



การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 5

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

วันพฤหัสบดีที่ 7 พฤษภาคม 2552

เวลา 08.30 – 13.30 น.

ข้อสอบภาคทฤษฎี

เลขประจำตัวสอบ.....

ศูนย์ สอวน.

คำชี้แจงการสอบภาคทฤษฎี

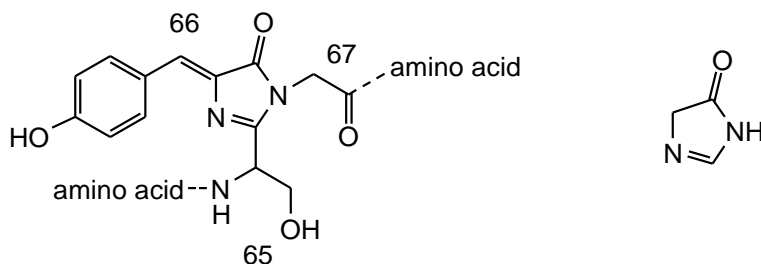
1. ข้อสอบมี 17 ข้อ คะแนนรวม 120 คะแนน คิดเป็น 60 % เวลาสอบ 08.30-13.30 น. (5 ชั่วโมง) ประกอบด้วย
ข้อสอบภาคทฤษฎี 1 ชุด จำนวน 14 หน้า (ไม่รวมปก)
กระดาษคำตอบภาคทฤษฎี 1 ชุด จำนวน 32 หน้า (ไม่รวมปก)
2. เขียนเลขประจำตัวสอบและศูนย์ สอน. ลงหน้าปกข้อสอบภาคทฤษฎีและกระดาษคำตอบภาคทฤษฎีทุกหน้า
3. ลงมือทำข้อสอบได้เมื่อกรรมการคุมสอบประกาศให้ “ลงมือทำ” และเมื่อประกาศว่า “หมดเวลา” นักเรียนต้องหยุดทำข้อสอบทันที และรวบรวมกระดาษคำถามและกระดาษคำตอบวางไว้บนโต๊ะก่อนออกจากห้องสอบ
4. ให้เขียนตอบในกระดาษคำตอบด้วยปากกาสีน้ำเงินหรือดำเท่านั้น โดยเขียนให้ตรงกับข้อและเขียนในกรอบที่กำหนดให้ กรณีเขียนผิดให้ขีดฆ่าและเขียนใหม่ให้ชัดเจน ห้ามลบด้วยน้ำยาลบคำผิด การทศหรือขีดเขียนอย่างอื่นให้ทำในกระดาษคำถามเท่านั้น
5. โจทย์คำนวณให้แสดงวิธีทำตามโจทย์กำหนด กรณีคำตอบที่เป็นตัวเลข ต้องคำนึงถึงเลขนัยสำคัญหรือตำแหน่งทศนิยมตามที่กำหนด
6. ห้ามยืมเครื่องเขียน และเครื่องคิดเลขผู้อื่นใช้โดยเด็ดขาด
7. ห้ามนักเรียนนำเอกสารใด ๆ เข้าหรือออกจากห้องสอบโดยเด็ดขาด
8. ในระหว่างการสอบ นักเรียนสามารถรับประทานอาหารว่างที่วางให้บนโต๊ะได้
9. ห้ามคุยหรือปรึกษากันในช่วงเวลาสอบ หากฝ่าฝืนถือว่าทุจริต กรณีทุจริตใด ๆ ก็ตาม นักเรียนจะหมดสิทธิ์ในการแข่งขัน และจะถูกให้ออกจากห้องสอบทันที

กำหนดให้	เลขอาโวกาโดร (Avogadro number)	$N_a = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$
	ค่าคงที่ของแก๊ส (Gas constant)	$R = 8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ $= 0.082 \text{ L} \cdot \text{atm/mol} \cdot \text{K}$
	ค่าคงที่ของฟาราเดย์ (Faraday constant)	$F = 96,500 \text{ C/mol } e^-$
	ปริมาตรต่อโมลของแก๊สอุดมคติ (molar volume of gas)	$= 22.4 \text{ L}$
	$K = ^\circ\text{C} + 273$	
	$1\text{L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ cm}^3$	

โจทย์ข้อที่ 1 (8 คะแนน)

Green fluorescent protein (GFP) เป็นโปรตีนเรืองแสงที่แยกได้จากแมงกะพรุน *Aequorea victoria* มีโครงสร้างดังแสดง (ส่วนที่เป็นเส้นประ หมายถึง ต่อกับกรดอะมิโนชนิดอื่น)

หน่วยสำคัญที่ทำให้โปรตีน GFP เรืองแสงได้ (โครโมฟอร์) เรียกว่า อิมิดาโซล (imidazolone)



Green fluorescent protein

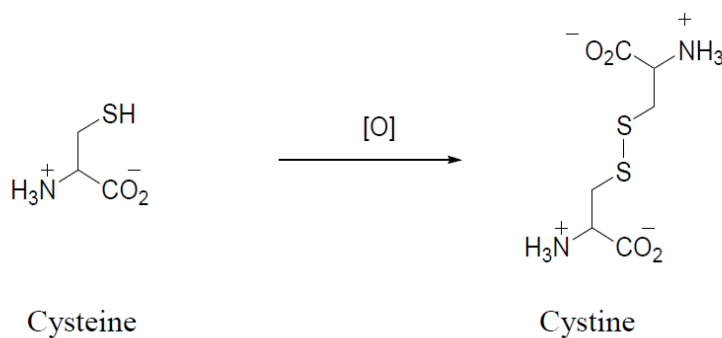
Imidazolone

โครโมฟอร์ดังกล่าวเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกรดอะมิโน 3 ชนิดที่อยู่ติดกันในโครงสร้างปฐมภูมิของ GFP ได้แก่ ซีรีนลำดับที่ 65 (Ser65) ไทโรซีนลำดับที่ 66 (Tyr66) และไกลซีนลำดับที่ 67 (Gly67)

- 1.1 ให้เขียนโครงสร้างของไตรเพปไทด์ที่มีการเรียงตัวของ Ser, Tyr และ Gly ก่อนเกิดเป็น GFP (ไม่ต้องระบุสเตอริโอเคมี โดยที่ปลายด้านอะมิโนและคาร์บอกซิลให้แสดงด้วยเส้นประ) (2 คะแนน)
- 1.2 กระบวนการสร้างโครโมฟอร์เกิดจากปฏิกิริยาปดวงแหวนซึ่งเป็นปฏิกิริยาการเติมแบบนิวคลีโอฟิลิก โดยในไตรเจนของ Gly67 เข้าไปเติมที่หมู่ C=O ของเอไมด์ระหว่าง Ser65 และ Tyr66 เกิดเป็นอินเทอร์มีเดียต 1 จากนั้นเกิดการกำจัดน้ำออกได้เป็นอินเทอร์มีเดียต 2 ให้เขียนโครงสร้างของอินเทอร์มีเดียต 1 และ 2 โดยไม่ต้องระบุสเตอริโอเคมี (2 คะแนน)
- 1.3 ปฏิกิริยาขั้นสุดท้ายที่ทำให้อินเทอร์มีเดียต 2 เกิดเป็นโครโมฟอร์ เป็นการสูญเสียอะตอมของธาตุใดออกไป และปฏิกิริยาในขั้นนี้เรียกว่าปฏิกิริยาอะไร (1 คะแนน)
- 1.4 ระบุปัจจัยสำคัญที่ทำให้อินเทอร์มีเดียต 2 เปลี่ยนเป็นโครโมฟอร์ดังกล่าวได้ง่าย (1 คะแนน)
- 1.5 ถ้าเปลี่ยนกรดอะมิโนลำดับที่ 66 จากไทโรซีน (Tyr) เป็นลิวซีน (Leu) ซึ่งมีขนาดและรูปร่างใกล้เคียงกัน จะมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของอินเทอร์มีเดียต 2 ไปเป็นโครโมฟอร์อย่างไร เพราะเหตุใด (2 คะแนน)

โจทย์ข้อที่ 2 (7 คะแนน)

ปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดอะมิโน Cysteine ให้ผลิตภัณฑ์เป็น Cystine ซึ่งเป็นไดเมอร์ของ Cysteine ที่ต่อกันด้วยพันธะไดซัลไฟด์ (S-S)



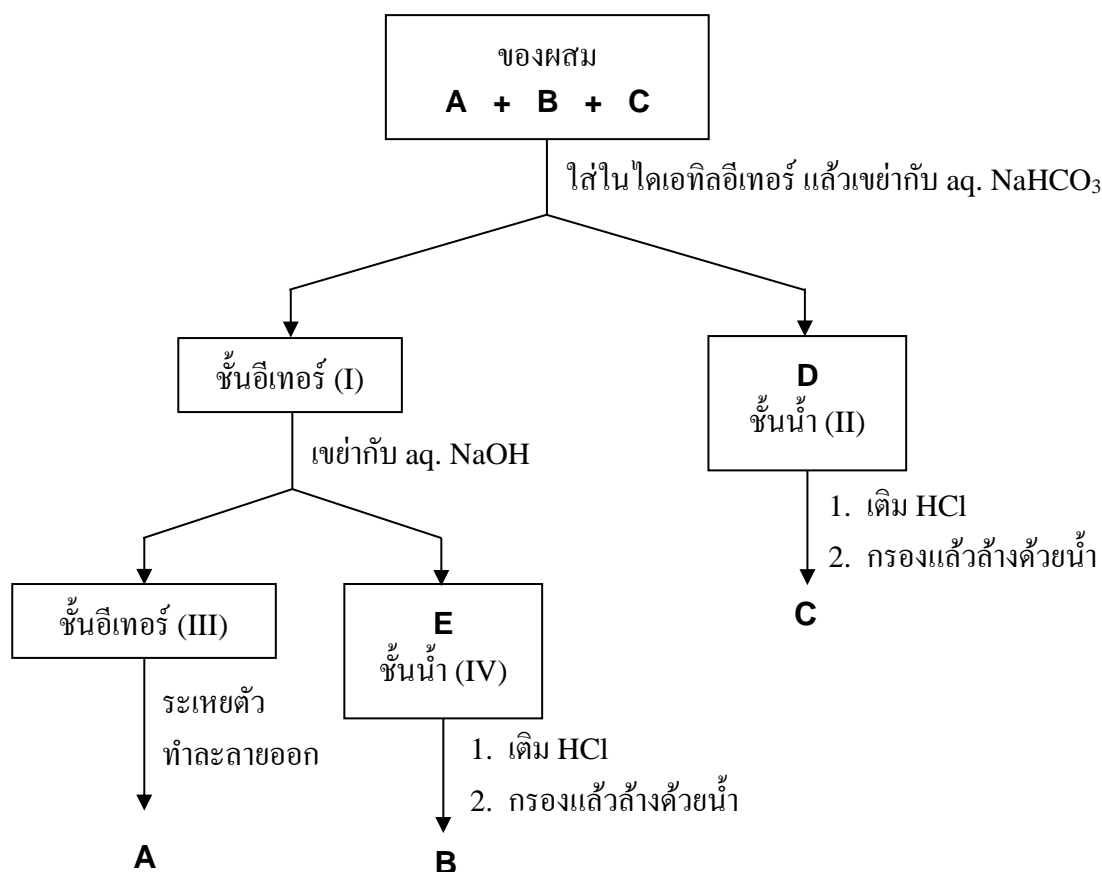
- 2.1 Cystine มีจำนวนไครัลคาร์บอนกี่ตัว **(0.5 คะแนน)**
- 2.2 Cystine มีจำนวนสเตอริโอไอโซเมอร์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดกี่ไอโซเมอร์ **(1 คะแนน)**
- 2.3 เขียนชนิดของสเตอริโอไอโซเมอร์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดของ Cystine โดยใช้สัญลักษณ์ *R/S* (ไม่ต้องแสดงโครงสร้าง) **(2 คะแนน)**
- 2.4 ผลิตภัณฑ์ Cystine จากปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างสมบูรณ์ของของผสม racemic Cysteine มีกี่ชนิด และมีอัตราส่วนโดยโมลเป็นเท่าใด (ถือว่าอัตราเร็วของปฏิกิริยา dimerization ไม่มีความแตกต่างกันระหว่าง (*R*)- และ (*S*)-Cysteine และ Cystine ทุกไอโซเมอร์มีความเสถียรใกล้เคียงกัน) **(1.5 คะแนน)**
- 2.5 ถ้านำของผสมจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของ racemic Cysteine ในข้อ 2.4 ไปแยกด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟีบนซิลิกาเจล จะสามารถแยกองค์ประกอบออกมาได้มากที่สุดกี่ชนิด และอัตราส่วนโดยมวลขององค์ประกอบแต่ละชนิดที่แยกได้จะเป็นเท่าใด **(2 คะแนน)**

โจทย์ข้อที่ 3 (12 คะแนน)

นักเรียนคนหนึ่งได้รับของผสมซึ่งประกอบด้วย สาร A สาร B และสาร C จึงได้นำของผสมนี้ไปแยกตามขั้นตอนในแผนภาพที่ 1 กล่าวคือ นำไปละลายในไดเอทิลอีเทอร์ จากนั้นนำไปเติมสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตและเขย่า และแยกชั้นอีเทอร์ (I) กับชั้นน้ำ (II) ออกจากกัน

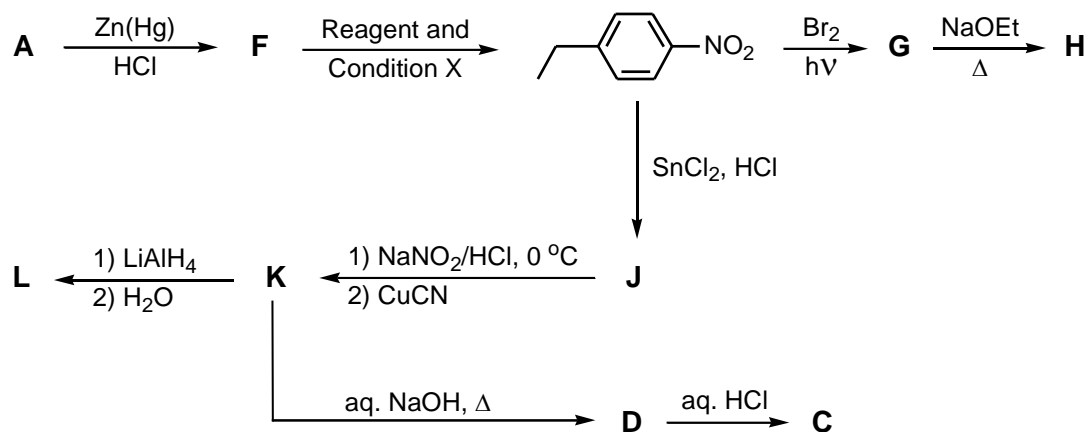
เมื่อนำชั้นอีเทอร์ (I) ไปเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วเขย่า จากนั้นแยกเอาชั้นอีเทอร์ (III) ไประเหยจนแห้งจะได้สาร A กลับมา ส่วนชั้นน้ำ (IV) มีสาร E ละลายอยู่ เมื่อเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นลงไปจนสารละลายมีฤทธิ์เป็นกรด ปรากฏว่า ได้ของแข็ง B ตกตะกอนกลับคืนมา เมื่อตรวจหาธาตุองค์ประกอบพบว่า B มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_{10}H_8O$ ซึ่งทำปฏิกิริยากับ benzene diazonium salt ได้สีส้มสด

สำหรับชั้นน้ำ (II) ที่แยกได้ในตอนแรกนั้นเป็นสาร D เมื่อเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นลงไปจนสารละลายมีฤทธิ์เป็นกรด ปรากฏว่า ได้ของแข็ง C เกิดขึ้น



แผนภาพที่ 1

เมื่อนำสาร A ไปทำปฏิกิริยาดังแผนภาพที่ 2 จะได้สาร C และสาร L โดยเกิดผ่านสาร F สาร J และสาร K นอกจากนั้นยังเปลี่ยนสาร A เป็นสาร G และสาร H ได้



แผนภาพที่ 2

3.1 เขียนสูตรโครงสร้างของสาร A – สาร L (11 คะแนน)

3.2 ระบุรีเอเจนต์ที่ใช้และสภาวะ X (1 คะแนน)

โจทย์ข้อที่ 4 (9 คะแนน)

พิจารณาข้อมูลของสารประกอบเชิงซ้อน Co^{3+} 3 ชนิดดังนี้ CoX_6 , CoY_6 และ CoZ_6

สมบัติ	CoX_6	CoY_6	CoZ_6
สี	เกือบไม่มีสี4.4.....	เหลืองอมส้ม
การดูดกลืนแสง	ช่วงอุลตราไวโอเลต4.4.....	ดูดกลืนหลายช่วง ช่วงที่พลังงานต่ำสุดคือ 450 nm
สมบัติแม่เหล็ก4.3.....	paramagnetic	diamagnetic

ถ้า d-orbital ของ Co ในสารประกอบเชิงซ้อนดังกล่าวแยกระดับพลังงานเป็น 2 ชุด มีระดับพลังงานต่างกันเท่ากับ Δ_o

- 4.1 ให้เรียงลำดับค่า Δ_o ของสารประกอบเชิงซ้อนทั้งสามชนิดจากมากไปน้อย (2 คะแนน)
- 4.2 ให้เขียนแผนภาพระดับพลังงานของ d-orbital ของสารทั้งสามชนิดที่สอดคล้องกับข้อ 4.1 และบรรจุอิเล็กตรอนลงใน d-orbital (3 คะแนน)
- 4.3 สมบัติแม่เหล็กของ CoX_6 ควรเป็นอย่างไร มีวิธีคิดอย่างไร (1 คะแนน)
- 4.4 การดูดกลืนแสงของสาร CoY_6 ควรอยู่ในช่วงและความยาวคลื่นอย่างไร (คิดเฉพาะพลังงานต่ำสุดที่ดูดกลืน) (2 คะแนน)
- 4.5 ถ้า Co ใน CoX_6 จะทำไฮบริดเซชันเพื่อสร้างพันธะกับ X Co จะต้องใช้ออร์บิทัลอะไรบ้าง จงระบุให้ชัดเจน (1 คะแนน)

โจทย์ข้อที่ 5 (5 คะแนน)

พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

- ก. โคบอลต์-60 (Co-60) เป็นสารกัมมันตรังสีที่ปล่อยอนุภาคบีตา เมื่อเวลาผ่านไป 31.8 ปี ปริมาณของ Co-60 จะเหลืออยู่เท่ากับ $1/64$ ของสารเมื่อเวลาเริ่มต้น
- ข. โรงพยาบาลแห่งหนึ่งได้ซื้อชุดโคบอลต์-60 ซึ่งผลิตเมื่อวันที่ 2 มกราคม พ.ศ. 2552 เพื่อนำมาใช้ในการฉายรังสีรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็ง และชุดโคบอลต์-60 นี้จะต้องเปลี่ยนใหม่เมื่อ Co-60 สลายตัวไปร้อยละ 75

- 5.1 เมื่อ Co-60 สลายตัวจะได้ธาตุ A ซึ่งธาตุ A จะปล่อยอนุภาคแอลฟา 1 อนุภาคต่อไปได้เป็นธาตุ B จงเขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ A และ B (1 คะแนน)
- 5.2 หากครึ่งชีวิตของ Co-60 (2 คะแนน)
- 5.3 โรงพยาบาลควรเปลี่ยนชุดโคบอลต์-60 นี้ ในเดือนและปีใด (2 คะแนน)

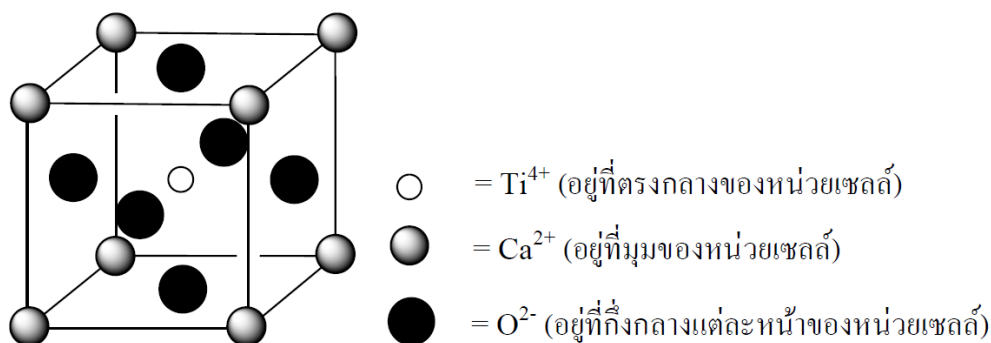
โจทย์ข้อที่ 6 (7 คะแนน)

สารประกอบที่เกิดจากโลหะโซเดียมกับธาตุ X มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 102.9 และเมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลาย AgNO_3 จะได้ตะกอน

- 6.1 ธาตุ X มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนอย่างไร (1 คะแนน)
- 6.2 ถ้าน้ำของผสมของ CaX_2 และ NaX หนัก 0.9157 g ละลายในน้ำแล้วเติม AgNO_3 มากเกินพอจะได้ตะกอนหนัก 1.6930 g คำนวณหามวลของ NaX ในของผสมนี้ (2 คะแนน)
- 6.3 เทลลูเรียม (Te) เป็นธาตุที่อยู่หมู่เดียวกับออกซิเจน สารประกอบหรือไอออนของเทลลูเรียมมีสูตรเคมีเป็น $[\text{TeX}_4]^{Z-}$ โดย Z คือ ประจุของสารประกอบ ดังนั้น Z จะมีค่าเป็นเท่าไรจึงทำให้สารประกอบหรือไอออนมีรูปร่างเป็นทรงสี่หน้า (tetrahedral) ทรงสี่หน้าบิดเบี้ยว (seesaw) และสี่เหลี่ยมแบนราบ (square planar) เขียนโครงสร้างลิวอิสของสารประกอบเหล่านี้ (3 คะแนน)
- 6.4 นอกจากเทลลูเรียมแล้วยังมีธาตุ A ในคาบที่ 5 ที่อาจเกิดสารประกอบที่มีสูตรคล้ายกันคือ AX_4 และมีโครงสร้างโมเลกุลเป็นรูปสี่เหลี่ยมแบนราบ A ควรเป็นธาตุใด และโครงสร้างลิวอิสของสารประกอบนี้เป็นอย่างไร (1 คะแนน)

โจทย์ข้อที่ 7 (8 คะแนน)

สารประกอบแคลเซียมไทเทเนต (calcium titanate) มีหน่วยเซลล์ดังรูป ถ้ารัศมีไอออนของแคลเซียมไทเทเนียม และออกไซด์เป็น 0.106, 0.064 และ 0.132 nm ตามลำดับ



- 7.1 สารประกอบนี้มีสูตรทั่วไปอย่างไร (2 คะแนน)
- 7.2 กำหนดมวลของหน่วยเซลล์ (หน่วยเป็น g และตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง) (2 คะแนน)
- 7.3 กำหนดหาความยาวด้านของหน่วยเซลล์ (หน่วยเป็น nm และตอบทศนิยม 3 ตำแหน่ง) (2 คะแนน)
- 7.4 กำหนดหาความหนาแน่นของหน่วยเซลล์ (หน่วยเป็น g/cm^3 และตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง) (2 คะแนน)

โจทย์ข้อที่ 8 (4 คะแนน)

Bomb calorimeter เป็นเครื่องมือที่ใช้หาความร้อนของการเผาไหม้โดยใช้สภาวะปริมาตรคงที่

เมื่อนำกรดเบนโซอิก ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) 1.0087 g มาเผาใน bomb calorimeter เครื่องหนึ่งโดยใช้ O_2 จำนวนมากเกินพอ หลังจากเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ พบว่า อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 27.93°C เป็น 30.59°C

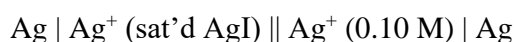
เมื่อนำเนฟทาลิน (C_{10}H_8) 0.6630 g เผาใน bomb calorimeter เครื่องเดียวกันนี้ โดยใช้สภาวะเดียวกัน และใช้ O_2 จำนวนมากเกินพอเช่นเดียวกัน หลังจากเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ พบว่า อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 28.00°C เป็น 31.09°C

กำหนดให้ กรดเบนโซอิกมีความร้อนของการเผาไหม้ = 26.437 kJ/g

- 8.1 กำหนดหาความร้อนของการเผาไหม้ของเนฟทาลิน (หน่วยเป็น kJ/g และตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง) (2 คะแนน)
- 8.2 กำหนดงานของการเผาไหม้ของเนฟทาลิน (หน่วยเป็น kJ/g) (0.5 คะแนน)
- 8.3 กำหนดเอนทัลปีของการเผาไหม้ของเนฟทาลิน (หน่วยเป็น kJ/g และตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง) (1.5 คะแนน)

โจทย์ข้อที่ 9 (4 คะแนน)

จากแผนภาพของเซลล์ต่อไปนี้



sat'd AgI หมายถึง ความเข้มข้นของ Ag^+ ในสารละลายอิ่มตัวของ AgI(s) ในน้ำ

วัดความต่างศักย์ของเซลล์ (E_{cell}) ที่ 25°C ได้เท่ากับ 0.40 V

9.1 เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่ขั้วไฟฟ้า (0.6 คะแนน)

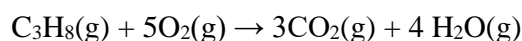
9.2 คำนวณ ΔG ของการละลายของ AgI(s) จากการทดลองนี้ (หน่วยเป็น kJ และตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง) (1 คะแนน)

9.3 คำนวณความเข้มข้นของสารละลายอิ่มตัวของ AgI(s) ในน้ำ (หน่วยเป็น M และตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง) (1.5 คะแนน)

9.4 คำนวณ K_{sp} ของการละลายของ AgI(s) จากการทดลองนี้ (ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง) (0.9 คะแนน)

โจทย์ข้อที่ 10 (4 คะแนน)

ปฏิกิริยาของการเผาไหม้ในเซลล์เชื้อเพลิงโพรเพน-ออกซิเจน ($\text{C}_3\text{H}_8 - \text{O}_2$) ในสารละลายกรดเป็นดังนี้



กำหนดค่า absolute entropy (S°) และ enthalpy of formation (ΔH_f°) ที่อุณหภูมิ 25°C ความดัน 1.00 atm ดังนี้

แก๊ส	$S^\circ (\text{J/K mol})$	$\Delta H_f^\circ (\text{kJ/mol})$
C_3H_8	270	-103.85
O_2	205	0
CO_2	213	-393.51
H_2O	189	-241.83

10.1 เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่ขั้วไฟฟ้า (0.5 คะแนน)

10.2 คำนวณ ΔH° , ΔS° , ΔG° และ E° ของเซลล์ดังกล่าว (ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง) (2 คะแนน)

10.3 เมื่อเซลล์อยู่ในภาวะสมดุลที่ 25°C จะมีค่าคงที่สมดุลเป็นเท่าใดในรูปของ $\ln K$
(ตอบทศนิยม 1 ตำแหน่ง) (0.5 คะแนน)

10.4 ในขณะที่แก๊สแต่ละชนิดคือ C_3H_8 , O_2 , CO_2 และ H_2O มีความดันเป็น 1.50, 1.00, 0.10 และ 0.10 atm ตามลำดับ จะได้เซลล์ที่มีความต่างศักย์เป็นเท่าใด (ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง) (1 คะแนน)

โจทย์ข้อที่ 11 (3 คะแนน)

แก๊ส NH_3 0.1 mol บรรจุอยู่ในภาชนะขนาด 3.0 L ที่ 300 K

แก๊ส HCl 0.3 mol บรรจุอยู่ในภาชนะขนาด 2.0 L ที่ 300 K

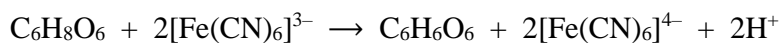
เมื่อถ่ายแก๊ส NH_3 และแก๊ส HCl ทั้งหมดลงในภาชนะขนาด 5.0 L ปรากฏว่า เกิดปฏิกิริยาและได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊ส NH_4Cl หลังจากเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์และปล่อยให้อุณหภูมิเป็น 300 K เท่ากับก่อนนำแก๊สมาผสมกัน

11.1 คำนวณความดันของแก๊สแต่ละชนิดก่อนผสมกันที่ 300 K (หน่วยเป็น atm และตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง) (1 คะแนน)

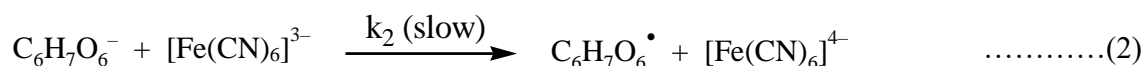
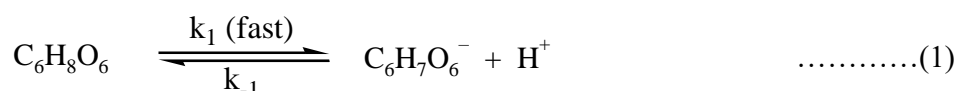
11.2 คำนวณความดันย่อยของแก๊สแต่ละชนิดและความดันรวมของแก๊สผสมที่ 300 K หลังจากสิ้นสุดปฏิกิริยา (หน่วยเป็น atm และตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง) (2 คะแนน)

โจทย์ข้อที่ 12 (11 คะแนน)

กำหนดปฏิกิริยา



กลไกของปฏิกิริยาเกิดขึ้น 3 ขั้นตอนดังนี้



12.1 ตัวออกซิไดส์ในปฏิกิริยารวมคือสารใด (0.5 คะแนน)

12.2 เลขออกซิเดชันและการจัดเรียงตัวของอิเล็กตรอนของ Fe ในผลิตภัณฑ์เป็นอย่างไร (1 คะแนน)

12.3 ในขั้นตอนปฏิกิริยาที่เกิดช้าที่สุด อิเล็กตรอนถ่ายเทจากสารใดไปยังสารใด (1 คะแนน)

12.4 จากทฤษฎี Debye-Hückel สำหรับสารละลายอิเล็กโทรไลต์ได้

$$\log k_2 = \log k_0 + 1.02 Q_1 Q_2 I^{1/2} / (I^{1/2} + 1) \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$I = \frac{1}{2} \sum Z_i^2 c_i$$

โดยที่ I = ความแรงของไอออน ซึ่งขึ้นกับ ประจุของไอออน (Z_i) และความเข้มข้น (c_i) ของเกลือที่เติมลงไปเพื่อศึกษาผลของเกลือที่มีต่ออัตราของปฏิกิริยา

Q_1, Q_2 = ประจุของสารทำปฏิกิริยาในขั้นตอนที่เกิดช้าที่สุด

k_0 = ค่าคงที่อัตราของปฏิกิริยาเมื่อไม่มีการเติมเกลือลงไป

อัตราของปฏิกิริยาจะเปลี่ยนไปอย่างไรเมื่อ

ก. ประจุของสารทำปฏิกิริยามีเครื่องหมายตรงข้ามกัน (0.5 คะแนน)

ข. ประจุของสารทำปฏิกิริยาดัวหนึ่งเป็นกลาง (0.5 คะแนน)

ค. เพิ่มความเข้มข้นของเกลือที่เติมลงไปในปฏิกิริยา (0.5 คะแนน)

12.5 เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง (3 คะแนน)

ก. $\frac{d[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-]}{dt}$ กับ k_1 , k_{-1} และ k_2

ข. $\frac{d[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^\bullet]}{dt}$ กับ k_2 และ k_3

ค. rate หรือ $\frac{-d[[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}]}{dt}$ กับ k_2 และ k_3

12.6 หากอัตราการเกิดของอินเทอร์มีเดียต (intermediate) เท่ากับอัตราการหายไปของอินเทอร์มีเดียต และสมการ (2) คือ ขั้นตอนกำหนดอัตรา (rate determining step) (4 คะแนน)

ก. เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-]$ กับ k_1 , k_{-1} และ k_2 และสารตั้งต้นของปฏิกิริยาข. ถ้ากำหนด $\frac{k_1}{k_{-1}} = K$ เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตรา (rate) กับ K , k_2 และสารตั้งต้นของปฏิกิริยา

โจทย์ข้อที่ 13 (4 คะแนน)

ในการถ่ายภาพสีภาพถ่าย พบว่า อัตราการสร้างสี (rate) แปรผกผันกับเวลาของการสร้างสี (t) และอัตราการสร้างสีสัมพันธ์กับอุณหภูมิ (T) ตามสมการของอาร์เรเนียส (Arrhenius equation) โดยเวลาของการสร้างสีขึ้นกับอุณหภูมิแสดงดังตาราง

$\frac{1}{T_1} (\text{K}^{-1})$	เวลาของการสร้างสี (วินาที)
3.22×10^{-3}	182
3.23×10^{-3}	201
3.24×10^{-3}	222
3.25×10^{-3}	245
3.26×10^{-3}	271
3.27×10^{-3}	300
3.28×10^{-3}	331

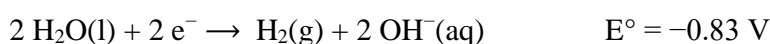
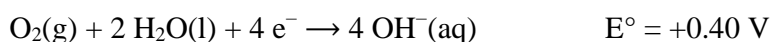
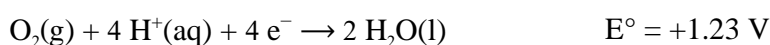
13.1 เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาของการสร้างสี (t) กับพลังงานก่อกัมมันต์ (E_a) และอุณหภูมิ (T) (1 คะแนน)13.2 จากสมการข้อ 13.1 ให้เขียนกราฟและหาค่า E_a จากกราฟ (3 คะแนน)

โจทย์ข้อที่ 14 (10 คะแนน)

เซลล์อิเล็กโทรไลต์เซลล์หนึ่งประกอบด้วยขั้ว chromium (Cr) และขั้ว stainless steel ต่อกับแบตเตอรี่ขั้วทั้งสองจุ่มในสารละลาย KOH เข้มข้น 0.3 M ปริมาตร 50 mL ในบีกเกอร์ขนาด 250 mL ผ่านกระแสไฟฟ้า 0.50 A เข้าไปในเซลล์อิเล็กโทรไลต์นี้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และทำการทดลองดังนี้

- ก. เก็บแก๊สที่เกิดขึ้นที่ขั้ว stainless steel ระหว่างกระบวนการอิเล็กโทรลิซิสไปทดสอบ พบว่า แก๊สที่เกิดขึ้นติดไฟได้ในอากาศ สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ และสามารถนำแก๊สนี้ไปใช้ในเซลล์เชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าได้
- ข. หลังจากอิเล็กโทรลิซิส นำขั้วทั้งสองไปชั่ง พบว่า ขั้ว chromium มีน้ำหนักลดลง 0.321 g ส่วนน้ำหนักของขั้ว stainless steel ไม่เปลี่ยนแปลง
- ค. หลังจากอิเล็กโทรลิซิส นำสารละลาย KOH ไปเติมกรดไนตริก (HNO_3) จน pH ต่ำกว่า 7 เล็กน้อย จากนั้นอุ่นให้ร้อน แล้วนำไปไทเทรตด้วยสารละลาย $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ เข้มข้น 0.152 M พบว่า เกิดตะกอนสีเหลืองขึ้นอย่างรวดเร็ว และการตกตะกอนเกิดขึ้นสมบูรณ์เมื่อเติมสารละลาย $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ปริมาตร 40.6 mL เมื่อกรองตะกอน ทำให้แห้ง แล้วนำไปชั่ง พบว่า ตะกอนสีเหลืองที่เกิดขึ้นหนัก 1.99 g

กำหนดให้



14.1 เลขออกซิเดชันของ chromium หลังเกิดปฏิกิริยามีค่าเท่าใด (2.5 คะแนน)

14.2 ถ้าตะกอนสีเหลืองในข้อ ค. ประกอบด้วยธาตุ Pb, Cr และ O เขียนสูตรสารประกอบนี้ (3 คะแนน)

14.3 เขียนสมการไอออนิกแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้ว chromium ปฏิกิริยาที่ขั้ว stainless steel และปฏิกิริยารวมที่เกิดขึ้นในเซลล์อิเล็กโทรไลต์นี้ พร้อมทั้งดุลสมการ (2.5 คะแนน)

14.4 ถ้าต้องการผลิตแก๊สที่เกิดขึ้นที่ขั้ว stainless steel ปริมาตร 5.6 L ที่ STP ในเวลา 4 ชั่วโมง จะต้องใช้กระแสไฟฟ้ากี่แอมแปร์ (2 คะแนน)

โจทย์ข้อที่ 15 (10 คะแนน)

กรดอินทรีย์ชนิดหนึ่งประกอบด้วย C 41.4 %, H 3.4 % โดยมวล และเมื่อนำกรดอินทรีย์ชนิดนี้มา 0.145 g จะทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.100 M ปริมาตร 25.00 mL โดยกรดอินทรีย์นี้มีค่า $K_{a1} = 1.3 \times 10^{-2}$ และ $K_{a2} = 5.9 \times 10^{-7}$

15.1 เขียนสูตรเอมพิริกัลและสูตรโมเลกุลของกรดอินทรีย์ชนิดนี้ (3 คะแนน)

15.2 เขียนสูตรโครงสร้างที่เป็นไปได้ของกรดอินทรีย์ชนิดนี้มา 1 โครงสร้าง พร้อมทั้งเรียกชื่อตามระบบ IUPAC (1 คะแนน)

15.3 ถ้านำกรดอินทรีย์ชนิดนี้มา 1.740 g ละลายน้ำในขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 mL จากนั้นปิเปตสารละลายกรดอินทรีย์มา 20.00 mL แล้วไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.125 M

ก. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น (0.5 คะแนน)

ข. สารละลายเริ่มต้นก่อนไทเทรตมี pH เท่าใด (3 คะแนน)

ค. เขียนลักษณะกราฟการไทเทรต พร้อมทั้งระบุปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่จุดสมมูล (2.5 คะแนน)

โจทย์ข้อที่ 16 (5 คะแนน)

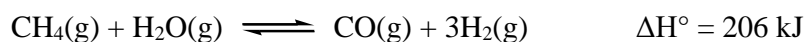
ผสมสารละลาย NaF เข้มข้น 0.060 M ปริมาตร 75 mL กับสารละลาย $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ เข้มข้น 0.15 M ปริมาตร 25 mL ความเข้มข้นสุดท้ายของ Na^+ , NO_3^- , Sr^{2+} และ F^- มีค่าเท่าใด

กำหนดให้ K_{sp} ของ $\text{SrF}_2 = 2.0 \times 10^{-10}$

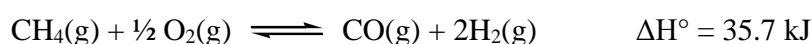
โจทย์ข้อที่ 17 (9 คะแนน)

แก๊สไฮโดรเจนที่ผลิตในอุตสาหกรรมร้อยละ 75 ผลิตได้จากกระบวนการ steam-reforming ที่ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ผ่านไอน้ำและแก๊สมีเทนที่ความดันประมาณ 30 atm บนตัวเร่งปฏิกิริยา ดังสมการ



ขั้นที่ 2 ผสมอากาศในระบบเพื่อเปลี่ยนแก๊สมีเทนที่เหลือจากขั้นที่ 1 ให้เป็นแก๊สไฮโดรเจน ดังสมการ



17.1 หากต้องการให้แก๊สไฮโดรเจนเกิดได้ดีทั้งสองขั้นตอน ควรทำให้ระบบมีอุณหภูมิและความดันอย่างไร (สูงหรือต่ำ) พร้อมให้เหตุผลประกอบ (1 คะแนน)

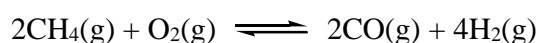
17.2 หากมีปริมาณแก๊สออกซิเจนสูงเกินไป จะเกิดผลต่อกระบวนการผลิตแก๊สไฮโดรเจนอย่างไร แสดงปฏิกิริยาที่ส่งผลดังกล่าว (1 คะแนน)

17.3 แก๊สไฮโดรเจนที่ผลิตได้สามารถนำไปทำปฏิกิริยากับแก๊สไนโตรเจนเพื่อผลิตแก๊สแอมโมเนีย ถ้าต้องการให้แก๊สแอมโมเนียเกิดได้ดีควรปรับความดันของระบบอย่างไร ให้เหตุผลประกอบ พร้อมเขียนสมการแสดงสมดุล (1 คะแนน)

17.4 ถ้าที่สภาวะสมดุล K_c ของปฏิกิริยาขั้นที่ 1 เท่ากับ 16 ที่ 727°C ค่า K_p ของปฏิกิริยาเป็นเท่าใด (1 คะแนน)

17.5 ณ จุดเริ่มต้นของปฏิกิริยาที่สภาวะเดียวกับข้อ 17.4 ถ้าความดันย่อย (partial pressure) ของแก๊สมีเทนและความดันย่อยของไอน้ำเท่ากัน และมีค่าเท่ากับ 10 atm ความดันของแก๊สทุกชนิดที่สมดุลของขั้นที่ 1 มีค่าเท่าใด (4 คะแนน)

17.6 กำหนดให้ปฏิกิริยาต่อไปนี้มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ K_p'



ค่าคงที่สมดุล (K_c') ของปฏิกิริยาขั้นที่ 2 มีค่าเท่าใด (1 คะแนน)