

การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 12
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

โจทย์แบบฝึกหัด

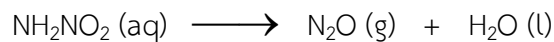
ข้อ 1 จุดเดือดของสารละลาย K_2SO_4 เข้มข้น 0.10 โมลล (m) มีค่าเท่ากับ $100.12^\circ C$
จงคำนวณหา van't Hoff factor (i) ของสารละลายดังกล่าว กำหนดค่า K_b ของน้ำ = $0.51^\circ C/m$

ตอบ $i = 2.4$

ข้อ 2 ความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ $26.0^\circ C$ เท่ากับ 25.21 Torr
จงคำนวณหาความดันไอของสารละลายที่ประกอบด้วยกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) จำนวน 16.0 กรัม ละลายในน้ำ
จำนวน 80.0 กรัม

ตอบ ความดันไอของสารละลาย = 24.71 Torr

ข้อ 3 จากข้อมูลอัตราเร็ว ณ เวลาเริ่มต้นของการสลายตัวของ nitramide ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นต่าง ๆ กัน แสดงดัง
ในตาราง จงหากฎอัตราเร็วและค่า k ของปฏิกิริยานี้



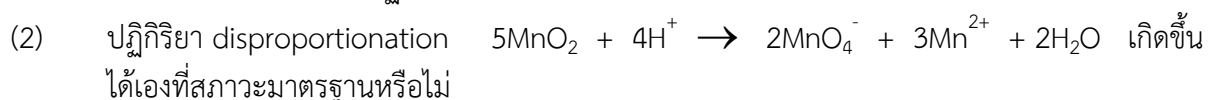
ความเข้มข้นเริ่มต้นของ NH_2NO_2 (M)	อัตราเร็วการเกิดปฏิกิริยาเริ่มต้น (Ms^{-1})
0.200	1.79×10^{-5}
0.100	8.95×10^{-6}
0.0500	4.48×10^{-6}

ตอบ กฎอัตราเร็ว = $k[NH_2NO_2]$
ค่า k = $8.95 \times 10^{-5} s^{-1}$

ข้อ 4 จงคำนวณพลังงานในหน่วยจูล ที่ใช้ในการเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนหนึ่งตัวในอะตอมของไฮโดรเจน
จากระดับ $n = 1$ ไปยังระดับ $n = 3$ เมื่อ Rydberg constant (R_H) = $2.18 \times 10^{-18} J$

ตอบ พลังงาน = $1.94 \times 10^{-18} J$

ข้อ 5 กำหนดค่า E°_{red} ในสารละลายกรด ดังนี้



- ตอบ** (1) $E^\circ = 1.51 \text{ V}$
 (2) E° เป็นลบ แสดงว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นเองไม่ได้
 $E^\circ = 1.23 - 1.70$
 $= -0.47 \text{ V}$

- ข้อ 6** ธาตุและสารประกอบในหมู่ A กับหมู่ B มีสมบัติทางกายภาพและทางเคมีคล้ายคลึงและแตกต่างกันบางประการ จงเปรียบเทียบระหว่าง
 หมู่ IIA กับหมู่ IIB
 หมู่ VIA กับหมู่ VIB

วิธีคิด

ต่อไปนี้นี้เป็นเพียงตัวอย่างประเด็นการเปรียบเทียบ ขอให้นักเรียนค้นคว้ารายละเอียดเพิ่มเติม

ธาตุ - จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอน - พันธะ / โครงสร้าง - จุดหลอมเหลว-จุดเดือด การเป็นตัวนำ - การเกิดปฏิกิริยา และความว่องไว
สารประกอบ - ชนิดของพันธะ / เลขออกซิเดชัน - สารประกอบออกไซด์ – สมบัติทางกายภาพ สมบัติกรดเบส สมบัติรีดอกซ์

- ข้อ 7** โลหะ M มีการจัดเรียงตัวแบบ body centered cubic (bcc) และมีความหนาแน่นเท่ากับ 0.905 g/cm^3 ถ้ารัศมีอะตอมของ M มีค่าเท่ากับ 190 pm จงหาค่าต่อไปนี้
 (1) ร้อยละประสิทธิภาพการบรรจุอะตอม M ใน unit cell (% packing efficiency)
 (2) ปริมาตรของ unit cell ของโลหะ M ในหน่วย m^3
 (3) มวลอะตอมของโลหะ M ในหน่วย g/mol และโลหะ M คือธาตุชนิดใด

- ตอบ** (1) 68%
 (2) $84.5 \times 10^{-30} \text{ m}^3$
 (3) 23.0 g/mol, M = Na (sodium)

- ข้อ 8** สำหรับผลึกที่มีการจัดเรียงตัวแบบ simple cubic ใช้สมการ Bragg's Law จงหาค่าของระยะห่างระหว่างระนาบที่อยู่ติดกันในผลึกในหน่วยเมตร เมื่อใช้รังสีเอ็กซ์ที่มีความยาวคลื่นเท่ากับ 210 pm และมีมุมตกกระทบ (θ) ที่ระนาบผลึกเท่ากับ 30°

- ตอบ** $2.10 \times 10^{-10} \text{ m}$

- ข้อ 9** ระบุ denticity สูงสุดที่เป็นไปได้ของลิแกนด์ต่อไปนี้:
 ethylenediamine, chloride ion, CO, porphyrin, oxalate ion, pyridine, EDTA

ตอบ	ethylenediamine	2 (bidentate)
	chloride ion	1 (monodentate)
	CO	1 (monodentate)
	porphyrin	4 (tetradentate)
	oxalate ion	2 (bidentate)
	pyridine	1 (monodentate)
	EDTA	6 (hexadentate)

ข้อ 10 สารประกอบเชิงซ้อน $[\text{CrCl}_3(\text{H}_2\text{O})(\text{en})]$ มี geometrical isomer และ/หรือ optical isomer หรือไม่

ตอบ มีแต่ geometrical isomer (*fac-* และ *mer-*) ทั้งสองไอโซเมอร์ ไม่มี optical isomer

ข้อ 11 ideal gas ชนิดอะตอมเดี่ยวจำนวน 5 mol ที่ 300 K 1 atm จะมีพลังงานภายใน (U) และเอนทาลปี (H) เป็นเท่าใดในหน่วย kJ

ตอบ พลังงานภายใน (U) = 31.18 kJ
เอนทาลปี (H) = 18.71 kJ

ข้อ 12 ในการทดลองวัดความดันของแก๊สออกซิเจน โดยใช้บารอมิเตอร์ วัดความสูงของลำปรอทได้ 20 มิลลิเมตร หากใช้น้ำแทนปรอทในบารอมิเตอร์ดังกล่าว จะวัดความสูงของน้ำได้เท่าไร (กำหนดความหนาแน่นของปรอทเท่ากับ 13.6 g/cm^3 และความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1.0 g/cm^3)

ตอบ 272 มิลลิเมตร

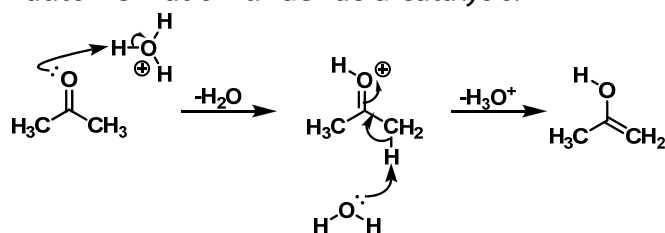
ข้อ 13 (1) Write the mechanism of tautomerization of acetone to propen-2-ol under the catalysis of H_3O^+ and OH^-

(2) Based on the following bond enthalpies data, which compounds in question 1 should be more stable?

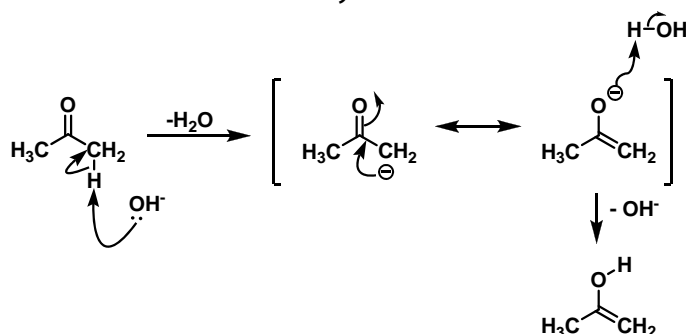
Average Bond Enthalpies (kJ/mol)					
C-H	413	C-O	358	O-H	463
C-C	348	C=O	799	O-O	146
C=C	614	C≡O	1072	O=O	495
C≡C	839	C-N	293	N-H	391
		C=N	615	N-N	163
		C≡N	891	N=N	416
				N≡N	941

Answer

- (1) Tautomerization under acid catalysis.

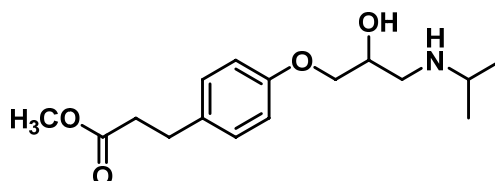


Tautomerization under basic catalysis.



- (2) Acetone is more stable because its enthalpy is 3973 kJ/mol, which is more than that of propen-2-ol at 3848 kJ/mol.

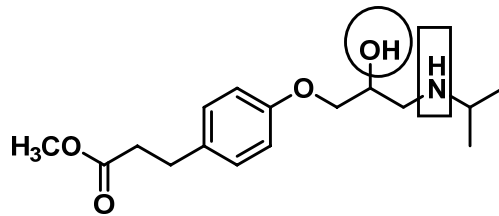
ข้อ 14 The structure of Esmolol, a hypertension drug, is shown below.



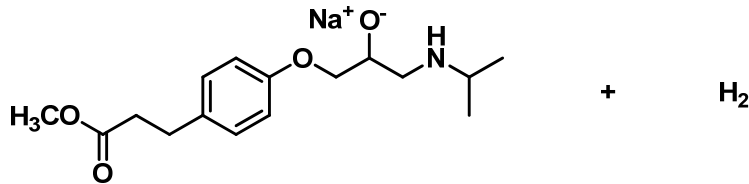
- (1) Identify the two most acidic hydrogen atoms in the molecule and give a reason which one is more acidic.
- (2) Draw the structure of the product of a reaction between esmolol and NaH (1 equivalent)
- (3) Draw the structure of the product of a reaction between esmolol and HCl (1 equivalent)

Answer

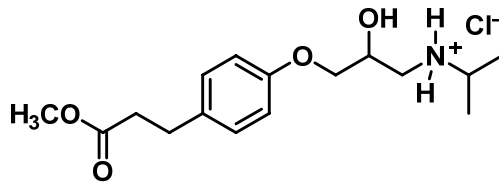
- (1) The two most acidic hydrogen atoms are shown in a circle and a rectangular. The more acidic hydrogen between the two is the hydroxyl group (in circle). This is because the resulting anion is more stable owing to the higher electronegativity of oxygen than that of nitrogen.



(2) The product of esmolol and NaH



(3) The product of esmolol and HCl



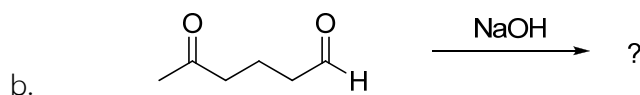
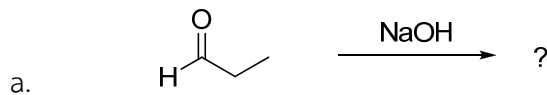
ข้อ 15 Sort the nucleophilic strength for the nucleophilic substitution in polar protic solvent of the following nucleophiles: CH_3CO_2^- , OH^- , Br^- , SH^- , N_3^- , H_2O , CN^- , I^-

Answer $\text{SH}^- > \text{CN}^- > \text{I}^- > \text{OH}^- > \text{N}_3^- > \text{Br}^- > \text{CH}_3\text{CO}_2^- > \text{H}_2\text{O}$

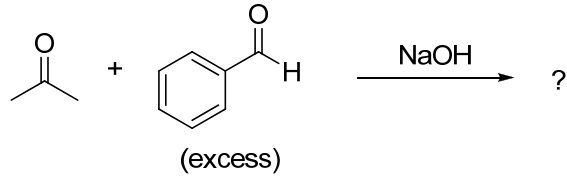
ข้อ 16 Sort the ability of the following leaving groups: H_2O , $-\text{OH}$, $-\text{OCH}_3$, $-\text{OCOCH}_3$, $-\text{OTs}$

Answer $-\text{OTs} > \text{H}_2\text{O} > -\text{OCOCH}_3 > -\text{OH} > -\text{OCH}_3$

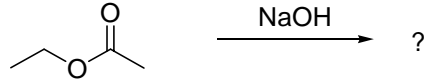
ข้อ 17 What would be the results of the reactions below:



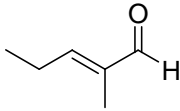
c.



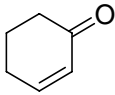
d.

Answer

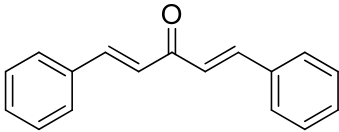
a.



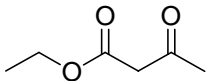
b.



c.



d.

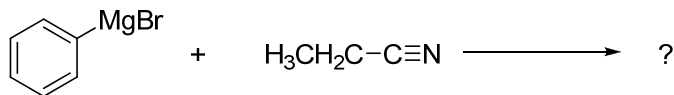


ข้อ 18 Draw a structure of the product from the following reactions:

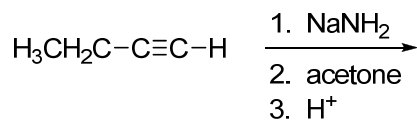
a.



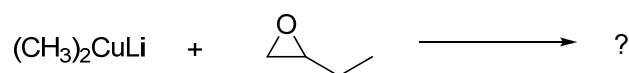
b.



c.

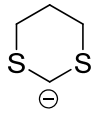


d.

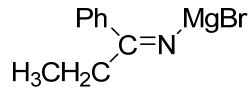


Answer

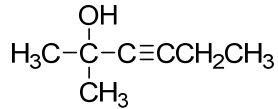
a.



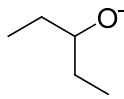
b.



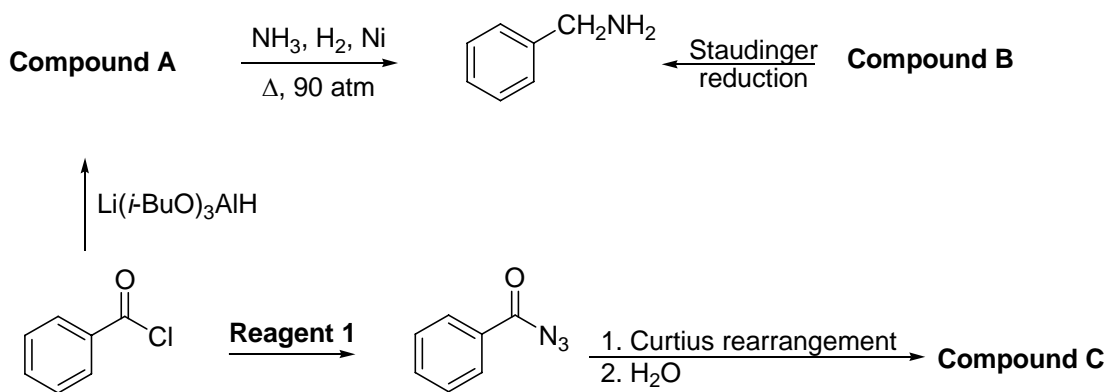
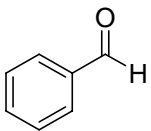
c.



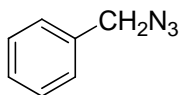
d.



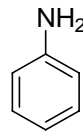
ข้อ 19 Complete the preparation of the following primary amine

Answer

Compound A



Compound B



Compound C

Reagent 1 is sodium azide

ข้อ 20 ฝึกทักษะดังต่อไปนี้

- การไทเทรต
- การแยกของแข็งออกจากสารละลาย
- การเก็บแก๊สด้วยการแทนที่น้ำ