

1. 다음표의 빈칸을 채우시오.

원자번호	원소기호	이름	족 (Family)	주기 (Period)
14				
	Sr			
		Cesium		
69				
	Hf			
		Thallium		

2. 다음 원자 혹은 이온의 기저상태 (ground state) term symbol을 적어라. (J 불포함)

원자번호	원소기호	이름	Ground State Term Symbol
14	XXXXXXXXXXXXXX		
XXXX	Sr ⁺	XXXX	
XXXXXXXXXXXXXX		Cesium ⁺	
69	XXXXXXXXXXXXXX		
XXXX	Hf	XXXX	
XXXXXXXXXXXXXX		Thallium ⁺	

3. 노란 빛을 내는 가로등은 전구안에 Na를 가지고 있어서 나트륨등이라고 불린다. 이 노란 빛은 여기상태 (excited state)의 Na ($1s^2 2s^2 2p^6 3p^1$)가 기저상태의 Na ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$)로 전이하면서 나오는 빛이다. 이 빛을 Fabry-Perot 간섭계를 사용하여 분석하여 보면 파장이 589.0 nm와 589.6 nm인 두 종류의 빛이 있음을 알 수 있다. (이 두 빛을 Na D-line 이라고 한다.)

- 기저상태 Na의 term symbol을 모두 적어라. (J 포함)
- 여기상태 Na의 term symbol을 모두 적어라. (J 포함)
- 589.0 nm와 589.6 nm의 두 빛은 각각 어느 상태에서 어느 상태로의 전이과정에서 나오는 빛인가?
- (a), (b), (c)의 사항을 이용하여 Na D line에 대한 energy level diagram을 그려라.

4. $[\text{FeF}_6]^{3-}$ 용액은 무색이나 $[\text{CoF}_6]^{3-}$ 용액은 색 (하나의 흡수띠) 을 가지고 있다.

- 위의 두 착이온에 대하여 각각 기저상태 molecular term symbol을 써라?
- 위의 색의 경향을 보이는 이유를 써라.
- (a)의 기저상태에는 각각 몇 개의 microstate가 존재하는가?

5. 물질은 가지고 있는 자기적 성질에 따라 반자성 (diamagnetic), 상자성 (paramagnetic), 강자성 (ferromagnetic), 반강자성 (antiferromagnetic) 물질로 나눌 수 있다.

- 반자성 물질과 나머지 (상자성, 강자성, 반강자성) 물질이 구별되는 근본적 이유는?
- 자기화율 (magnetic susceptibility)의 온도에 따른 변화를 측정하면 위의 네 가지 종류를 구별할 수 있다. 어떠한 차

이점이 있는가? (하나의 그래프 위에 그려라. Curie Temperature, Neel Temperature를 그래프 위에 표시하라.)

6. $[\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 의 UV/VIS 스펙트럼은 12,300, 18,500, 27,900 cm^{-1} 의 세 흡수띠를 가지고 있다.

- 각 흡수띠는 어떠한 전이에 대한 것인가? (주어진 Tanabe-Sugano Diagram 위에 그려라.)
- Δ_0 와 B 값을 예측하여 보아라.

7. (a) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 의 기저상태 molecular term symbol을 써라. (T_d 구조)

(b) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 의 electronic spectrum에서 흡수 띠의 개수는? 어떤 state에서 state로의 transition인가? (에너지 차이가 작은 것에서 큰 것의 순으로 써라.)

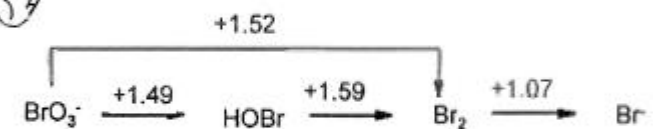
(c) (b)에서 가장 에너지가 작은 흡수 띠는 7500cm^{-1} 에 나타난다. Δ_T 는?

(d) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 의 용액에 암모니아를 과량 넣으면 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}(\text{aq})$ 를 얻을 수 있다. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 의 기저상태 molecular term symbol을 써라.

(e) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 의 Δ_0 는?

(f) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 의 색은 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 의 색에 비하여 진하겠는가 묽겠는가? 그 이유는?

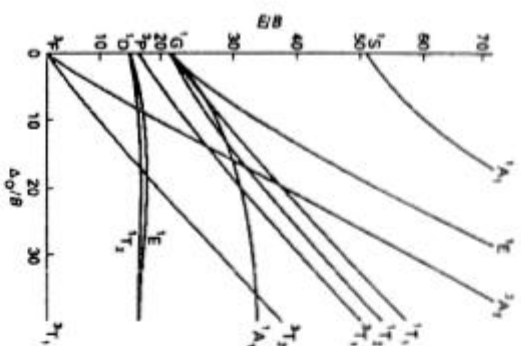
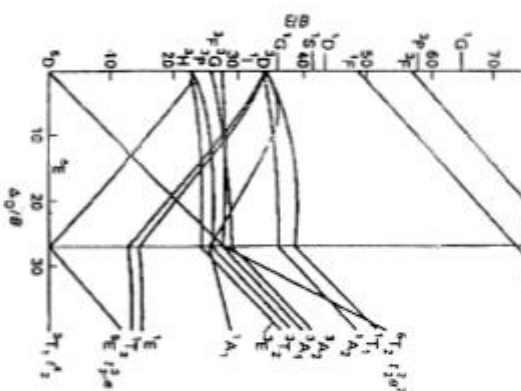
8. 다음의 Latimer Diagram을 보고 답하라.



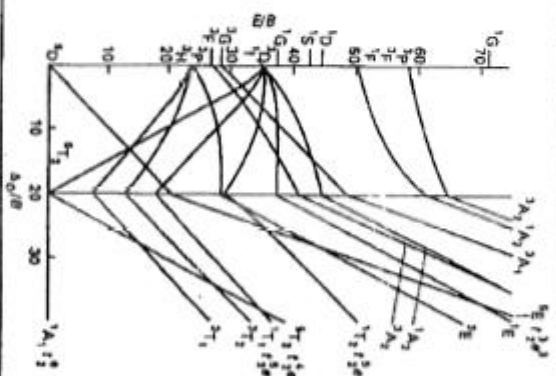
- 각각의 화학종에서 Br의 산화수는?
- $\text{BrO}_3^- \rightarrow \text{HOBr}$ 의 균형잡힌 환원 반쪽 반응을 써라.
- (b)의 환원 전위는 $\text{pH}=0$ ($[\text{H}^+] = 1\text{M}$)에서의 환원 전위이다. $\text{pH}=7$ 일때는 환원 전위가 얼마인가?
- 위의 네 화학종 중에서 불균등화 반응 (disproportionation)이 일어 날수 있는 화학종이 있는가? 있으면 그 화학종을 쓰고 이유를 써라. 없다면 그 이유를 써라.
- 위의 Latimer diagram으로부터 Frost diagram을 그려라.

9. AlX_3 는 dimerization 이 일어나나 BX_3 에서는 일어나지 않는 이유에 대하여 설명하여라. (X=halogen)

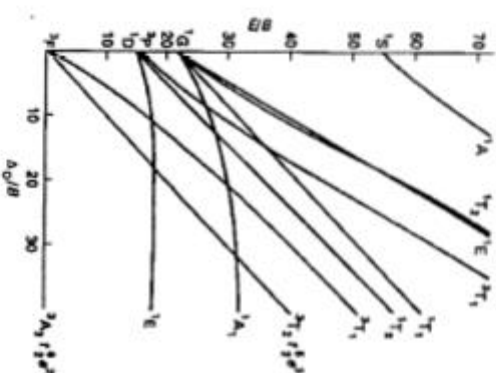
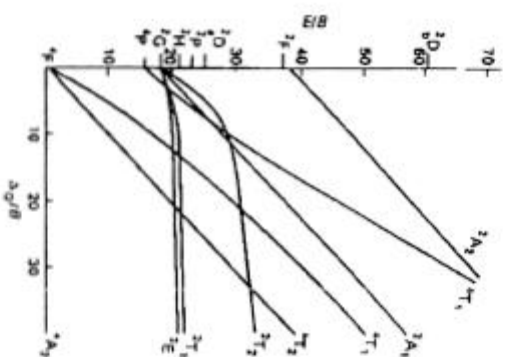
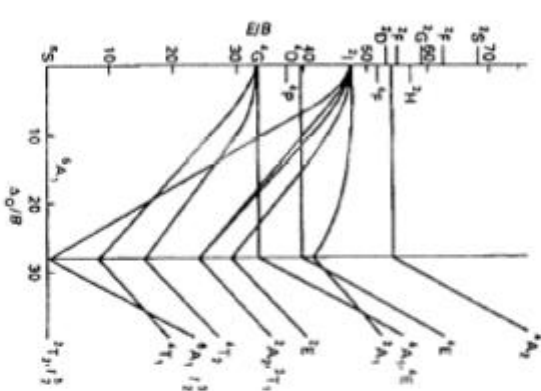
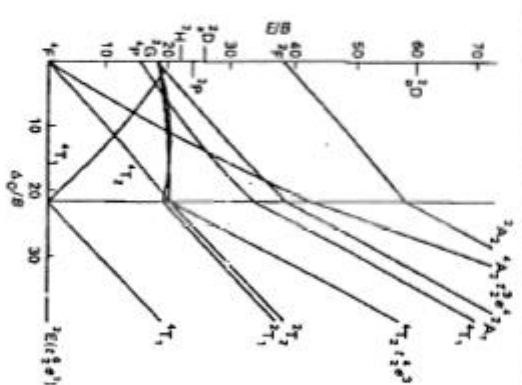
* 점수와 학점은 web에 공고될 것 입니다.

1. d^3 with $C = 4.428$ 3. d^4 with $C = 4.61B$ 

5. d^0 with $C = 4.8B$



7. d' with $C = 4.709B$

2. d^3 with $C = 4.5B$ 4. d^* with $C = 4.477B$ 6. d' with $C = 4.633B$ 

2x24 = 48점

원자번호	원소기호	이름	족	주기
(14)	Si	Silicon	14	3
38	(Sr)	Strontium	2	5
55	Cs	(Cesium)	1	6
(69)	Tm	Thulium	정확한 족	6
72	(Hf)	Hafnium	4	6
81	Tl	(Thallium)	13	6

6x6 = 36점

원자번호	원소기호	이름	Ground State Term Symbol	e ⁻ configuration
14			[3P]	[Ne] 3s ² 3p ²
	Si ⁺		[2S]	[Kr] 5s ¹
		Cesium ⁻	[1S]	[Xe] 6s ²
69			[2F]	[Xe] 4f ¹³ 6s ²
	Hf		[3F]	[Xe] 4f ¹⁴ 5d ² 6s ²
		Thallium ⁻	[3P]	[Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ²

↑
정확한 족

[3] (30)

- (a) Ground state Na: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
 $\Rightarrow L=0, S=1/2 \Rightarrow J=1/2$

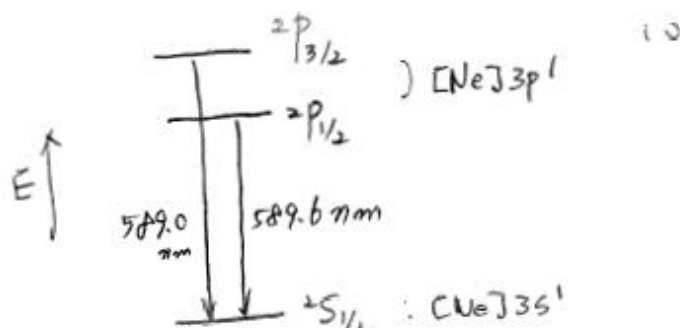
$$\therefore \underline{2S_{1/2}} \quad 5$$

- (b) Excited state Na: $1s^2 2s^2 2p^6 3p^1$
 $\Rightarrow L=1, S=1/2 \Rightarrow J=3/2, 1/2$

$$\therefore \underline{2P_{3/2}, 2P_{1/2}} \quad 5 \text{ (같은 다 12개 4개 5개)} \\ \text{아니면 0개}$$

- (c) $589.0 \text{ nm}: 2P_{3/2} \rightarrow 2S_{1/2}$ 10
 $589.6 \text{ nm}: 2P_{1/2} \rightarrow 2S_{1/2}$

(d)



[4] (30)

- (a) $[\text{FeF}_6]^{3-}$: Fe^{3+}, d^5 , weak-field (high-spin) complex
 Tanabe-Sugano diagrams 보려면 ${}^6A_{1g}$ 5
 $[\text{CoF}_6]^{3-}$: Co^{3+}, d^6 , weak-field (high-spin) complex
 Tanabe-Sugano diagrams 보려면 ${}^5T_{2g}$ 5

- (b) $[\text{FeF}_6]^{3-}$: ground state (${}^6A_{1g}$)와 spin multiplicity가 같은 excited state가 없다. 다른 함수가 아니지 않는다.
 (모든 전이 금지이다.) 5

$$[\text{CoF}_6]^{3-}: {}^5T_{2g} \rightarrow {}^5E_g \text{ 전이가 일어날 수 있다. } 5$$

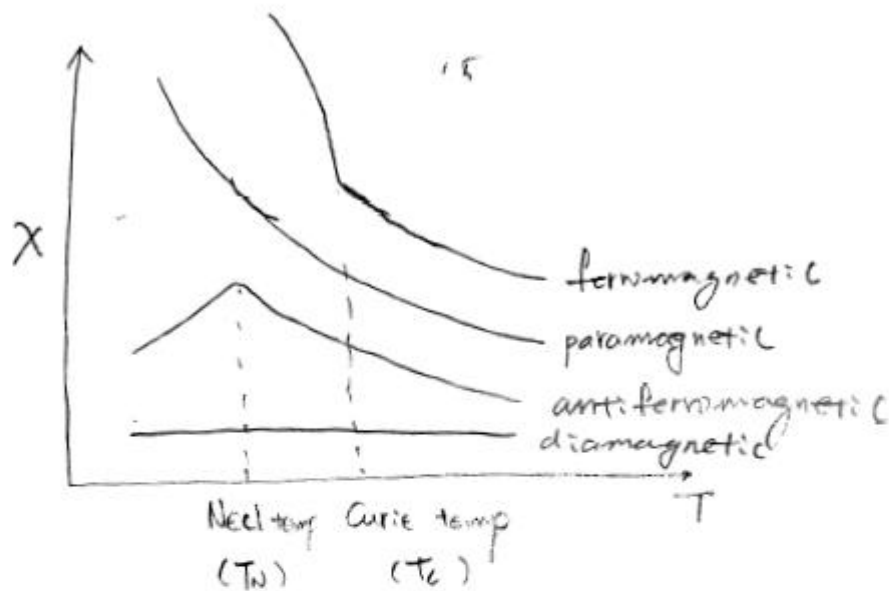
- (c) $[\text{FeF}_6]^{3-}$: ${}^6A_{1g} \Rightarrow 6 \text{ microstates}$ 5
 $[\text{CoF}_6]^{3-}$: ${}^5T_{2g} \Rightarrow 15 \text{ microstates. } (5 \times 3)$ 5

5 25

(a) diamagnetic material $\frac{1}{2} \frac{E}{h} \times 2$ (unpaired electron) $\therefore$ $\frac{1}{2} \frac{E}{h}$

para-, fern-, anti-fern- : 외딴이 전자가 있다. 10

(b)



4

20

(a) $[V(H_2O)_6]^{2+}$; V^{2+} , d^3

2. d^3 with $C = 4.5B$

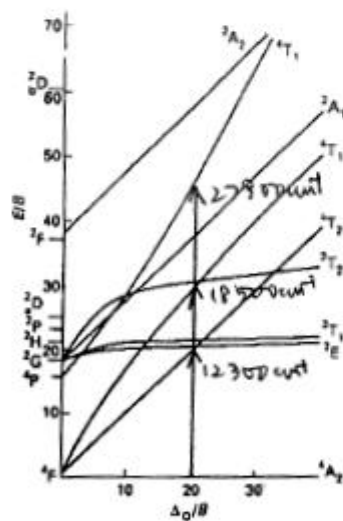
(b) ${}^4A_{2g} \rightarrow {}^4T_{2g} : \Delta_0$

$$\therefore \Delta_0 = 12300 \text{ cm}^{-1}$$

$$\frac{18500 \text{ cm}^2}{12500 \text{ cm}^2} = 1.50$$

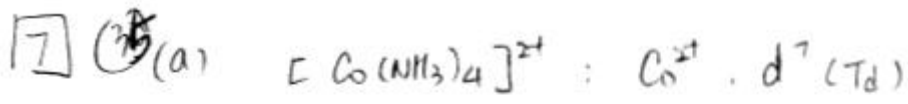
$$\frac{27900 \text{ cm}^3}{12500 \text{ cm}^3} = 2.27 \quad \Delta \rho / \rho \sim 20$$

) at $\Delta_{1/3} \sim 20$



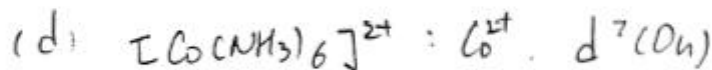
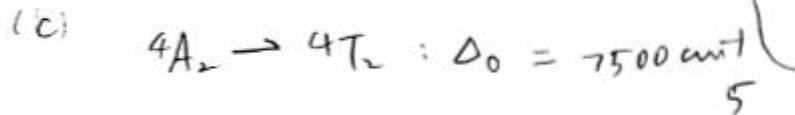
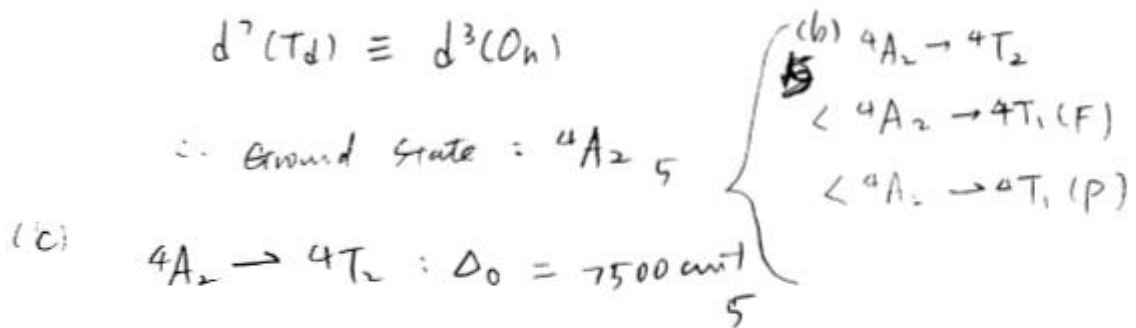
$$\therefore B \approx \frac{\Delta_0}{\omega} = 625 \text{ cm}^{-1}$$

(4)



$$d^7(T_d) \equiv d^3(O_h)$$

$\therefore$ Ground state: 4A_2



$\therefore$ Ground state: ${}^4T_{1g}$ (weak field, high-spin)

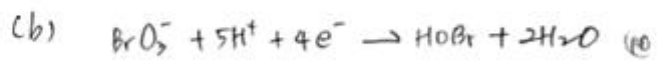
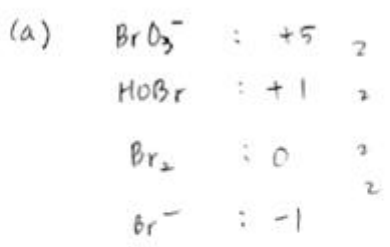
2E_g (strong field, low-spin)
 assuming high spin.

(e) $\Delta_0 \approx \frac{9}{4} \Delta_T = 16875 \text{ cm}^{-1}$

(f) O_h 4f201m spin-allowed transition은 보지
 Laporte-forbidden transition이 이므로 흡광도가
 낮아져서 용액의 색이 옅어진다

(c)

18 (53)



(c)

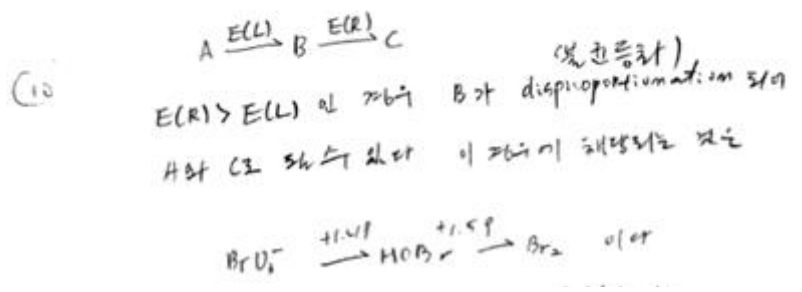
$$E = E^\ominus - \frac{RT}{4F} \ln \frac{[\text{HOBr}]^{1M}}{[\text{H}^+]^5 [\text{BrO}_3^-]^{1M}}$$

$$= 1.49\text{V} - \frac{25.693\text{mV}}{4} \ln \frac{1}{(10^{-7})^5}$$

$$= 1.49\text{V} - \frac{0.235693\text{V} \times (35)}{4} \ln 10$$

$$= 0.97\text{V} \quad (10)$$

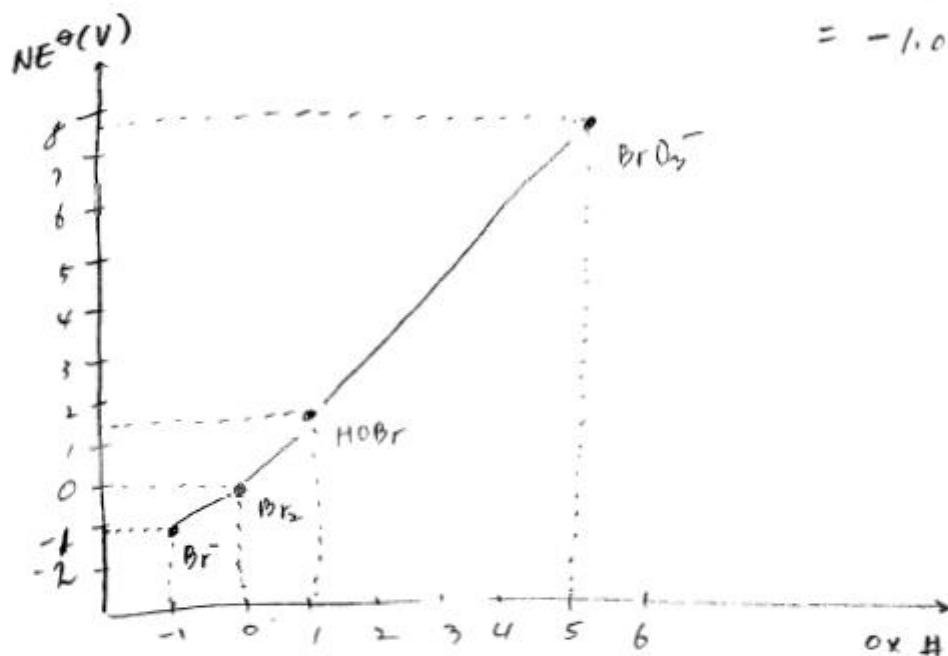
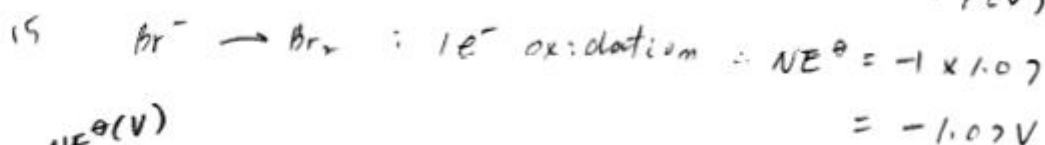
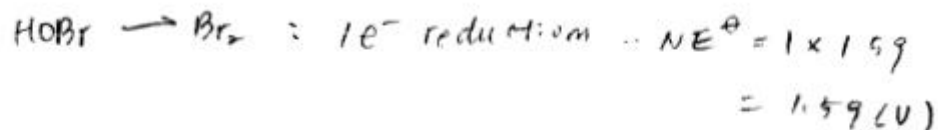
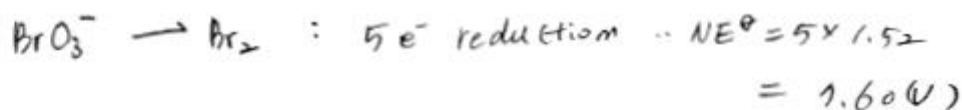
(d) Latimer diagram



8 (cont'd)

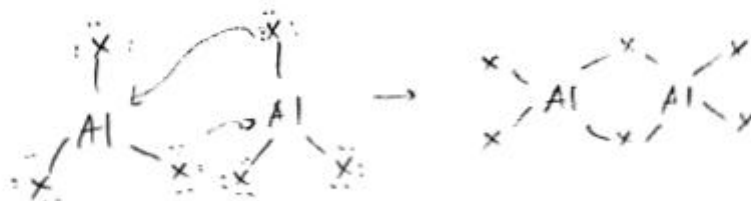
6

(e)

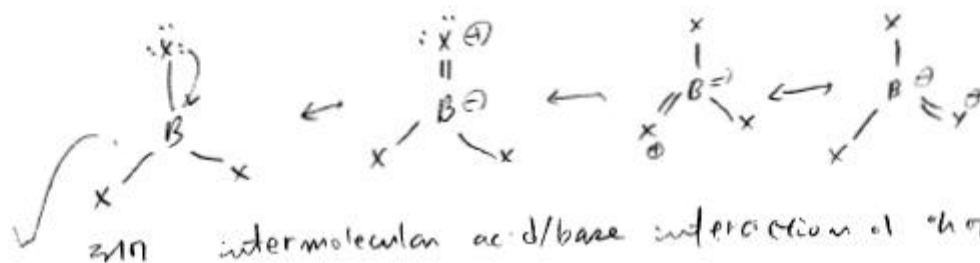


9

20



2214 $\text{BX}_3 + 2\text{CH}_3\text{OH} \rightleftharpoons$ intramolecular acid/base interaction of CH_3OH



2210 intermolecular acid/base interaction of CH_3OH (B = empty 2p orbital, X = mp orbital that overlaps with B)