



# 적중의 예시

1. 1차원에서 운동하는 입자의 파동함수  $\psi(x)$ 를 주어진 구간에서 다음과 같이 가정했을 때 정규화 상수( $N$ )와 입자의 평균 위치 ( $\langle x \rangle$ )의 값을 각각 쓰시오. [2점]

$$\psi(x) = N(x-x^2) \quad \text{단, } 0 \leq x \leq 1$$

(GT물리화학교재 415페이지)

ex1) 1차원일 때, 파동함수( $\Psi$ )가  $\Psi(r) = e^{-\frac{r}{a_0}}$  일 때 정규화 상수( $N$ )을 구하라.  
(단,  $0 < r < \infty$ )

(풀이)  $N = \left( \frac{1}{\int_0^\infty \psi^2 d\tau} \right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots ①$

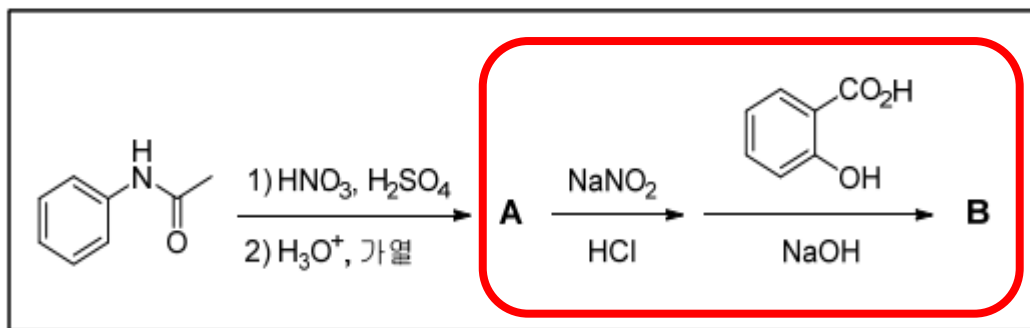
$$\begin{aligned} \text{여기서, } \int_0^\infty \psi^2 d\tau &= \int_0^\infty (e^{-\frac{r}{a_0}})^2 dr = \int_0^\infty e^{-\frac{2r}{a_0}} dr = \int_0^\infty e^{-\frac{2}{a_0}r} dr \\ &= -\frac{a_0}{2} [e^{-\frac{2r}{a_0}}]_0^\infty \\ &= -\frac{a_0}{2} [e^{-\frac{2}{a_0} \cdot \infty} - e^{-\frac{2}{a_0} \cdot 0}] \\ &= -\frac{a_0}{2} (0 - 1) = \frac{a_0}{2} \dots\dots ② \end{aligned}$$

②  $\rightarrow$  ①

$$N = \left( \frac{1}{\frac{a_0}{2}} \right)^{\frac{1}{2}} = \left( \frac{2}{a_0} \right)^{\frac{1}{2}}$$

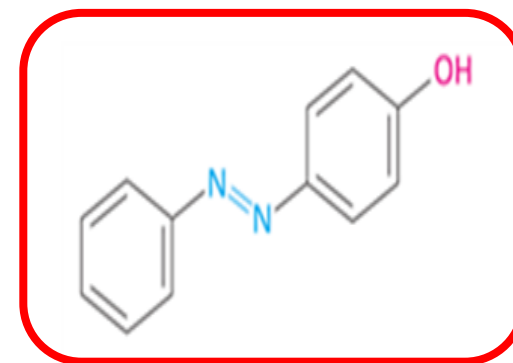
## (GT유기화학단원별 실전문제186번)

2. 다음은 *N*-acetylaniline으로부터 중간 주생성물 **A** ( $C_6H_6N_2O_2$ )를 거쳐 최종 주생성물 **B** ( $C_{13}H_9N_3O_5$ )를 합성하는 반응식이다. (단, 각 단계에서 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)



**A**와 **B**의 구조를 각각 그리시오. [2점]

문제186 > Benzene으로부터 *p*-(Dimethylamino)azobenzene 합성하는 각 단계별 메커니즘을 나타내시오.

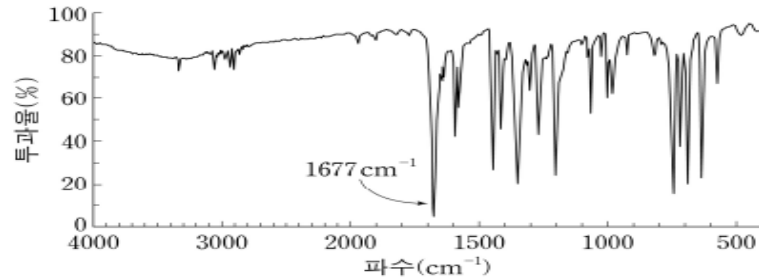


*p*-Hydroxyazobenzene  
(오렌지 결정, mp 152 °C)

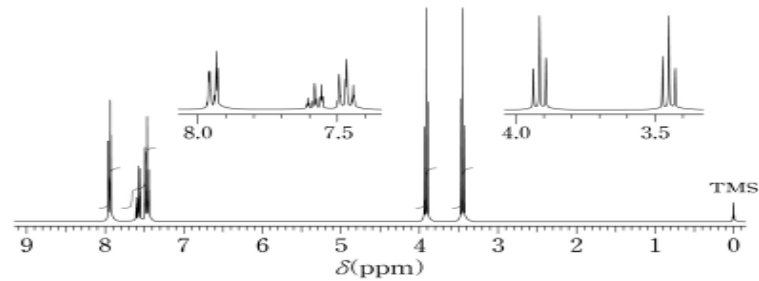
# (강철 내용학 모의고사4회 문제1번)

3. 다음은 어떤 화합물 **A** ( $C_9H_9ClO$ )의 IR,  $^1H$  NMR, 질량 스펙트럼이다. **A**의 구조를 그리고, 질량 스펙트럼에서  $m/z$ 가 105인 피크에 해당하는 조각 이온(fragment ion)의 구조를 그리시오. (단,  $^1H$  NMR 스펙트럼의 여백에 있는 그림은 각각의 피크를 확대한 것이다.) [2점]

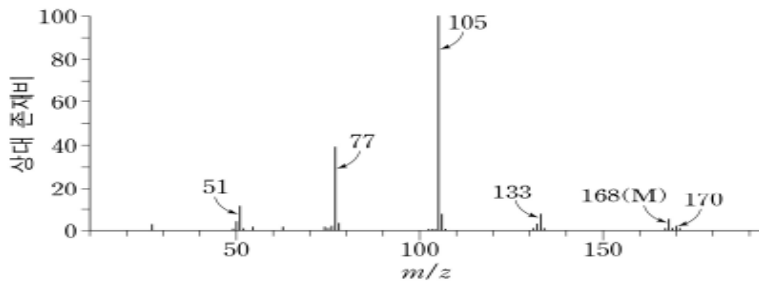
[IR 스펙트럼]



[ $^1H$  NMR 스펙트럼 (300MHz,  $CDCl_3$ )]



[질량 스펙트럼]



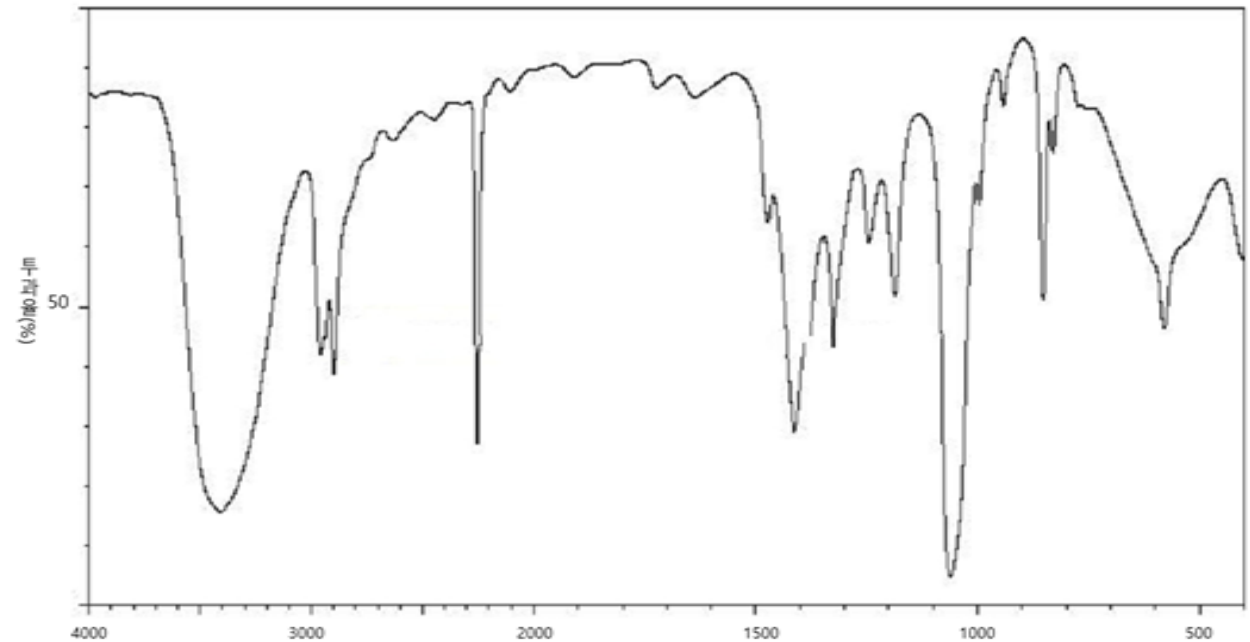
1. 화합물 (가)를  $LiAlH_4$ 와 반응시킨 다음  $H_2O$ 로 처리하면 화합물 (나)가 생성된다. 질량 스펙트럼에서 화합물 (가)는  $m/z = 71$ 에서 분자 이온이 나타나며, 화합물 (나)는  $m/z = 75$ 에서 분자 이온이 나타난다. 화합물 (가)와 (나)의 분광학적 자료는 아래와 같다.

[화합물 (가)]

● IR 스펙트럼

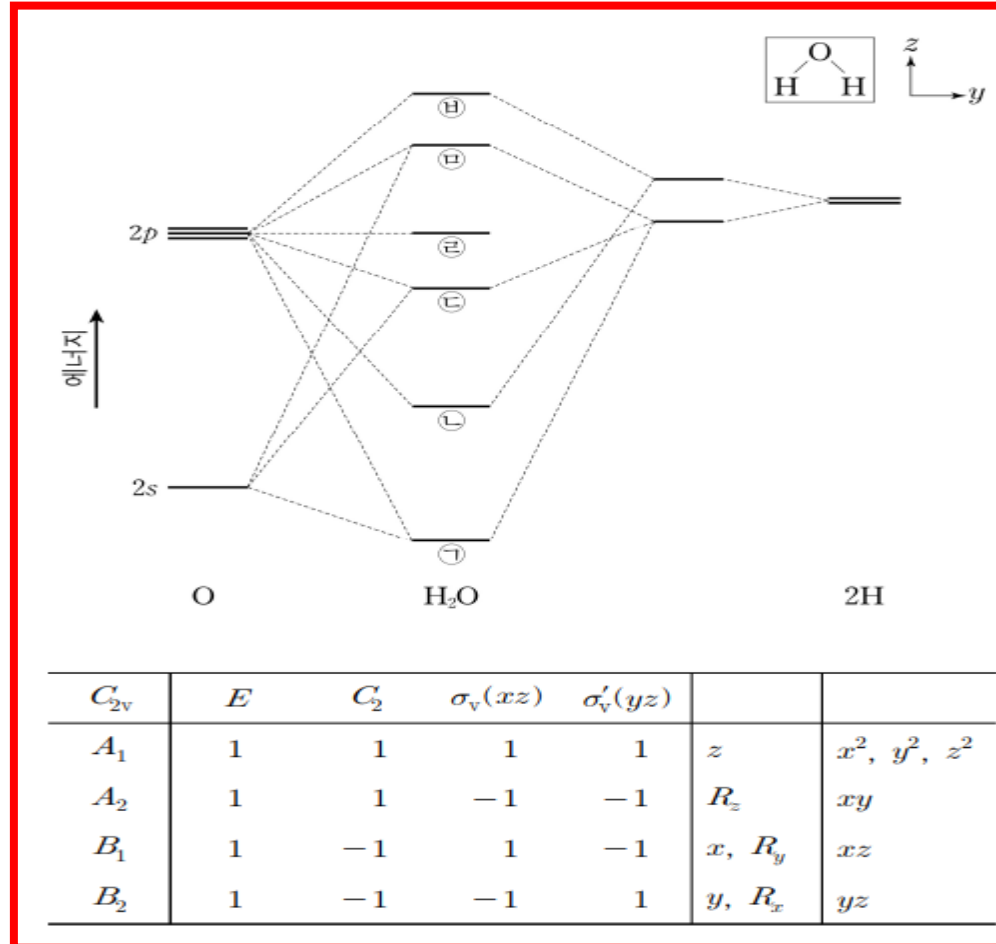
$3340\text{ cm}^{-1}$  부근에서 강한 흡수

$2250\text{ cm}^{-1}$  부근에서 약한 흡수



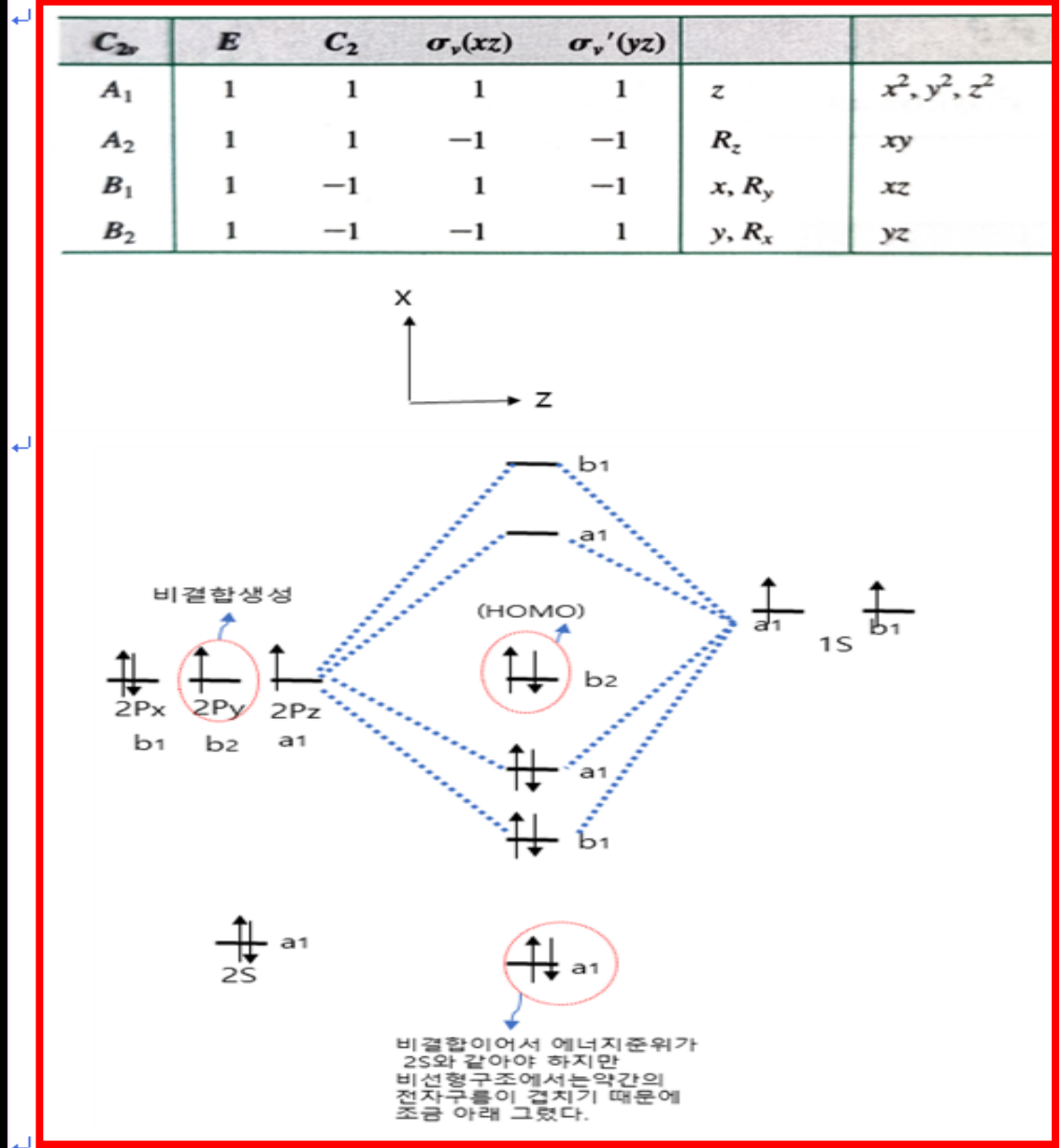
●  $^1H$ -NMR 스펙트럼

4. 다음은  $H_2O$ 의 분자 궤도함수(MO) 에너지 준위도와  $C_{2v}$  점군의 지표표를 나타낸 것이다.



2개의 수소 1s 원자 궤도함수의 선형 조합으로 만들어지는 2개의 군 궤도함수에 해당하는 기약 표현을 지표표에서 찾아 각각 쓰시오. 또한,  $H_2O$ 의 결합각이 증가한다고 가정할 때, ①~④에서 에너지 준위가 낮아지는 점유 분자 궤도함수를 쓰시오. (단,  $H_2O$ 의 모든 원자는  $yz$  평면에 놓여 있다.) [2점]

④ 좌표와 지표표가 다음과 같을 때 분자궤도함수를 그려보시오.



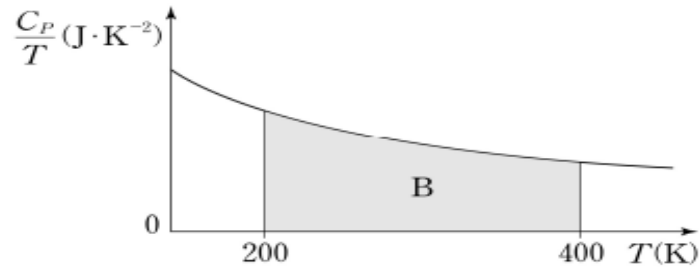
8. 다음은  $P = \frac{nRT}{V-nb}$  를 만족하는 기체 A의 일정 압력 열용량( $C_p$ ) 및 이와 관련된 자료이다.

○  $C_p = C_v + \left[ \left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_T + P \right] \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$

○  $dU = TdS - PdV$

○  $\left( \frac{\partial S}{\partial V} \right)_T = \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$

○  $T$ 와  $\frac{C_p}{T}$ 의 관계:



1.0 mol 기체 A의 부피( $V$ )를 일정하게 유지하면서 기체 A에 317J의 열에너지를 가하였더니 A의 온도( $T$ )가 300K에서 310K로 올라갔다. 이를 근거로 1.0 mol 기체 A의  $C_v$ 와  $C_p$ 의 값을 각각 쓰시오. 또한, 그래프에서 B 영역의 크기에 해당하는 물리량의 의미를 설명하고, 1.0 mol 기체 A에 대해 그 값을 쓰시오. (단, 기체상수  $R$ 는  $8.3\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  이고,  $P$ ,  $n$ ,  $b$ ,  $C_v$ ,  $U$ ,  $S$ 는 각각 압력, 물질 양, 상수( $b > 0$ ), 일정 부피 열용량, 내부 에너지, 엔트로피이며, 온도 변화에 따른  $C_p$ 와  $C_v$  변화는 무시한다.) [4점]

(강철 내용학 모의고사4회 문제7번)  
한번 기출된 내용을 다시 한번 출제함

7. 반데르발스 상태식은 A 이다. 또한, 내부 압력은

$\left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = T \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V - p$  이다. 반데르발스식 A를

쓰고, 반데르발스 상태식을 이용하여  $\left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_T$  값을

을 구하고, 과정을 쓰시오, 또한,  $\left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V$  를

오일러 순환 공식을 이용하여  $\alpha$ 와  $k_T$ 가 포함된 식으로 나타내시오.

(단,  $\alpha = \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$  이고  $k_T = -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial p} \right)_T$  이다) [4점]

# (GT물리화학교재 20페이지)

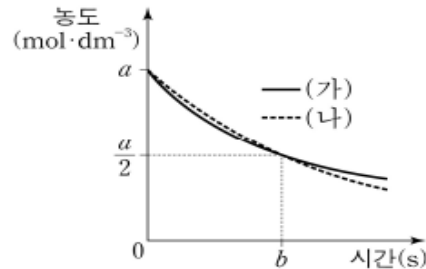
9. 다음은 반응 차수가 서로 다른(1차 또는 2차) 2가지 반응과 관련된 자료이다. 기체 A와 C의 초기 농도는  $a$ 로 같으며, 각각의 농도가  $\frac{a}{2}$ 가 될 때까지 걸리는 반응 시간은  $b$ 로 같다. 반응은 절대 온도  $T$ 에서 진행되었다.

○ 반응

(가)  $A \rightarrow B$

(나)  $C \rightarrow D$

○ 시간에 따른 A와 C의 농도:



1차 반응과 2차 반응에서 반응물의 농도가  $a$ 에서  $\frac{a}{4}$ 로 되는 시간을 각각  $t_1$ 과  $t_2$ 라 할 때  $\frac{t_1}{t_2}$ 의 값을 쓰고, 이를 근거로 (가)와 (나)의 반응 차수를 각각 쓰시오. 또한, 1차 반응에서 온도를  $T$ 에서  $2T$ 로 올렸더니, 초기 농도  $a$ 가  $\frac{a}{2}$ 로 될 때까지 걸리는 반응 시간이  $b$ 에서  $\frac{b}{4}$ 가 되었다. 이 1차 반응의 활성화 에너지( $E_a$ )를 구하는 과정을 제시하고, 그 결과를 온도  $T$ 와 기체상수  $R$ 를 포함하는 값으로 쓰시오. (단, 반응 용기의 부피는 일정하고, (가)와 (나) 이외의 반응은 일어나지 않는다.) [4점]

< 암기 >

	$[A]_0 \rightarrow \frac{1}{2}[A]_0$	$\rightarrow \frac{1}{4}[A]_0$	$\rightarrow \frac{1}{8}[A]_0$	$\rightarrow \frac{1}{16}[A]_0$
1차 반응	$t_{1/2} = 2\text{시간}$	$t_{1/2} = 2\text{시간}$	$t_{1/2} = 2\text{시간}$	$t_{1/2} = 2\text{시간}$
2차 반응	$t_{1/2} = 2\text{시간}$	$t_{1/2} = 4\text{시간}$	$t_{1/2} = 8\text{시간}$	$t_{1/2} = 16\text{시간}$

# (GT물리화학교재 39페이지)

④ 어떤 온도  $T_1$ ,  $T_2$ 에서 Arrhenius식은 다음과 같이 나타낼수 있다.

$$\ln k_1 = -\frac{E_a}{R} \frac{1}{T_1} + \ln A$$

$$\ln k_2 = -\frac{E_a}{R} \frac{1}{T_2} + \ln A$$

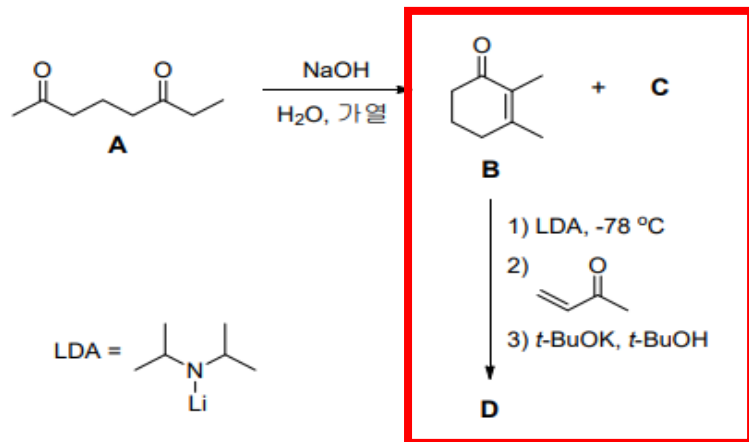
위 두식을 빼면 다음과 같다.

$$\ln k_1 - \ln k_2 = \frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

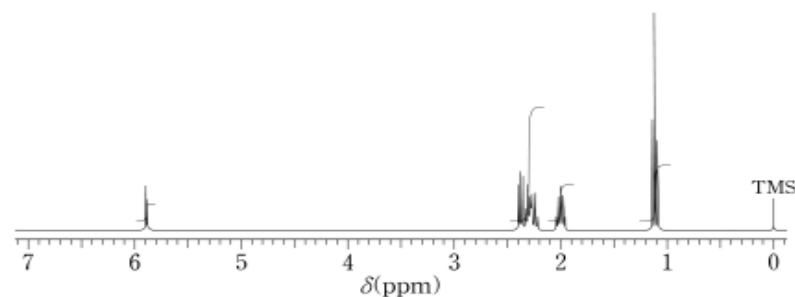
$$\ln \left( \frac{k_1}{k_2} \right) = \frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) = \frac{E_a}{R} \left( \frac{T_1 - T_2}{T_1 T_2} \right)$$

10. 다음은 2,6-octanedione (**A**)로부터 서로 구조 이성질체 관계인 **B**와 **C**가 생성되는 반응과, **B**로부터 두고리 화합물 (bicyclic compound)인 최종 주생성물 **D** ( $C_{12}H_{16}O$ )를 합성하는 반응이다. 또한, **C**의  $^1H$  NMR 스펙트럼을 나타낸 것이다. (단, 각 단계에서 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)

[반응]



[**C**의  $^1H$  NMR 스펙트럼 (300MHz,  $CDCl_3$ )]

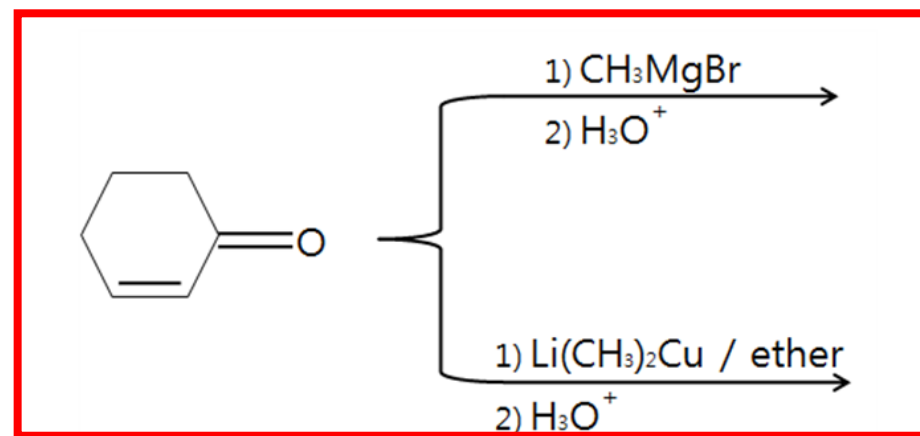


**A**로부터 **B**가 생성되는 반응 메커니즘을 굵은 화살표를 사용하여 제시하고 **C**의 구조를 그리시오. 또한, **B**와 **C** 중에서 주생성물을 선택하고 그 이유를 서술하시오. 그리고 **D**의 구조를 그리시오.

## (GT유기화학단원별 실전문제184번)

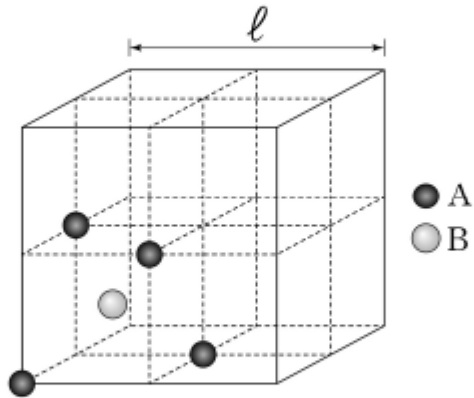
문제184> 다음 반응을 보고 각 단계별 주생성물을 나타내시오.

(1.4첨가)

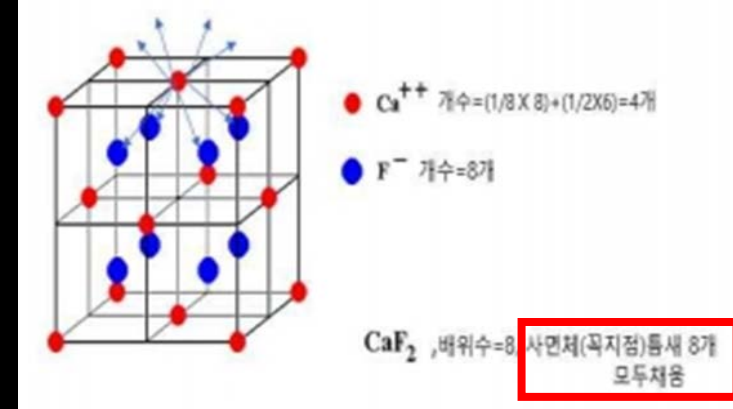




11. 이온 결합 화합물  $M_mX_n(s)$ 의 입방 단위 세포는 M 양이온(A)이 입방 조밀 쌓임 격자를 형성하고, X 음이온(B)이 8개의 사면체 구멍을 채우는 구조를 갖는다. 그림은 입방 단위 세포의  $\frac{1}{8}$  입방 단위에 이온이 놓여 있는 모습을 나타낸 것이다. A와 인접한 B 사이의 이온간 거리는  $a$ 이고, A 반지름은 B 반지름의  $b$ 배이다.

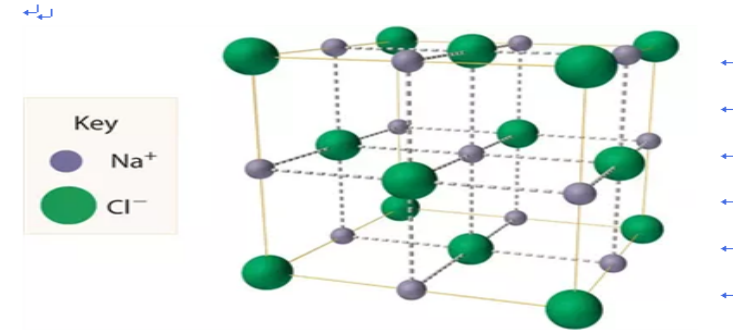


입방 단위 세포의 모서리 길이( $\ell$ )를  $a$ 가 포함된 값으로 쓰시오. 이를 이용하여, 입방 단위 세포의 부피에서 전체 이온이 차지하는 부피의 비율을 구하는 과정을 제시하고, 그 결과를  $b$ 와  $\pi$ 를 포함하는 값으로 쓰시오. 또한,  $M_mX_n$  결정에서, A들 중 하나의 A에서 두 번째로 가까운 이온의 개수를 쓰시오. (단, M과 X는 임의의 원소 기호이고, A와 B는 구(sphere)로 가정한다.) [4점]



### (강철 내용학 모의고사4회 문제3번)

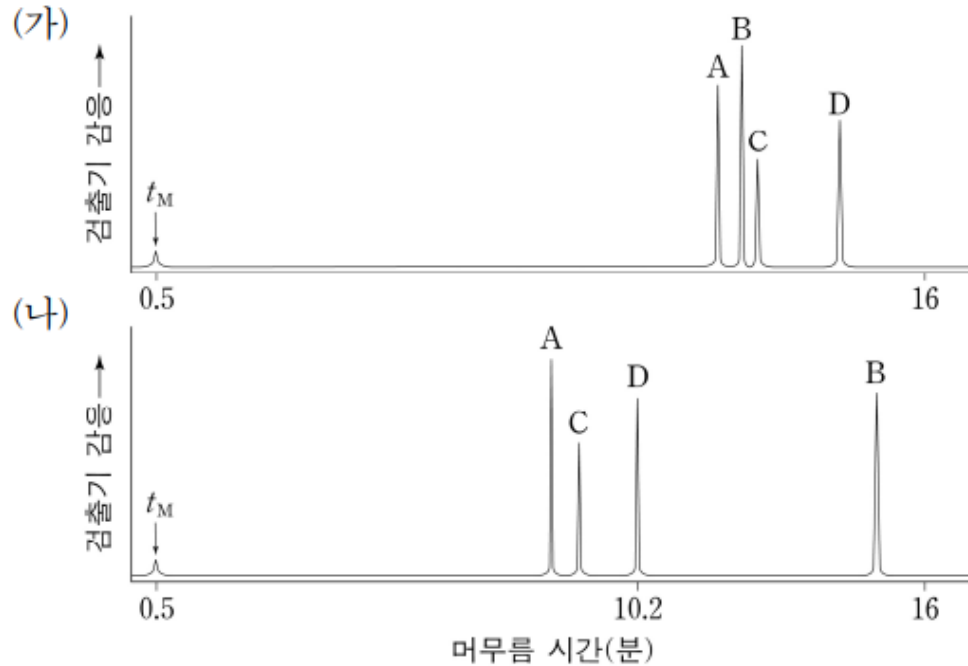
3. 다음은 NaCl의 결정 구조를 나타낸 것이다. ↓



$\text{Na}^+$ 와  $\text{Cl}^-$ 은 각각 면심 입방 구조이며, 면심입방의  $\text{Na}^+$  구조에 팔면체 틈새 사이에  $\text{Cl}^-$ 가 있는 구조이다.  $\text{Na}^+$ 의 반지름은  $r_1$ ,  $\text{Cl}^-$ 의 반지름은  $r_2$ , 단위 세포 한변의 길이는  $d$ 이다.  $\text{Na}^+$ 에서 가장 가까운 이온은  $a$ 이며, 두 번째 가까운 이온은  $b$ 만큼 떨어져 있는  $c$ 이온이다. 두 번째 가까운 이온의 수는  $d$ 개 이다.  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ 를 각각 쓰시오. 또한  $4r_1 = \sqrt{2}d$ 가 성립하는지 판단하고 그 이유를 쓰시오. 그리고 NaCl 공간 채움율(%)을  $\pi$ ,  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $d$ 가 포함된 식으로

표현 하시오. [4점] ↓

12. 그림은 온도 T에서 화합물 A~D가 포함된 혼합물에 대한 기체 크로마토그래피 (가)와 (나)의 결과를 각각 나타낸 것이다. (가)와 (나)에 사용된 정지상은 각각 무극성과 강한 극성을 갖는다.



A~D 중 극성이 가장 강한 화합물을 쓰시오. 또한, (나)에서 D가 정지상에서 보낸 시간은 이동상에서 보낸 시간의 몇 배인지 쓰시오. 그리고 (나)에서 이동상의 유속을 일정하게 유지시키며 칼럼의 길이를 증가시킬 때, A 피크의 높이와 너비가 어떻게 변화하는지 쓰고 그 근거를 서술하시오 (단,  $t_M$ 은 머무름이 없는 화합물의 머무름 시간이고, (가)와 (나)는 열린관 칼럼을 사용하였다. (가)와 (나)의 조건은 정지상 차이 이외에는 동일하다.) [4점]

## (GT분석화학교재 386페이지)

⑥ 머무름인자 (retention factor,  $k$ )

⑦

$$k = \frac{\text{용질이 정지상에서 머무는 시간}}{\text{용질이 이동상에서 머무는 시간}}$$

$$= \frac{\text{전체 머무름 시간} - \text{이동상이 머무름 시간}}{\text{용질이 이동상에서 머무는 시간}}$$

⑦

$$t_r = \frac{x}{v_x}$$

$t_r$  : 머무름 시간

$v_x$  : 유속

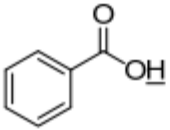
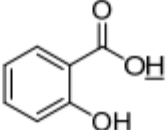
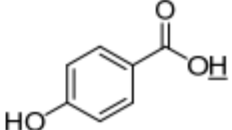
$x$  : 컬럼 길이

⑧

띠넓이의 표준편차( $\sigma$ ) =  $\sqrt{2Dt_r}$

$D$  : 확산계수

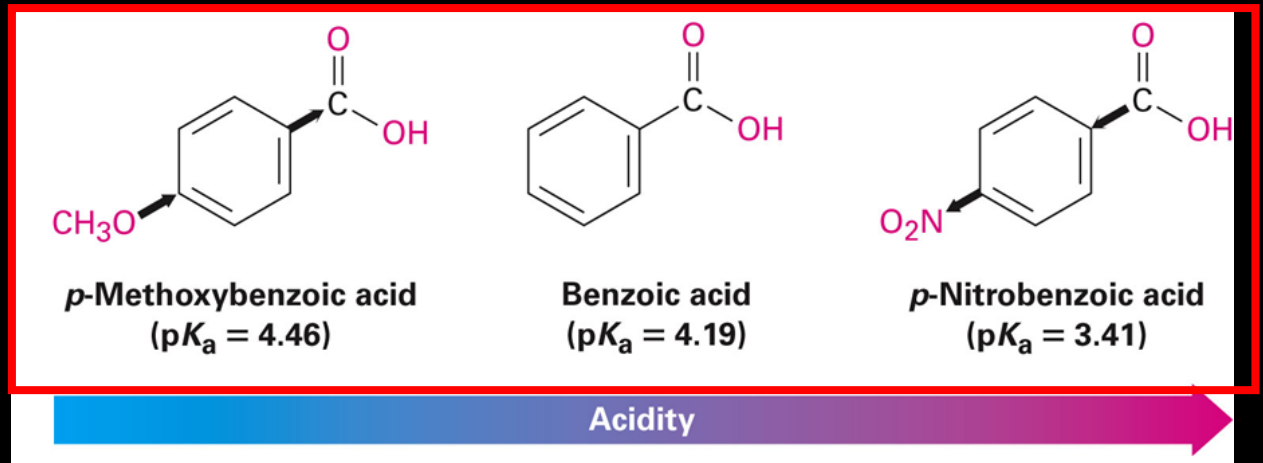
1. 표는 유기산(HA) (가)~(다)의 구조를 나타낸 것이다.

유기산	(가)	(나)	(다)
구조			

(가)~(다)를, 밑줄 친 H에 해당하는  $pK_a$  값이 큰 것부터 작은 순서로 나열하시오. (가) 수용액의 pH가 (가)의  $pK_a$ 보다 1만큼 클 때, (가)의 해리 분율( $\alpha$ )을 쓰시오. (단, 온도는  $25^\circ\text{C}$ 이고,

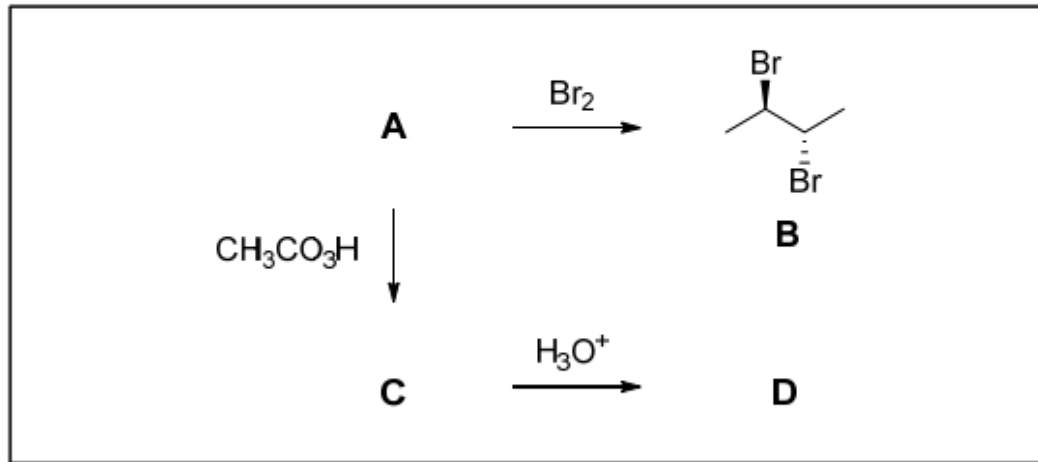
$$\alpha = \frac{[A^-]}{[HA] + [A^-]} \text{이다.}) [2\text{점}]$$

## (GT유기화학교재 435페이지)



분자내 수소결합은 산성도를 증가시킨다.

2. 다음은 반응물 **A** ( $C_4H_8$ )로부터, 주생성물 **B**를 합성하는 브로민 첨가반응과 중간 주생성물 **C**를 거쳐 최종 주생성물 **D** ( $C_4H_{10}O_2$ )를 합성하는 반응식이다. (단, 각 단계에서 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)



**D**의 입체구조를 그리고, **A~D** 중에서 메조 화합물(meso compound)을 모두 쓰시오. [2점]

## (GT유기화학단원별 실전문제104번)

문제 104 > 다음 화합물은 메조 화합물 인가?



6. 다음은 수소 원자의  $2p$  궤도함수에 대한 자료와 이와 관련된 식이다.

[ $2p$  궤도함수]

$$\psi_{211} = \frac{1}{8\sqrt{\pi}} \left( \frac{1}{a_0} \right)^{\frac{5}{2}} r e^{-\frac{r}{2a_0}} \sin\theta e^{i\phi}$$

$$\psi_{210} = \frac{1}{4\sqrt{2\pi}} \left( \frac{1}{a_0} \right)^{\frac{5}{2}} r e^{-\frac{r}{2a_0}} \cos\theta$$

$$\psi_{21-1} = \frac{1}{8\sqrt{\pi}} \left( \frac{1}{a_0} \right)^{\frac{5}{2}} r e^{-\frac{r}{2a_0}} \sin\theta e^{-i\phi}$$

[실수 함수로 나타낸  $2p$  궤도함수]

$$\psi_{2p_x} = \frac{1}{\sqrt{2}} (\psi_{211} + \psi_{21-1})$$

$$\psi_{2p_y} = \frac{1}{i\sqrt{2}} (\psi_{211} - \psi_{21-1})$$

$$\psi_{2p_z} = \psi_{210}$$

( $a_0$ : 보어 반지름,  $r$ : 원점에서의 거리,  $\theta$ : 여위각,  $\phi$ : 방위각)

[ $\hat{L}_z$  연산자]

$$\hat{L}_z = -i\hbar \frac{\partial}{\partial \phi}$$

[오일러 식]

$$e^{\pm ix} = \cos x \pm i \sin x$$

$\psi_{2p_z}$  궤도함수의 마디 평면(nodal plane)은  $xy$  평면임을 보이는 과정을 쓰시오. 또한,  $\psi_{211}$  궤도함수 전자의 궤도 각운동량의  $z$  축 성분 값( $L_z$ )을 구하여 쓰시오. 그리고 주어진 식을 이용하여  $\psi_{2p_y}$  궤도함수를 구하여 쓰고,  $\psi_{2p_y}$  궤도함수 전자의 경우에는 궤도 각운동량의  $z$  축 성분을 확정된 값으로 구할 수 없는 이유를 서술하시오. [4점]

## (GT물리화학교재 514페이지)

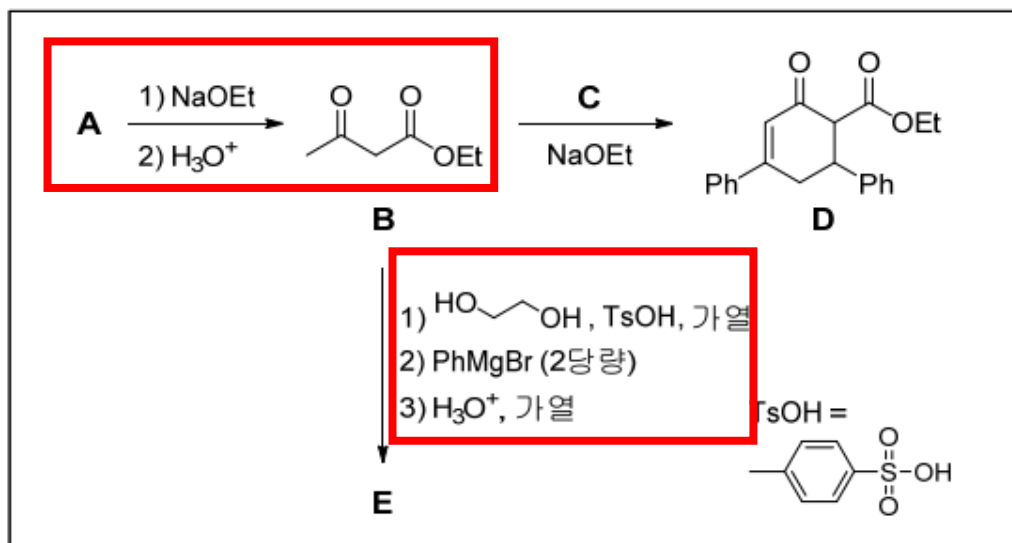
㉠ 각운동량 양자수 ( $J$ ) =  $m_l \hbar$

$m_l$ : 자기양자수

$$\hbar : \frac{h}{2\pi} = 1.05457 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

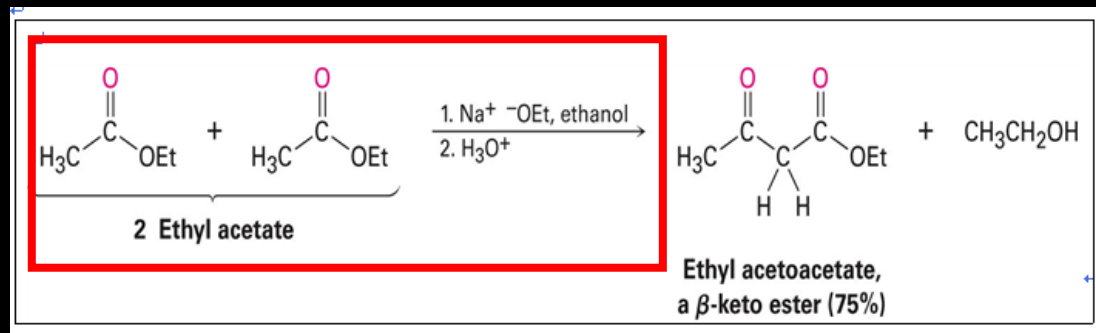
$z$ 축의 각운동량 양자수( $J_z$ ) = 궤도 각운동량  $z$ 축성분( $L_z$ ) =  $m_l \hbar$

7. 다음은 **A** ( $C_4H_8O_2$ )의 클라이젠 축합반응(Claisen condensation)을 통해 얻은 중간 생성물 **B**로부터 최종 주생성물 **D**와 **E** ( $C_{16}H_{14}O$ )를 각각 합성하는 반응식이다. (단, 각 단계에서 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)

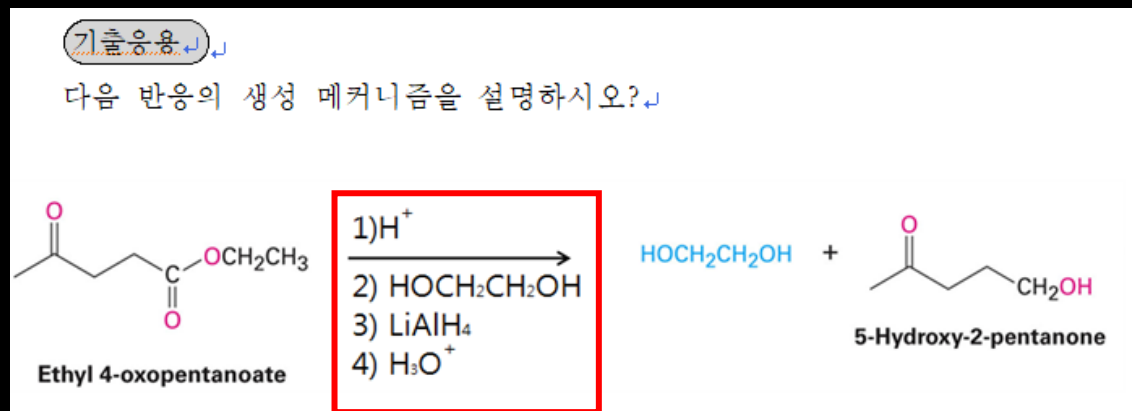


**A**와 **E**의 구조를 각각 그리고, **B**로부터 **D**를 합성하기 위해 필요한 화합물 **C** ( $C_{15}H_{12}O$ )의 구조를 그리시오. 또한, **B**와 NaOEt가 같은 당량으로 반응할 때 생성되는 가장 안정한 음이온의 공명 구조를 모두 그리시오. [4점]

## (GT유기화학교재 497페이지)

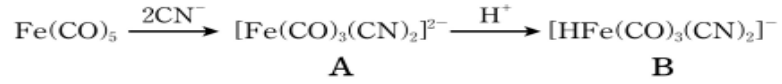


## (GT유기화학교재 402페이지)

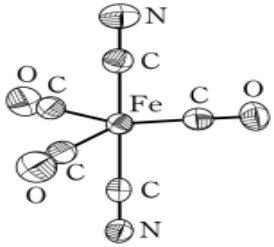


8. 다음은  $\text{Fe}(\text{CO})_5$ 으로부터 삼각 쌍뿔 구조의 **A**와 팔면체 구조의 **B**를 합성하는 반응식, **A**의 구조 및  $D_{3h}$  점군의 지표표를 나타낸 것이다.

○ 반응식



○ **A**의 구조



○  $D_{3h}$  점군의 지표표

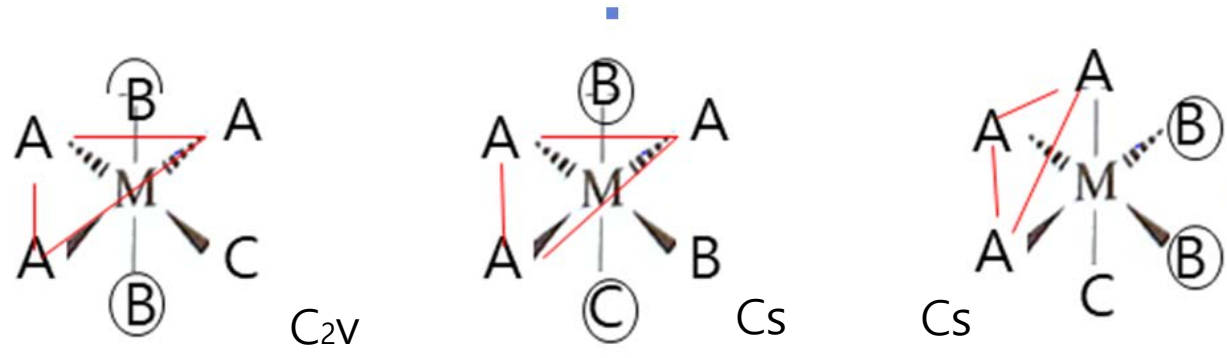
	$E$	$2C_3$	$3C_2$	$\sigma_h$	$2S_3$	$3\sigma_v$		
$A_1'$	1	1	1	1	1	1	$R_z$	$x^2 + y^2, z^2$
$A_2'$	1	1	-1	1	1	-1		
$E'$	2	-1	0	2	-1	0	$(x, y)$	$(x^2 - y^2, xy)$
$A_1''$	1	1	1	-1	-1	-1		
$A_2''$	1	1	-1	-1	-1	1	$z$	
$E''$	2	-1	0	-2	1	0	$(R_x, R_y)$	$(xz, yz)$

**A**가 그림과 같이 3개의 CO 리간드가 모두 적도방향에 놓여 있는 구조로 생성되는 이유를  $\pi$ -결합과 원자가 껍질 전자쌍 반발 (VSEPR) 이론에 근거하여 설명하고, 이때 C—N 신축 진동에 해당하는 기약 표현을 쓰시오. 또한, **B**가 18-전자 화학종임을 확인하는 과정을 서술하고, **B**의 3가지 기하 이성질체 중 대칭 급 (class)의 개수가 가장 많은 점군에 해당하는 이성질체 구조를 그리시오. (단, Fe의 원자 번호는 26이다.) [4점]

## (GT무기화학교재 318페이지)

②  $\text{MA}_3\text{B}_3$ ,  $\text{MA}_3\text{BCD}$ 처럼  $A_3$ 인 3종류가 같은 경우는 자오선(meridinal)과 동면 (facial) 구조 2종류가 존재한다.↴

⑤ **[ $\text{MA}_3\text{B}_2\text{C}$ 구조]**↴





# (강철 내용학 모의고사3회 문제2번)

9. 표는  $d^3$  정팔면체 착화합물  $ML_6$ 의 3개의 스핀 허용 전이에 해당 하는 자료이다.

스핀 허용 전이	파수	$\frac{E}{B}$	$\frac{\Delta_o}{B}$
${}^4A_{2g} \rightarrow {}^4T_{2g}$	$\nu_1$		
${}^4A_{2g} \rightarrow {}^4T_{1g}(F)$	$\nu_2$	$x$	
${}^4A_{2g} \rightarrow {}^4T_{1g}(P)$	$\nu_3$	32	16

$\nu_3$ 가  $a \text{ cm}^{-1}$ 일 때,  $ML_6$ 의 결정장 안정화 에너지(CFSE,  $\text{cm}^{-1}$ )를 구하는 과정과 그 결과의 절댓값을 제시하고,  $x$ 의 값을 구하여 쓰시오. 또한, 스핀 허용 전이  ${}^4A_{2g} \rightarrow {}^4T_{1g}(P)$ 에서 들뜬 상태에 해당하는  $d$  전자 배치를 쓰시오. (단, M은 4주기 전이 금속이고, L은 한자리 중성 리간드이다.  $B$ 는 착이온의 라카(Racah) 인자이고  $E$ 는 전이에 해당하는 에너지( $\text{cm}^{-1}$ )이다. 스핀-궤도 짝지음, 뒤틀림(distortion), 같은 상태 항의 혼합(mixing)은 무시한다.) [4점]

2. 결정장 안정화 에너지 (CFSE)는 배위 화합물의 금속 이온 반지름, 수화 에너지, 격자 에너지등의 열역학적 성질에 큰 영향을 준다. 다음의 금속 산화물들은 모두 Octahedral구조를 가지고 있다. 아래 도표는 화합물과 격자 엔탈피를 나타낸 것이다.

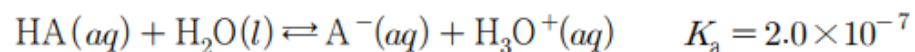
	격자 엔탈피 (Lattice Enthalpy)
CaO	3460 kJ/mol
TiO	3878 kJ/mol
VO	3913 kJ/mol
MnO	3810 kJ/mol

위의 경향을 보이는 이유를 무엇 때문인지 쓰고 격자 에너지와 이온 반지름의 관계를 이용하여 설명하시오, 또한 고스핀에서  $d^3$ 와  $d^8$ 의 결정장 안정화 에너지 (CFSE)를 구하시오.

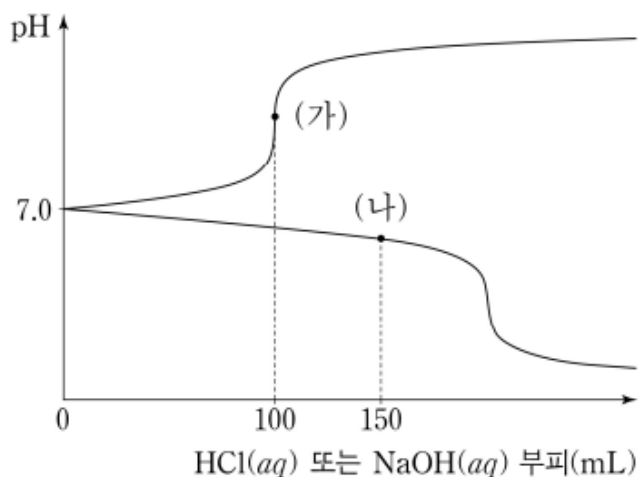


10. 자료는 일양성자성 약산 HA의 해리 평형식과 25℃에서의 산 해리 상수( $K_a$ )를 나타낸 것이다. 그림은  $x$  mol HA와  $y$  mol NaA를 녹여 만든 200 mL의 수용액에, 0.2 M HCl(aq) 또는 0.2 M NaOH(aq)을 가하면서 얻은 적정 곡선을 나타낸 것이다.

[자료]



[그림]



$x$ 를 구하여 쓰고, 당량점 (가)에서의 pH 값을 쓰시오. 또한, (나)에서의 pH를 구하는 과정과 그 결과를 제시하시오. (단, 온도는 25℃로 일정하다.) [4점]

## (GT분석화학교재 148페이지)

ex) 0.1000 M 아세트산 ( $\text{AcOH}$ ,  $K_a = 1.75 \times 10^{-5}$ ) 용액 50.00 mL를 0.1000 M 수산화 나트륨( $\text{HO}^- \text{Na}^+$ )으로 적정할 때 적정 곡선을 그리시오

(약산의 적정에서 PH)

(풀이)

⇒ 적정전 pH는 약산이므로 다음식으로부터 구한다.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \times c_{\text{H}^+}} \quad \text{이므로.}$$

$K_a$  : 산의 해리상수

$c_{\text{H}^+}$  : 산의 분산농도  $\approx$  산의 몰농도

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \times c_{\text{H}^+}} = \sqrt{1.75 \times 10^{-5} \times 0.1000} = 1.32 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log(1.32 \times 10^{-3}) = 2.88$$

## (GT분석화학교재 230페이지)

11. 다음은 4가지 반응에 대한 25°C에서의 표준 환원 전위( $E^{\circ}$ ) 또는 평형 상수( $K$ )에 대한 자료이다.

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| (1) $\text{H}_2\text{O}_2(aq) + 2\text{H}^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(l)$ | $E_1^{\circ} = 1.77 \text{ V}$ |
| (2) $\text{O}_2(g) + a\text{H}^+(aq) + be^- \rightleftharpoons c\text{H}_2\text{O}_2(aq)$         | $E_2^{\circ} = 0.69 \text{ V}$ |
| (3) $\text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{H}^+(aq) + \text{OH}^-(aq)$                   | $K = 1.0 \times 10^{-14}$      |
| (4) $\text{O}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l) + 4e^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-(aq)$           | $E_4^{\circ} = x \text{ V}$    |

$b$ 의 값을 쓰고, (3)에서 25°C에서의 표준 깁스(Gibbs) 에너지 변화( $\Delta G^{\circ}$ )를  $K$ 와  $F$ 를 포함하는 값으로 쓰시오 또한,  $x$ 를 구하는 과정과 그 결과를 제시하시오. (단, 25°C에서,  $\frac{RT}{F} \ln 10 = 0.059 \text{ V}$  이다.  $R$ 는 기체 상수,  $T$ 는 절대 온도,  $F$ 는 패러데이 상수이다.)

③ 표준 상태에서는  $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{\text{cell}}$  이다.

☞ (네른스트식)

25°C 인 경우

$$E = \underset{\substack{\uparrow \\ \text{표준 전지전위}}}{E^{\circ}} - \frac{0.0592}{n} \log Q$$

<암기>

⇒ 반응지수(Q)가 작을수록 E값은 커진다.

⇒ “ $Q = K$ ”이면 “실제 전지 전위( $E$ )=0” 이다.