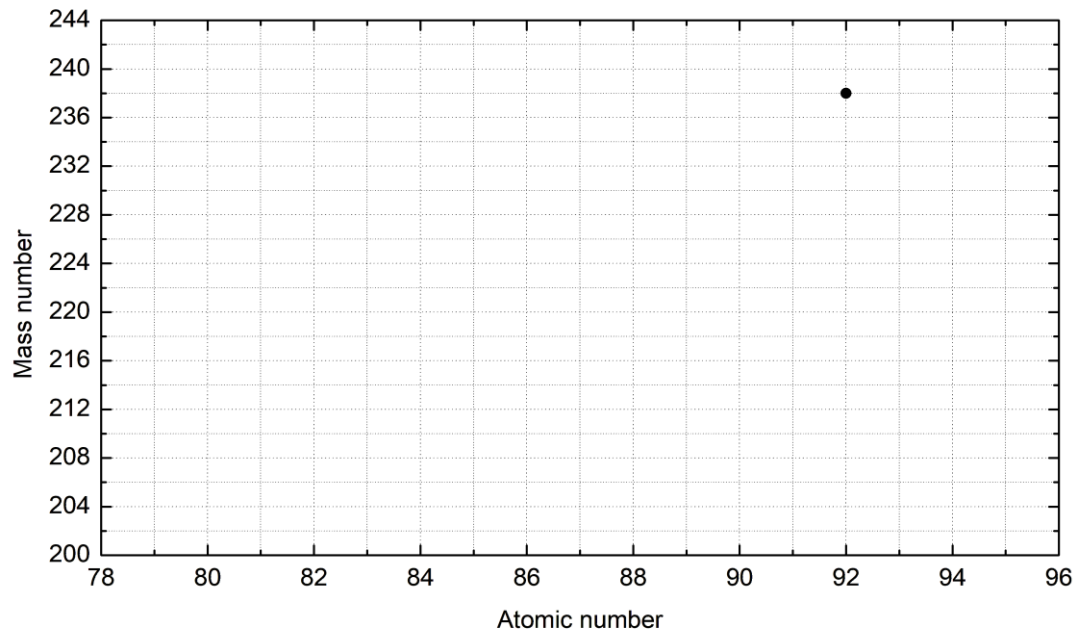
6.2 (0.5 คะแนน) ประจุของ $\Delta^{++} =$ e 6.3 (1.5 คะแนน) มวลของโปรตอน = MeV/c^2

วิธีคำนวณ

พลังงานยึดเหนี่ยวของโปรตอน = MeV

วิธีคำนวณ

6.4 (1.5 คะแนน)



สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของนิวไคลด์ X คือ

6.5 (1.5 คะแนน)

สมการนิวเคลียร์รวม คือ

ครึ่งชีวิตของสมการนิวเคลียร์รวม

=

หน่วย

ข้อสมมติ (assumption) ในการตอบ

6.6 (1.5 คะแนน) ศิลปินนี้มีอายุ =

☐ พันล้านปี

☐ ล้านปี

☐ พันปี

(ตอบเป็นจำนวนเต็มตั้งแต่ 1-999)

เลขประจำตัวสอบ.....

วิธีคำนวณ

6.7 (1.5 คะแนน)

 $t_{1/2, \text{total}} =$ ☐ พันล้านปี☐ ล้านปี☐ พันปี

(ตอบเป็นจำนวนเต็มตั้งแต่ 1-999)

วิธีคำนวณ

6.8 (1 คะแนน) เหตุที่ไม่เลือกใช้ K-Ca

คำตอบข้อที่ 7 (10 คะแนน)

7.1 (3 คะแนน) อิเล็กตรอนมีอัตราเร็วเป็น

มีความยาวคลื่นของเดอบรอยล์ =

เท่าของอัตราเร็วแสง

nm

(ตอบในรูป $a.bc \times 10^n$)

วิธีคำนวณ

--

7.2 (1.5 คะแนน) ความคลาดเคลื่อนของการวัดตำแหน่งคือ

--

nm

วิธีคำนวณ

--

7.3 (2 คะแนน) โฟตอนดังกล่าวมีความยาวคลื่น = nm
วิธีคำนวณ

อธิบายกระบวนการเกิดสีของทองคำ

7.4 (1 คะแนน) อิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานจาก orbital ไปยัง orbital

7.5 (1 คะแนน) อะตอมทองคำมีอิเล็กตรอนเดี่ยว ตัว

โลหะทองคำมีสมบัติแม่เหล็กแบบ ☐ diamagnetic ☐ paramagnetic

7.6 (1.5 คะแนน) พลังงานที่สอดคล้องเท่ากับ eV

วิธีคำนวณ

คำตอบข้อที่ 8 (10 คะแนน)

8.1 (2 คะแนน) พลังงานเสรีกิ๊บส์มาตรฐาน ($\Delta_r G^\circ$) มีค่าเท่ากับ kJ mol⁻¹

วิธีคำนวณ

สาเหตุของการคล้ำสี ☐ น่าจะเกิด ☐ ไม่น่าจะเกิด จากการเปลี่ยนวัฏภาคของ HgS

เหตุผลประกอบ

8.2 (2.5 คะแนน) สีของตะกอนที่เกิดขึ้น คือ ☐ สีดำ ☐ สีแดง

วิธีคำนวณ

8.3 (2 คะแนน) ตะกอนจะเกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ms

(ตอบเป็นจำนวนเต็ม)

สมมติฐานที่ใช้

1.

2.

3.

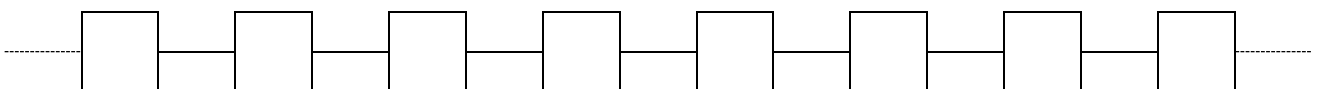
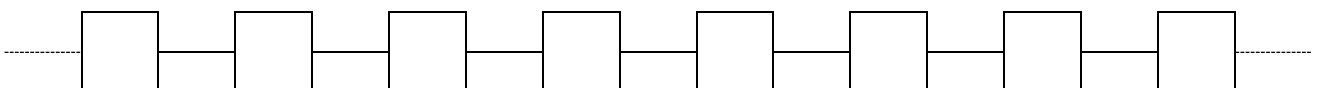
วิธีคำนวณ

8.4 (1.5 คะแนน) ทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง

- ☐ เมื่อปฏิกิริยา disproportionation เข้าสู่สมดุลแล้ว จะมี Hg_2^{2+} อยู่ในน้ำมากกว่า
- ☐ เมื่อปฏิกิริยา disproportionation เข้าสู่สมดุลแล้ว จะมี Hg^{2+} อยู่ในน้ำมากกว่า
- ☐ การเติม S^{2-} ทำให้เกิด disproportionation โดยสมบูรณ์ได้
- ☐ การเติม S^{2-} ไม่ทำให้เกิด disproportionation
- ☐ การเติม Cl^- ทำให้เกิด disproportionation โดยสมบูรณ์ได้
- ☐ การเติม Cl^- ไม่ทำให้เกิด disproportionation
- ☐ หากตั้งต้นด้วย S^{2-} และ Cl^- ปริมาณเท่ากัน จะเกิด disproportionation มากขึ้นเพื่อเข้าสู่สมดุล
- ☐ หากตั้งต้นด้วย S^{2-} และ Cl^- ปริมาณเท่ากัน จะเกิด disproportionation น้อยลงเพื่อเข้าสู่สมดุล

8.5 (1 คะแนน) คำอธิบายที่ทำให้เชื่อว่า mercurous ion ปรากฏในรูปอะตอมคู่ตามธรรมชาติ

8.6 (1 คะแนน) ลำดับของอะตอมในสายโซ่

สายโซ่ของผลึก $\alpha\text{-HgS}$ สายโซ่ของผลึก Hg_2Cl_2 

Answer to Problem 9 (9 points)

9.1 (2 points) Draw a mechanism of the carbodiimide reaction with HOBT participation.



9.2 (3 points) Provide the structures for **A** and **B**.

Structure of A	Structure of B
-----------------------	-----------------------

9.3 (4 points) Provide the identities of C-F.

Structure of C	Structure of D
Reagent E	Structure of F

Answer to Problem 10 (10 points)

10.1 (9 points) Draw the structures of compounds A – I. Show stereochemistry where applicable.

Compound A	Compound B
Compound C1	Compound C2
Compound D	Compound E

Compound F	Compound G
Compound H	Compound I

10.2 (1 point)

The structure of the isomer which leads to the desired product is ☐ C1 ☐ C2

Answer to Problem 11 (11 points)

11.1 (8.5 points) Draw the structures of Compounds A – I.

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

Compound I

11.2 (1.5 points) Propose a mechanism for the conversion of compound I to compound C.

11.3 (1 point) Does compound H contain the oxygen labeled with *?

- The structure of H
- ☐ contains no labeled oxygen.
- ☐ contains labeled oxygen at the position indicated with * as shown in the structure of H below (redraw from your answer in 11.1).

⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕

เลขประจำตัวสอบ.....