

1. 다음표의 빈칸을 채우시오. (30)

원자번호	원소기호	이름	족 (Family)	주기 (Period)
13				
	K			
		Gallium		
77				
	Ac			
		Curium		

2. 25°C에서 물의 이온곱은 $K_w = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$ 이다. 수용액 상에서의 어떤 산-염기반응의 예를 들고 산의 해리상수 K_a 와 그 짝염기의 해리상수 K_b 의 곱이 K_w 임을 보이라. ($K_a K_b = K_w$) (15)

3. Amino acid의 하나인 Tyrosine의 pK_a 값은 $pK_{a1} = 2.2$, $pK_{a2} = 9.11$, $pK_{a3} = 10.07$ 이다. 수용액의 pH가 강산성에서 강염기성으로 변화함에 따른 Tyrosine의 구조를 그려라. (20)

4. 다음의 각 산들의 짝에서 더 강한 산은 어느 것인가? 선택에 대한 이유를 써라. (28)

- a) H_2SO_3 , H_2SO_4 b) $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$
c) $Fe(OH)_2$, $Al(OH)_3$ d) BF_3 , BBR_3

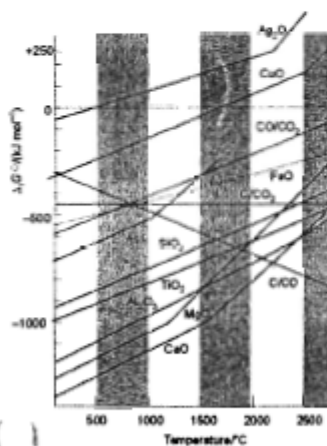
5. DNA의 이중 나선을 풀어 DNA의 복제 (replication) 또는 RNA로의 전사 (transcription)를 가능하게 하여 주는 Zinc finger protein에는 두 가지 종류가 있다 그 중 하나는 활성자리인 $Zn(II)$ 이온의 ligand로 2개의 histidine (imidazole N donor)과 2개의 cysteine (RS⁻ donor)을 가지고 있고, 다른 하나는 ligand로 4개의 cysteine을 가지고 있다. (10)

(a) $Zn(II)$ 는 산인가 염기인가?

(b) Hard-Soft acid-base 개념으로 보았을 때 어느 Zn 이온이 hard인가? 그 이유는?

6. Halogen ion들은 Lewis의 염기로 작용한다. 그러나 Br_2 는 산으로 작용할 수 있는데, 예를 들어 Br_2 를 acetone에 녹이면 가시광선 영역의 빛을 흡수하여 색을 띠게 된다. 그 이유를 MO diagram을 그리고 설명하여라. (색을 띠는 이유와 산인 이유) (30)

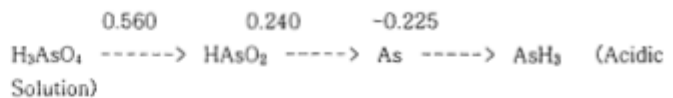
7. 다음의 Ellingham Diagram을 보고 답하라. (15)



(a) MgO 가 탄소에 의하여 Mg metal로 환원될 수 있는 최소의 온도는?

(b) 그 온도 이상에서 벌어지는 산화, 환원 반쪽 반응과 전체 반응식을 써라.

8. 다음의 Latimer diagram을 보고 답하라. (33)



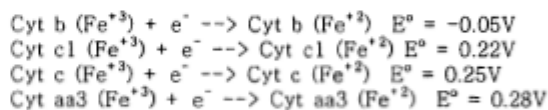
(a) 각 화합물에서 As의 산화수는?

(b) $H_3AsO_4 \xrightarrow{\quad} HAsO_2$ 의 균형 잡힌 환원 반쪽반응식을 써라.

(c) $H_3AsO_4 \xrightarrow{\quad} As$ 의 표준환원전위는?

(d) Frost diagram을 그려라.

9. 전자전이 단백질 (electron transfer protein)인 Cytochrome에는 여러 가지종류가 있고 그 전자전이는 heme에 있는 Fe ion에 의하여 일어난다. 각 protein에서의 환원 전위는 pH=7에서 다음과 같다. (10)



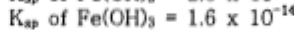
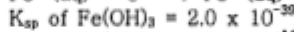
(a) 이 단백질들 사이에서 전자 전이가 일어나는 순서를 써라. (전자가 흐르는 순서)

(b) Cyt c의 heme은 다음과 같은 구조를 가지고 있다. 여기에서 Fe는 ligand의 변화없이 1-electron oxidation-reduction의 가역 반응을 할 수 있다.



다른 Cytochrome들도 비슷한 heme 구조를 가지고 있다. 전자 전이가 inner- 또는 outer-sphere transfer중 어느 mechanism을 따르겠는가? 그 이유는.

10. (a) 다음의 Data를 바탕으로 Fe에 대한 Pourbaix diagram을 그려라. (어떤 화학종이 $10^{-5}M$ 이상이면 주로 존재하는 종으로 생각하여라.) (35)



(b) 바닷물은 그 성분들의 작용에 의해 대략 pH=8정도이고 그 성분들의 환원 전위는 그 pH에서 대략 0.5V라고 할 수 있다. (a)의 Pourbaix diagram으로부터 알 수 있는 사항들을 써라.

11. 다음 착물을 그리고 어느 것이 optically active한지 밝혀라. (32)

- a) *trans*-dichlorobis(ethylenediamine)cobalt(III) chloride
b) potassium *cis*-dibromobis(acetylacetonato)chromate(III)
c) *fac*-tricarbonyl-tris(trifluorophosphine)molybdenum(0)
d) tetraamminechromium(III)- μ -oxo- μ -methoxy-bis(ethylenediamine)cobalt(III) chloride

12. $Fe(CO)_5$ 의 crystal structure를 보면 D_{3h} point group을 가짐을 알 수 있다. (25)

(a) 구조를 그려라.

(b) (a)의 구조에서 axial CO ligand와 equatorial CO ligand의 Fe-C 거리가 다르다. 이 구조가 만일 용액 상에서도 유지된다면 ^{13}C NMR 실험을 하면 몇 개의 ^{13}C peak가 있겠는가?

(c) 실제로 ^{13}C NMR 실험을 하면 1 개의 ^{13}C peak가 보인다. 그 이유는?

(d) (c)의 현상에 대한 명칭이 있다. 그 명칭은?

2022 연호 2학기 무기화학 2 중간고사 풀이.

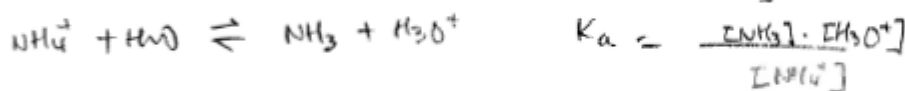
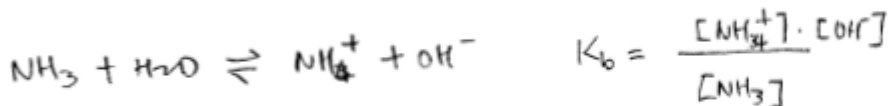
①

1. (30)

원자번호	원소기호	이름	족 (Family)	주기 (period)
13	Al	Aluminum	13 (III)	3
19	K	Potassium	1	4
31	Ga	Gallium	13 (III)	4
77	Ir	Iridium	9	6
89	Ac	Actinium	Actinide (악티늄족)	7
96	Cm	Curium	Actinide	7

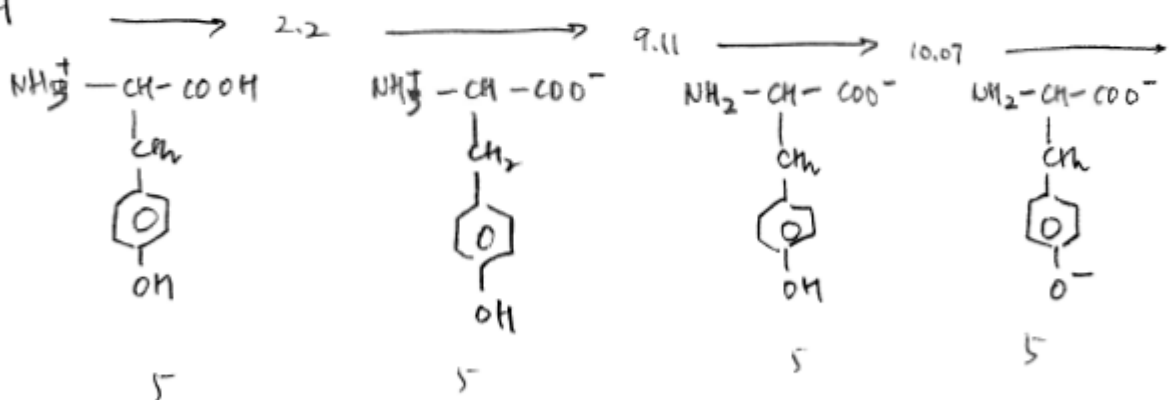
→ 31번이 13족
다 맞으면 13족 15

2. (15)



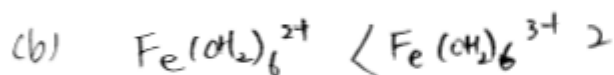
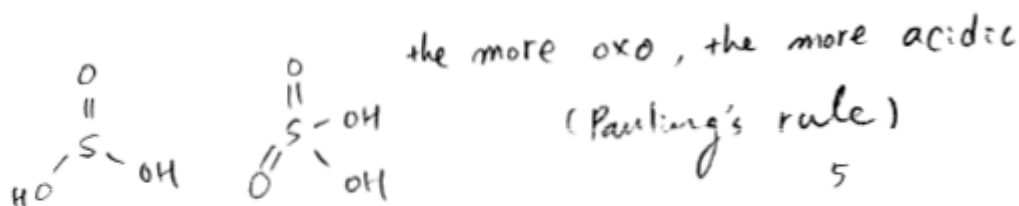
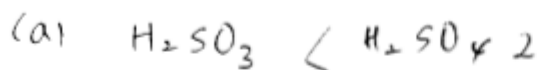
$$K_a \cdot K_b = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} \cdot \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = K_w$$

3. (20) pH

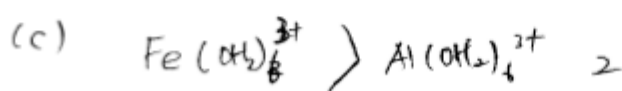


4 (28)

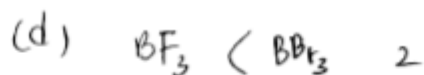
2



electrostatic factor = $\frac{z^2}{r+d}$ $\uparrow$, $K_a \uparrow$, acidity $\uparrow$
 $\uparrow$ cation radius $\uparrow$ water diameter



Fe-O bond > Al-O bond
 ionic covalency > ionic covalency
 (more explanation needed)
 5



Empty B 2p orbitals can form π -bond with X p orbitals
 F can form stronger π -bond than Br. Therefore, when
 (smaller size of F)
 amine attack the Lewis acid site of B, π -bond of BF_3 is
 more difficult to be broken than that of BBr_3

5

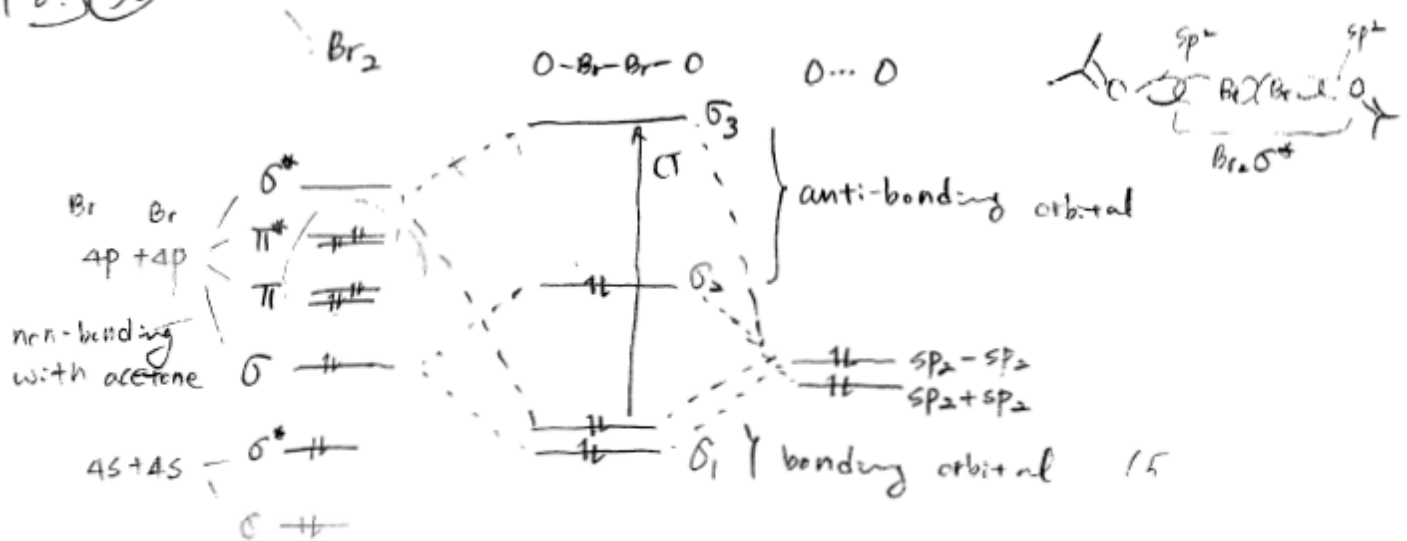
5. 10

(a) 산 5

(b) 2N과 2S ligand를 가지는 $Zn(II)$ 5

N is harder base than S

6. 30



15

산인 이유: bonding orbital인 σ_1 은 e^- pair donor인

oxygen의 sp_2 orbital과 energy level이 비슷하여

oxygen orbital의 σ orbital은 많이 갖는다. 따라서 σ_1 이

있는 전자는 oxygen으로 복귀할 수 있으므로

Br_2 는 전자를 받아서 산(acid)이다

산화는 때문 이유: σ_1 orbital에 있는 전자가 σ_3 로 가기 때문에

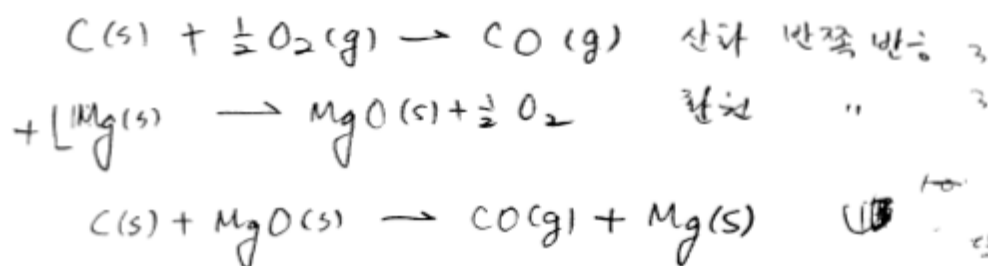
산화된다. (σ_3 orbital은 Br_2 orbital의 σ^* orbital과 많이

가짐으로 $\sigma_1 \rightarrow \sigma_3$ 는 charge transfer)

7(15)

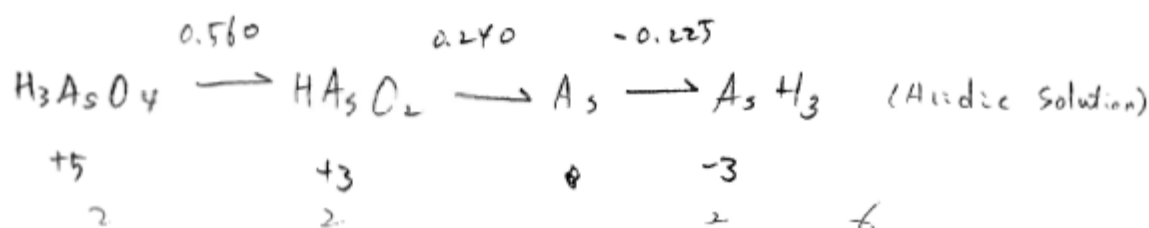
(a) $\sim 1900^\circ\text{C}$ 5

(b)

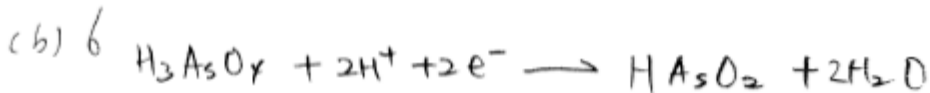


18
8(33)

(a) 6



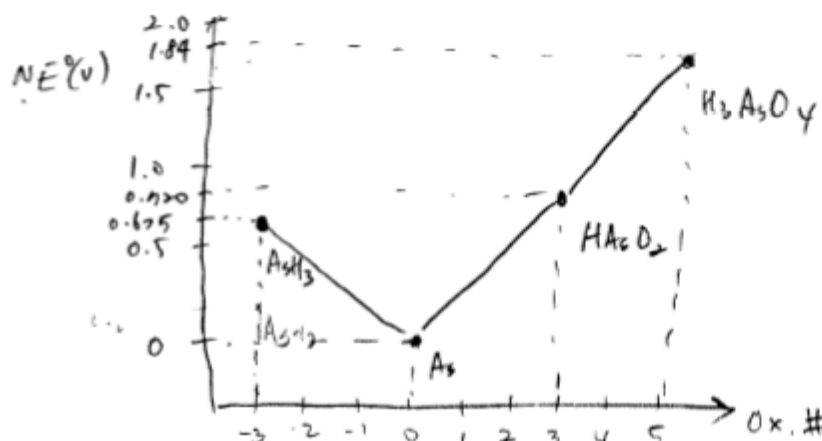
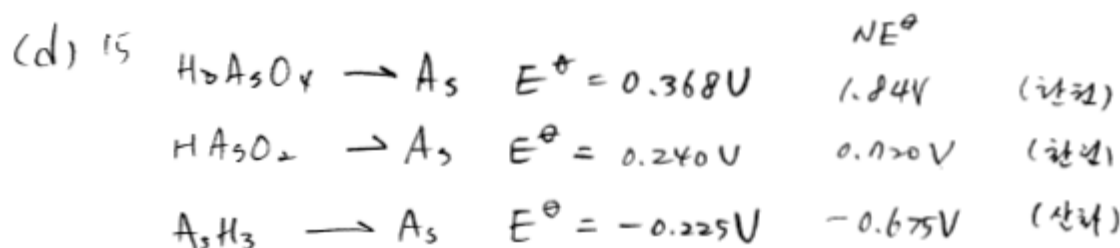
(b) 6



(c) 6

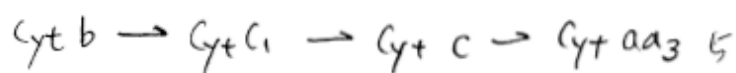
$$\begin{aligned} E^\ominus &= \frac{V_1 \times E^\ominus(\text{As(s)} \rightarrow \text{As(3)}) + V_2 \times E^\ominus(\text{As(3)} \rightarrow \text{As(5)})}{V_1 + V_2} \\ &= \frac{2 \times 0.560\text{V} + 2 \times 0.240\text{V}}{5} = 0.368\text{V} \end{aligned}$$

(d) 15



9(10)

(a)

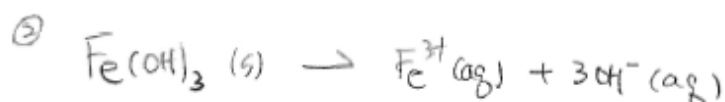
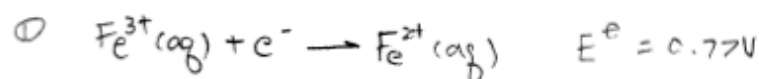


(b) . outer-sphere electron transfer. 5

1. 산화-환원 반응이 active site 인 heme group 에
연해져 있을 때 heme 라 heme 들 사이의 전자 전달
H - ligand 가 존재하지 않다면 inner-sphere
transfer 가 일어나지 않고 outer-sphere transfer 가 일어난다

10(35)

(a)



$$K_{sp} = [\text{Fe}^{3+}][\text{OH}^-]^3$$

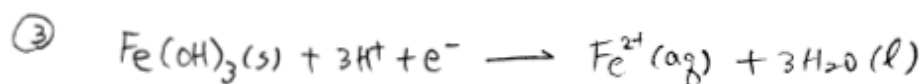
$$[\text{Fe}^{3+}] = \frac{K_{sp}}{[\text{OH}^-]^3} = K_{sp} \cdot \left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_w}\right)^3 > 10^{-5} \text{M}$$

$$\therefore [\text{H}_3\text{O}^+]^3 > \frac{10^{-5} \cdot K_w^3}{K_{sp}}$$

$$3 \log [\text{H}_3\text{O}^+] > -5 + 3 \log K_w - \log K_{sp}$$

$$\therefore \text{pH} < -\frac{1}{3}(-5 + 3 \times (-14) - \log(2.0 \times 10^{-39})) = 2.78$$

$$\therefore \text{pH} < 2.78 \text{ 일 때 } \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) \text{ dominant to } \text{Fe}(\text{OH})_3$$



$$E = E^\circ - \frac{RT}{vF} \ln \frac{[\text{Fe}^{2+}]}{[\text{H}^+]^3} \quad v=1$$

$$= E^\circ - \frac{RT}{F} \ln [\text{Fe}^{2+}] - \frac{RT}{F} \ln \frac{1}{[\text{H}^+]^3}$$

$$= E^\circ - 0.059 \log [\text{Fe}^{2+}] - 3 \times 0.059 \text{pH (V)}$$

$$= E^\circ + 0.296 - 0.177 \text{V} \times \text{pH}$$

⑥



$$K_{sp} = [\text{Fe}^{2+}][\text{OH}^-]^2 =$$

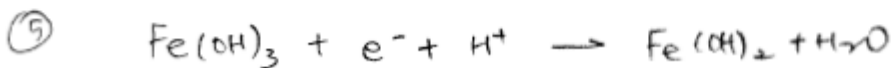
$$[\text{Fe}^{2+}] = K_{sp} \cdot \left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_w} \right)^2 > 10^{-5} \text{ M}$$

$$\therefore [\text{H}_3\text{O}^+]^2 > \frac{10^{-5} \cdot K_w^2}{K_{sp}}$$

$$\therefore 2 \log [\text{H}_3\text{O}^+] > -5 + 2 \log K_w - \log K_{sp}$$

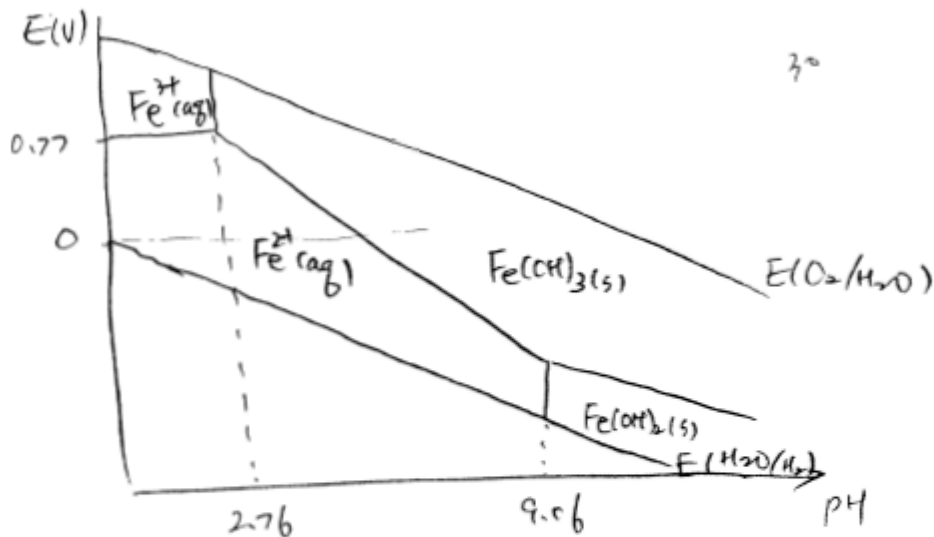
$$\therefore \text{pH} < -\frac{1}{2}(-5 + 2 \times (-14) - \log(1.1 \times 10^{-14})) = 9.06$$

$$\therefore \text{pH} < 9.06 \text{ m/m} \quad \text{Fe}^{2+} \text{ dominant}$$



$$E = E^\circ - \frac{RT}{VF} \ln \frac{1}{[\text{H}^+]} \quad \nu=1$$

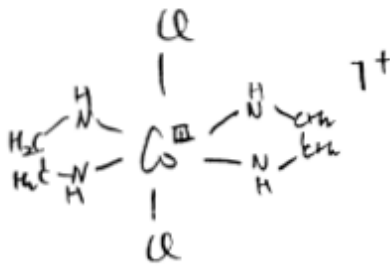
$$= E^\circ - 0.059 \text{ pH (V)}$$



(b) 바닷물에서 $\text{Fe}(\text{OH})_3 (\text{s})$ 이 형태로 존재한다
 (pH=8, E=0.5V) 5

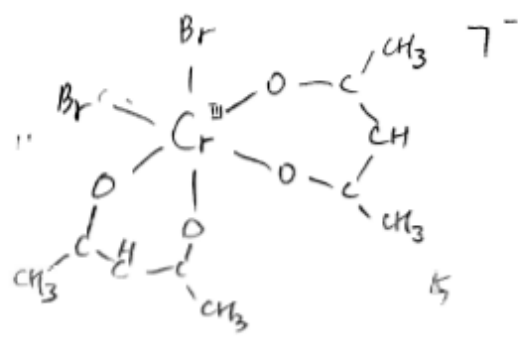
11. (22)

(a)



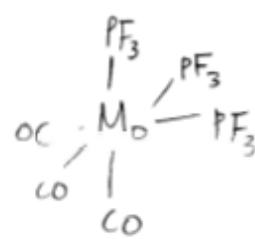
optically inactive

(b)



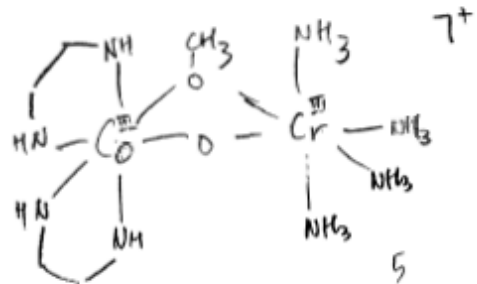
optically active

(c)



optically inactive

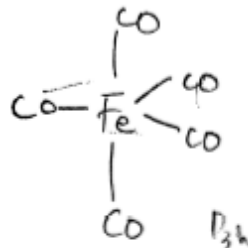
(d)



optically active

12. (25)

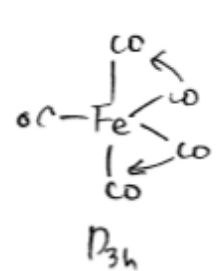
(a)



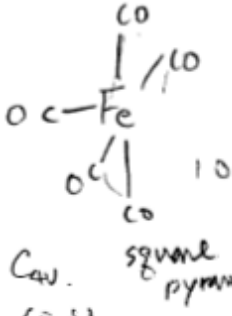
trigonal bipyramidal

(b) 2H

(c)



⇌



(d)

'Fluxional'

or Berry Pseudo rotation

axial CO & equatorial CO
exchange or 12H & 12H & 12H peak.