



การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 18

ประจำปี พ.ศ. 2565

โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์

แบบฝึกหัด

Physical Constants

Avogadro constant, N_A	= $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	Faraday's constant, F	= $96,485 \text{ C mol}^{-1}$
atomic mass unit, amu	= $1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$	mass of electron, m_e	= $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
charge of electron, e	= $1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$	Planck constant, h	= $6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
gas constant, R	= $0.0821 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$	speed of light in vacuum, c	= $3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
	= $8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$		

SI Unit Prefixes

p	n	μ	m	c	d	k	M	G
pico-	nano-	micro-	milli-	centi-	deci-	kilo-	mega-	giga-
10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^3	10^6	10^9

Conversions and Relationships**Length (SI unit: m)**

$$1 \text{ inch} = 2.54 \text{ cm (exactly)}$$

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$$

Volume (SI unit: m³)

$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$$

Mass (SI unit: kg)

$$1 \text{ ton} = 1000 \text{ kg}$$

$$1 \text{ lb} = 453.59237 \text{ g} = 16 \text{ oz}$$

Pressure (SI unit: Pa)

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2}$$

$$= 1 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

$$1 \text{ atm} = 101.325 \text{ kPa}$$

$$= 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

Energy (SI unit: J)

$$1 \text{ J} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$= 1 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J}$$

$$1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Temperature (SI unit: K)

$$T/\text{K} = T/^{\circ}\text{C} + 273.15$$

$$\frac{T/^{\circ}\text{C}}{5} = \frac{T/^{\circ}\text{F} - 32}{9}$$

Periodic Table of the Elements

1 H 1.0																	2 He 4.0
3 Li 6.9	4 Be 9.0																
11 Na 23.0	12 Mg 24.3																
19 K 39.1	20 Ca 40.1	21 Sc 45.0	22 Ti 47.9	23 V 50.9	24 Cr 52.0	25 Mn 54.9	26 Fe 55.8	27 Co 58.9	28 Ni 58.7	29 Cu 63.5	30 Zn 65.4	31 Ga 69.7	32 Ge 72.6	33 As 74.9	34 Se 79.0	35 Br 79.9	36 Kr 83.8
37 Rb 85.5	38 Sr 87.6	39 Y 88.9	40 Zr 91.2	41 Nb 92.9	42 Mo 96.0	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71 *	72 Hf 178.5	73 Ta 181.0	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89-103 **	104 Rf (265)	105 Db (268)	106 Sg (271)	107 Bh (270)	108 Hs (277)	109 Mt (276)	110 Ds (281)	111 Rg (280)	112 Cn (285)	113 Nh (286)	114 Fl (289)	115 Mc (289)	116 Lv (293)	117 Ts (294)	118 Og (294)

Lanthanoids*

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Actinoids**

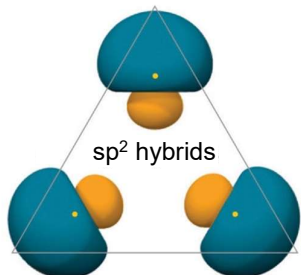
89 Ac (227)	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)
--------------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

โจทย์ข้อที่ 1

เมื่อบรรจุอิเล็กตรอนตามหลักการบรรจุอิเล็กตรอน (aufbau principle) อิเล็กตรอนตัวที่ 17 ของธาตุโบรมีนอยู่ในออร์บิทัลใด

โจทย์ข้อที่ 2

พิจารณาฟังก์ชันคลื่น (Ψ) ของออร์บิทัลลูกผสม (hybrid orbital) แบบ sp^2 สำหรับอะตอมคาร์บอนที่พบได้ทั่วไปในสารอินทรีย์ ฟังก์ชันทั้งสามเกิดจากการรวมกันของฟังก์ชันคลื่น (ϕ) ของออร์บิทัล 2s และ 2p ในรูปแบบต่อไปนี้



$$\begin{aligned}\Psi_1 &= \frac{1}{\sqrt{3}} \phi_s + \sqrt{\frac{2}{3}} \phi_{p_y} \\ \Psi_2 &= \frac{1}{\sqrt{3}} \phi_s - \frac{1}{\sqrt{6}} \phi_{p_y} + \frac{1}{\sqrt{2}} \phi_{p_x} \\ \Psi_3 &= \frac{1}{\sqrt{3}} \phi_s - \frac{1}{\sqrt{6}} \phi_{p_y} - \frac{1}{\sqrt{2}} \phi_{p_x}\end{aligned}$$

- ใช้ภาพวาดอย่างง่ายเพื่ออธิบายว่า เพราะเหตุใดออร์บิทัลลูกผสม Ψ_1 จึงมีขนาดของพู (lobe) ที่ไม่เท่ากัน และพูขนาดใหญ่ของออร์บิทัลนี้ชี้ไปในทิศทางใด
- ออร์บิทัลลูกผสม Ψ_1 มีออร์บิทัล 2s และ 2p_y เป็นองค์ประกอบเท่ากันหรือไม่ ถ้าไม่ อัตราส่วนนั้นคือเท่าใด
- ร้อยละในการผสมของออร์บิทัลชนิดต่าง ๆ ในฟังก์ชัน Ψ_2 และ Ψ_3 เป็นเท่าใด
- เนื่องจาก p-orbital แต่ละชนิดวางตัวตามแนวแกนคาร์ทีเซียน (Cartesian) จึงสามารถพิจารณาทิศทางที่พูของออร์บิทัล Ψ_2 และ Ψ_3 ชี้ไปได้ด้วยเรขาคณิต แสดงด้วยคณิตศาสตร์ว่ามุมระหว่างออร์บิทัลลูกผสมทั้งสามเท่ากับ 120°
- เขียนความน่าจะเป็นของฟังก์ชัน Ψ_1 ให้อยู่ในรูปของออร์บิทัลองค์ประกอบ เปรียบเทียบพจน์ที่ได้กับคำตอบในข้อ b) พร้อมทั้งบอกปรากฏการณ์ที่ทำให้การตีความทั้งสองแบบนี้สอดคล้องกัน

โจทย์ข้อที่ 3

จำนวนอิเล็กตรอนใน d-orbital ของโลหะอะตอมกลางในสารเชิงซ้อนต่อไปนี้เป็นเท่าใด

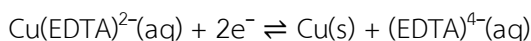
- a) $TiCl_4$ b) $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ c) $[Mn(CN)_6]^{2-}$ d) $[AuCl_4]^-$

โจทย์ข้อที่ 4

เรียงลำดับค่า Δ_o และความเป็นพาราแมกเนติกของสารเชิงซ้อน $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$, $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$, $[Cr(NO_2)_6]^{3+}$

โจทย์ข้อที่ 5

ที่ $25^\circ C$ ค่าคงที่การเกิดสารเชิงซ้อน (K_f) ของ $Cu(EDTA)^{2-}$ เท่ากับ 6.3×10^{18} และศักย์ไฟฟ้ารีดักชันมาตรฐาน (E°) ของปฏิกิริยา $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$ เท่ากับ $+0.34 V$ คำนวณศักย์ไฟฟ้ารีดักชันมาตรฐานของครึ่งปฏิกิริยา

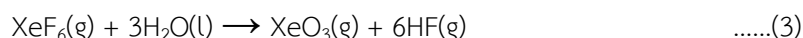


โจทย์ข้อที่ 6

แก๊สไนโตรเจนมีอันดับพันธะ (bond order) เป็นเท่าใด

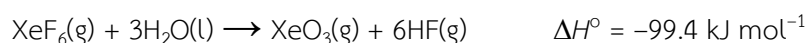
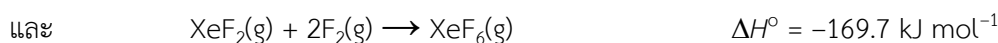
โจทย์ข้อที่ 7

นักวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จในการสังเคราะห์สารประกอบของซีนอน (xenon) ซึ่งเป็นแก๊สมีสกุล (noble gas) ได้เป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2505 การศึกษาในเวลาต่อมาพบว่า ซีนอนสามารถทำปฏิกิริยากับแก๊สที่มีความว่องไวสูง เช่น แก๊สฟลูออรีน เกิดเป็นสารประกอบของซีนอน และสารประกอบที่ได้สามารถใช้สังเคราะห์สารประกอบของซีนอนอื่นได้ เช่น



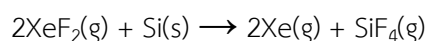
กำหนดให้ ที่อุณหภูมิ 25 °C

สาร	$\Delta_f H^\circ$ (kJ mol ⁻¹)	S° (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	สาร	$\Delta_f H^\circ$ (kJ mol ⁻¹)	S° (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
Xe(g)	–	169.7	XeF ₂ (g)	–107.5	259.4
F ₂ (g)	–	202.8	XeF ₆ (g)	N/A	387.2
O ₂ (g)	–	205.2	XeO ₃ (g)	N/A	289.0
H ₂ O(l)	–285.8	69.95			
HF(g)	–272.6	173.8			



- ทำนายเครื่องหมายของ ΔS° ของปฏิกิริยา (1) – (3) โดยไม่ใช้ข้อมูลค่า S° ของสารแต่ละชนิด
- คำนวณ ΔS° ของปฏิกิริยา (1) – (3) และเปรียบเทียบผลการคำนวณกับผลการทำนายในข้อ a)
- คำนวณ $\Delta_f H^\circ$ ของ XeF₆(g) และ XeO₃(g) ที่อุณหภูมิ 25 °C
- ปฏิกิริยา $2\text{Xe(g)} + 3\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{XeO}_3(\text{g})$ ที่อุณหภูมิ 25 °C เกิดขึ้นได้เองหรือไม่ ให้เหตุผลประกอบ
- กรณีที่ปฏิกิริยาในข้อ d) เกิดขึ้นเองไม่ได้ การเปลี่ยนอุณหภูมิจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เองหรือไม่ ให้เหตุผลประกอบ กำหนดให้ ΔH° และ ΔS° มีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ

นอกจาก XeF₂ จะเป็นตัวออกซิไดส์และสารให้ฟลูออรีน (fluorinating agent) ที่ดีแล้ว ประโยชน์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของ XeF₂ คือ ใช้เป็นตัวกัด (etchant) ธาตุซิลิคอน ดังแสดง



- คำนวณ w (ในหน่วย kJ) จากการทำปฏิกิริยาพอดีระหว่าง XeF₂(g) และซิลิคอนปริมาณ 2.0 โมลและ 1.0 โมล ตามลำดับ ที่สภาวะความดัน 1.00 บรรยากาศ อุณหภูมิ 25 °C

โจทย์ข้อที่ 8

การทดลองหาอัตราเร็วเริ่มต้นของปฏิกิริยา



โดยปรับเปลี่ยนความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในสารละลายได้ผลดังตาราง

การทดลองที่	ความเข้มข้นเริ่มต้น (M)			อัตราเร็วเริ่มต้น (M/s)
	A	B	C	
1	1.00	1.00	1.00	1.33×10^{-3}
2	1.00	1.50	1.00	1.63×10^{-3}
3	1.00	1.50	1.75	9.31×10^{-4}
4	2.25	1.50	1.75	2.09×10^{-3}

กฎอัตราของปฏิกิริยานี้ที่ได้จากผลการทดลองข้างต้นเป็นอย่างไร

โจทย์ข้อที่ 9

กระบอกสุบบรรจุแก๊ส A และกระบอกสุบบรรจุแก๊ส B ที่มีมวลของแก๊สเท่ากันและอุณหภูมิคงที่ มีปริมาตรและความดัน ดังตาราง

ครั้งที่	แก๊ส A		แก๊ส B	
	ปริมาตร (mL)	ความดัน (mmHg)	ปริมาตร (mL)	ความดัน (mmHg)
1	800.0	750	800.0	751
2	700.0	851	700.0	849
3	600.0	1024	600.0	1023
4	500.0	1205	500.0	1193
5	400.0	1503	400.0	1477
6	300.0	2054	300.0	1992
7	200.0	3010	200.0	2853
8	100.0	5996	100.0	3819

แก๊สใดมีพฤติกรรมใกล้เคียงแก๊สอุดมคติมากกว่า ให้เหตุผลประกอบ

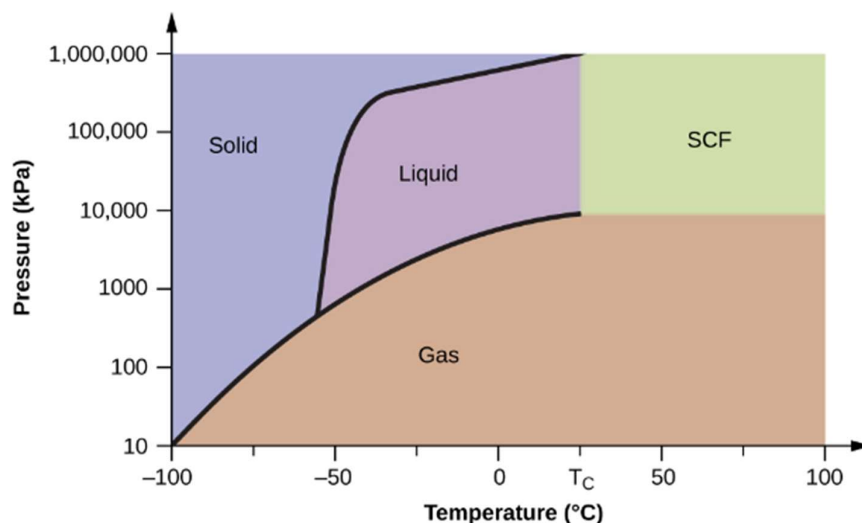
โจทย์ข้อที่ 10

เมื่อวัดการดูดกลืนแสงของสาร X ที่ความยาวคลื่น 450 nm โดยใช้ควเวตขนาด 1.00 cm ได้ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) เท่ากับ 0.197 ความเข้มข้นของสารดังกล่าวเป็นเท่าใด

กำหนดให้ ค่าโมลาร์แอบซอร์ปติวิตี (molar absorptivity) เท่ากับ $505 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ L}$

โจทย์ข้อที่ 11

จากแผนภาพวัฏภาค (phase diagram) ของสารตามรูป สารนี้ระเหิดที่อุณหภูมิประมาณเท่าใดที่ความดันมาตรฐาน สารในสถานะของแข็งหรือของเหลวมีความหนาแน่นมากกว่ากัน



(ภาพจาก https://opentextbc.ca/chemistry/wp-content/uploads/sites/150/2016/05/CNX_Chem_10_04_CO2phasdi.jpg)

โจทย์ข้อที่ 12

การใส่สารต้านการเยือกแข็ง (antifreeze) ผสมในน้ำที่ใสในหม้อน้ำรถยนต์ช่วยป้องกันไม่ให้หม้อน้ำแตกได้อย่างไร เมื่ออากาศหนาวจัด

โจทย์ข้อที่ 13

สารประกอบ A_xB_y เป็นสารประกอบที่ไอออน B จัดเรียงตัวแบบบรรจุชิดที่สุดแบบลูกบาศก์ (cubic closest packed) และไอออน A เข้าไปแทรกอยู่ในช่อง тетраэдрал (tetrahedral) เพียงครึ่งหนึ่ง

- สูตรเอมพิริคัล (empirical formula) ของสารไอออนิกนี้เป็นอย่างไร
- B มีเลขโคออร์ดิเนชันเท่าใด
- วาดรูปแสดงตำแหน่งของไอออน A และ B ของโครงสร้างผลึกตามแกน z ที่ระยะ 0, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ โดยใช้
● แทน A และ ✕ แทน B

โจทย์ข้อที่ 14

เมื่อเติม $AgNO_3$ 0.010 mol ลงในสารละลายที่มี NaI 0.010 M และ $NaCl$ 0.010 M ปริมาตร 1.00 L โดยถือว่า ปริมาตรไม่เปลี่ยนแปลง ที่สมดุลเกิดตะกอนหรือไม่ ถ้าเกิด เป็นตะกอนของสารใด มีมวลเท่าใด และสารละลายมีความเข้มข้นของ Ag^+ , I^- และ Cl^- เป็นเท่าใด

กำหนดให้ K_{sp} ของ $AgI = 8.3 \times 10^{-17}$

K_{sp} ของ $AgCl = 1.8 \times 10^{-10}$

โจทย์ข้อที่ 15

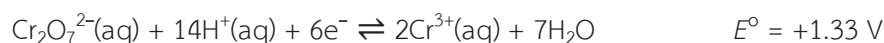
สารละลายผสม HA 0.25 M และ NaA 0.25 M ปริมาตร 200 mL ต้องเติมสารละลาย NaOH 0.50 M ปริมาตรเท่าใด จึงทำให้ pH เพิ่มขึ้น 0.20 (K_a ของ HA = 2.5×10^{-5})

โจทย์ข้อที่ 16

เติมสารละลายกรด HCl ลงในสารละลาย B 0.20 M 100 mL จนมี pH เท่ากับ 10.00 ที่สมดุลมี B อยู่ในรูปใดบ้าง และมีความเข้มข้นเท่าใด (K_b ของ B = 2.0×10^{-5})

โจทย์ข้อที่ 17

สารละลายที่ประกอบด้วย $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 1.0×10^{-3} M และ Cr^{3+} 1.0×10^{-2} M มี pH เท่ากับ 2.00 คำนวณศักย์ไฟฟ้าของครึ่งปฏิกิริยาต่อไปนี้ที่ 25 °C



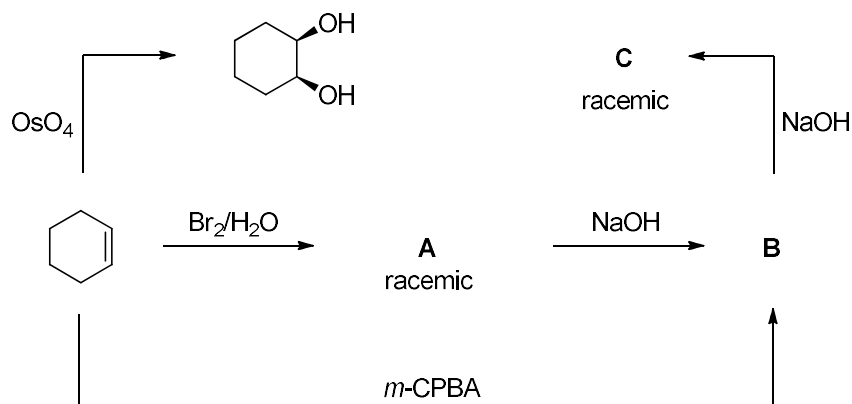
โจทย์ข้อที่ 18

ในการทดลองหาปริมาณเหล็กในสารประกอบชนิดหนึ่งโดยละลายสารตัวอย่าง 1.2715 g ในสารละลายผสมของ H_3PO_4 และ H_2SO_4 เพื่อรีดิวซ์เหล็กทั้งหมดให้อยู่ในรูปของ Fe^{2+} แล้วไทเทรตด้วยสารละลาย $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0.01625 M จากบิวเรต เกิดเป็น Fe^{3+} และ Cr^{3+} พบว่า ต้องใช้สารละลาย $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 32.25 mL

- เขียนสมการไอออนิกสุทธิของปฏิกิริยาการไทเทรต
- คำนวณร้อยละโดยมวลของเหล็กในสารตัวอย่าง
- สารตัวอย่างคือ iron(II) iodate, iron(II) phosphate หรือ iron(II) acetate

โจทย์ข้อที่ 19

What are the structures of compounds A-C? Show all stereoisomers formed from each reaction.



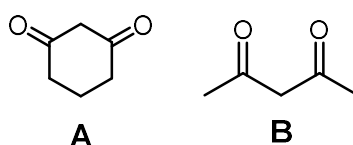
โจทย์ข้อที่ 20

Explain the following observations regarding keto-enol tautomerization.

- a) A ketone with no extra influence typically exists mainly in a keto form instead of an enol form.



- b) Diketones **A** and **B** usually exist as one keto and one enol.



โจทย์ข้อที่ 21

In the synthesis of complex molecules, we often encounter problems related to chemoselectivity of the reagents we would like to use. Some specific parts of their molecules cannot survive the required reagents or chemical environments. Therefore, a protecting group or protective group is introduced. Multistep synthesis of molecules involving highly versatile functional groups often requires protecting group chemistry.

Students are suggested to review the chemistry of protecting groups for major functional groups in organic chemistry such as alcohols, amines, and carboxylic acids.

คำแนะนำในการฝึกภาคปฏิบัติ

- 1) การใช้อุปกรณ์ซึ่ง ดวง วัด การถ่ายเทสาร การเตรียมสารละลาย
- 2) การไทเทรต
- 3) การตกผลึก
- 4) thin-layer chromatography

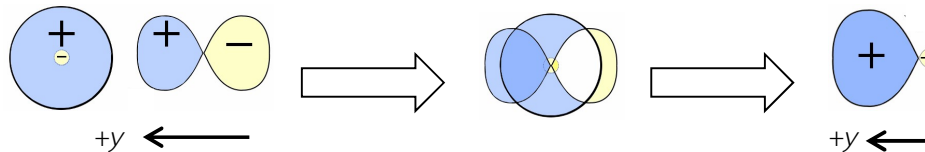
คำตอบจากการคำนวณทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติต้องคำนึงถึงเลขนัยสำคัญ
ดูหนังสือ “เคมี เล่ม 2 (หลักสูตร สอน. ค่า 1 วิชาเคมี)”

เฉลยข้อที่ 1

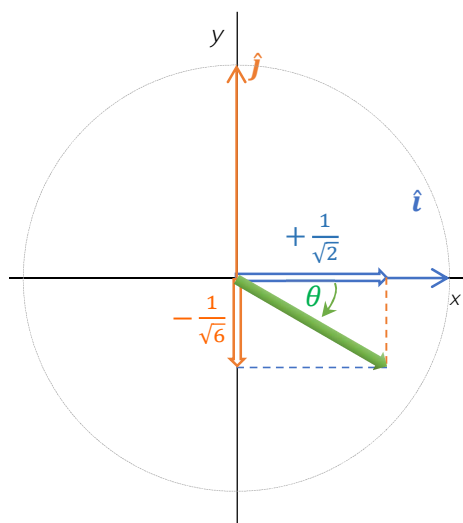
3p-orbital

เฉลยข้อที่ 2

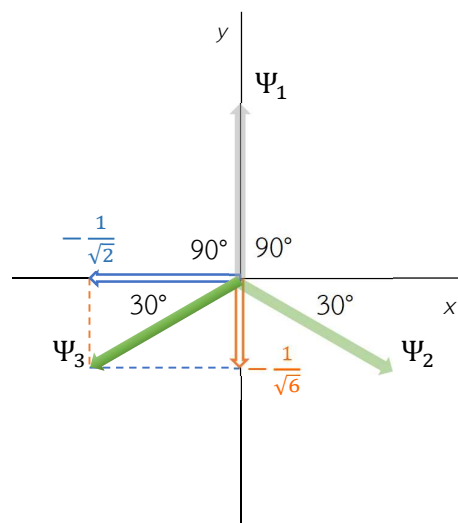
- a) พิจารณาผลลัพธ์จาก “การรวมคลื่น” ของทั้งสองออร์บิทัลที่มีจุดศูนย์กลางร่วมกัน พร้อมทั้งระบุ “เฟส” ให้ชัดเจน เพื่อแสดงถึงการรวมกันแบบเสริม (constructive) และแบบหักล้าง (destructive) ของฟังก์ชันคลื่น



- b) หากมีออร์บิทัลทั้งสองเป็นองค์ประกอบเท่ากัน การรวมตัวของฟังก์ชันจะคล้ายกับ MO ของ H_2 ได้แก่ $1s_A \pm 1s_B$ เนื่องจากมีสัมประสิทธิ์ที่ไม่เท่ากัน ความน่าจะเป็นที่แต่ละออร์บิทัลนั้นมีส่วนร่วมในการผสมจะหาได้จากค่ากำลังสองของแอมพลิจูด นั่นคือ $P(s) = \frac{1}{3}$ และ $P(p_y) = \frac{2}{3}$ ทำให้อัตราส่วนของ $s : p_y$ เท่ากับ $1 : 2$ ซึ่งสอดคล้องชัดเจนจากชื่อของออร์บิทัลลูกผสม “ sp^2 ”
- c) การผสมของ $s : p_y : p_x = \frac{1}{3} : \frac{1}{6} : \frac{1}{2}$ เท่ากับร้อยละ $33 : 17 : 50$ ซึ่งสอดคล้องกับ $s : p = 1 : 2$ โดยรวม
- d) เพื่อความง่ายในการวาดภาพ อาจเขียนแทนออร์บิทัล p_x, p_y และ p_z ด้วยเวกเตอร์หนึ่งหน่วย $\hat{i}, \hat{j}$ และ $\hat{k}$ ที่ชี้ไปตามแนวแกนคาร์ทีเซียน โดยเวกเตอร์จะชี้ไปในทิศทางที่พูของ p-orbital มีเฟสเป็นบวก



$$\tan \theta = \frac{-\frac{1}{\sqrt{6}}}{+\frac{1}{\sqrt{2}}} = -\frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \theta = -30^\circ$$



$$\tan \theta = \frac{-\frac{1}{\sqrt{6}}}{-\frac{1}{\sqrt{2}}} = +\frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \theta = 30^\circ$$

- e) จากการตีความของบอร์น (Born's interpretation) กำลังสองของฟังก์ชันคลื่นแทนความน่าจะเป็น (probability)

$$\Psi_1^2 = \frac{1}{3}\phi_s^2 + \frac{\sqrt{2}}{3}\phi_s\phi_{py} + \frac{2}{3}\phi_{py}^2$$

ค่ากำลังสองของแอมพลิจูดปรากฏหน้าพจน์ ϕ_s^2 และ ϕ_{py}^2 เพื่อบ่งชี้ถึงความน่าจะเป็นในการผสมของ s- และ py-orbital โดยที่พจน์ผสม (mixed term) ไม่ส่งผลต่อความน่าจะเป็นโดยรวม (ค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 0) ปรากฏการณ์นี้จะเกิดขึ้นตรงกันที่ฟังก์ชันคลื่นทั้งสองนั้น “ตั้งฉาก” หรือ “ออร์โทโกนัล” (orthogonal) กัน

หมายเหตุ นักเรียนในระดับนี้ยังไม่ต้องคำนึงถึงการอินทิเกรตในการพิจารณาความน่าจะเป็นตามนิยามที่สมบูรณ์

เฉลยข้อที่ 3

- a) 0 b) 3 c) 3 d) 8

เฉลยข้อที่ 4

ลำดับค่า Δ_o $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} < [\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{3+} < [\text{Cr}(\text{NO}_2)_6]^{3+}$

สารเชิงซ้อนทั้ง 3 ชนิดนี้มีความเป็นพาราแมกเนติกเท่ากัน

เฉลยข้อที่ 5

-0.22 V

เฉลยข้อที่ 6

3

เฉลยข้อที่ 7

- | | |
|--|---|
| a) $\text{Xe}(\text{g}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{XeF}_2(\text{g})$ | $\Delta S^\circ < 0$ |
| $\text{XeF}_2(\text{g}) + 2\text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{XeF}_6(\text{g})$ | $\Delta S^\circ < 0$ |
| $\text{XeF}_6(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{XeO}_3(\text{g}) + 6\text{HF}(\text{g})$ | $\Delta S^\circ > 0$ |
| b) $\text{Xe}(\text{g}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{XeF}_2(\text{g})$ | $\Delta S^\circ = -113.1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ |
| $\text{XeF}_2(\text{g}) + 2\text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{XeF}_6(\text{g})$ | $\Delta S^\circ = -277.8 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ |
| $\text{XeF}_6(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{XeO}_3(\text{g}) + 6\text{HF}(\text{g})$ | $\Delta S^\circ = 734.8 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ |

c) $\Delta_f H^\circ[\text{XeF}_6(\text{g})] = -277.2 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta_f H^\circ[\text{XeO}_3(\text{g})] = 401.6 \text{ kJ mol}^{-1}$

d) ปฏิกิริยาดังกล่าวเกิดขึ้นเองไม่ได้ที่อุณหภูมิ 25 °C เนื่องจากมีค่า $\Delta G^\circ > 0$ ($\Delta G^\circ = 915.5 \text{ kJ mol}^{-1}$)

e) เนื่องจากปฏิกิริยาในข้อ d) มี $\Delta H^\circ > 0$ และ $\Delta S^\circ < 0$ จึงไม่สามารถเกิดขึ้นได้เองไม่ว่าอยู่ที่อุณหภูมิใด ($\Delta G^\circ > 0$ ที่ทุกอุณหภูมิ)

f) -2.5 kJ

เฉลยข้อที่ 8

$$\text{rate} = k[\text{A}][\text{B}]^{1/2}[\text{C}]^{-1}$$

เฉลยข้อที่ 9

จากกฎแก๊สอุดมคติ ($PV = nRT$) หากพล็อตกราฟโดยให้แกน x เป็น $1/V$ และแกน y เป็น P จะต้องได้กราฟเส้นตรงที่มีความชัน $= nRT$ ดังนั้น ผลการทดลองของแก๊สชนิดใดที่ใกล้เคียงเส้นตรงมากกว่า ก็จะมีพฤติกรรมใกล้เคียงแก๊สอุดมคติมากกว่า

ทั้งนี้ ความเป็นเส้นตรงของการพล็อตกราฟ พิจารณาได้จากค่า coefficient of determination (R^2) โดยพล็อตที่มีค่า R^2 ใกล้เคียง 1 มากกว่า จะมีความเป็นเส้นตรงมากกว่า

เมื่อทดลองพล็อตกราฟจากผลการทดลองของแก๊สทั้งสองชนิดแล้วพิจารณาค่า R^2 จะพบว่า แก๊ส A มีค่า R^2 ใกล้เคียง 1 มากกว่าแก๊ส B ดังนั้น แก๊ส A จึงมีพฤติกรรมใกล้เคียงแก๊สอุดมคติมากกว่าแก๊ส B

เฉลยข้อที่ 10

$$3.90 \times 10^{-4} \text{ M}$$

เฉลยข้อที่ 11

สารนี้ระเหิดที่ $\approx -75^\circ\text{C}$ สารในสถานะของแข็งมีความหนาแน่นมากกว่าของเหลว

เฉลยข้อที่ 12

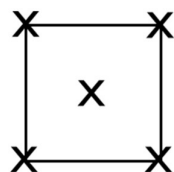
เมื่อน้ำกลายเป็นน้ำแข็งจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นทำให้น้ำแตกร้าวได้ การใส่สารด้านการเยือกแข็งช่วยลดจุดเยือกแข็งของสารละลายตามสมบัติคอลลิเกทิฟ (colligative property)

เฉลยข้อที่ 13

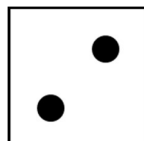
a) AB

b) 4

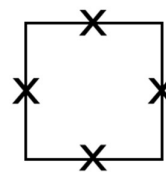
c)



$$z = 0$$



$$z = 1/4$$



$$z = 1/2$$

เฉลยข้อที่ 14

เกิดตะกอน AgI 2.3 g, $[Ag^+] = [I^-] = 9.1 \times 10^{-9} \text{ M}$, $[Cl^-] = 0.010 \text{ M}$

เฉลยข้อที่ 15

22 mL

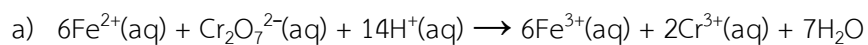
เฉลยข้อที่ 16

$[B] = 0.17 \text{ M}$ และ $[BH^+] = 0.03 \text{ M}$

เฉลยข้อที่ 17

1.06 V

เฉลยข้อที่ 18

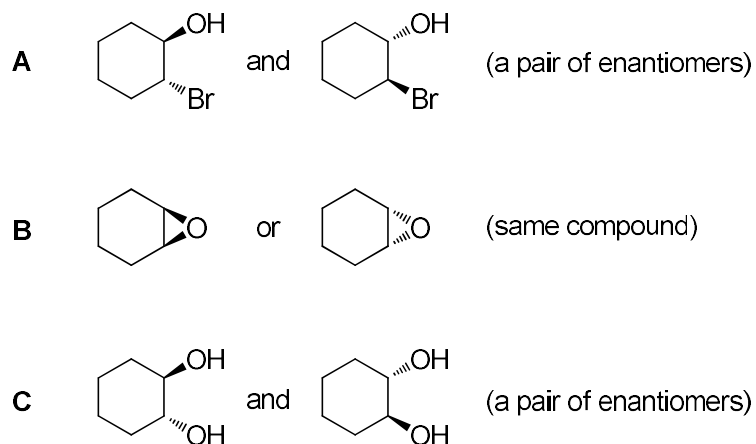


b) 13.8 %w/w

c) iron(II) iodate

เฉลยข้อที่ 19

Students are recommended to review the mechanism of each transformation to better understand the outcome.



เฉลยข้อที่ 20

- The combination of bond strengths in the keto form ($\text{C}=\text{O}$ & $\text{C}-\text{H}$) is slightly stronger than that of the enol form ($\text{C}=\text{C}$ & $\text{O}-\text{H}$).
- The main tautomer of compound **A** has one enol form because this creates a conjugation with the carbonyl group, which has extra stability from the electron delocalization in the extended $\text{HO}-\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{O}$ system. Similarly, compound **B** has the same benefit, but with an extra bonus from the intramolecular hydrogen bonding.

