

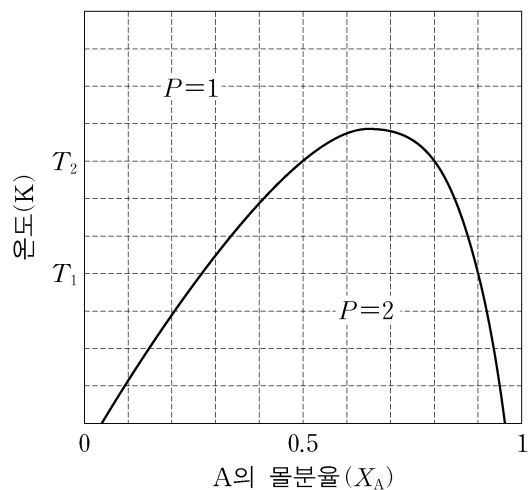
화 학

성명 : ()

제1차 시험	2 교시 전공 A	14문항 40점	시험 시간 90분
--------	-----------	----------	-----------

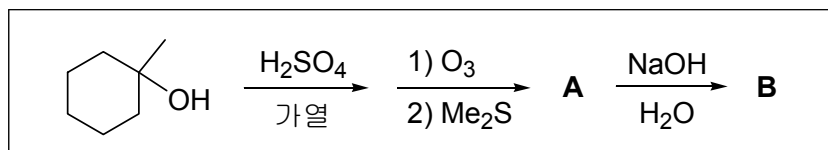
- 정류 상태 근사법(steady state approximation)을 적용하여 [반응 메커니즘]으로부터 [반응식]에 대한 속도 법칙을 구하려고 한다. 이 과정에서 얻은 [중간체 H·의 농도]에서 $\alpha = (\quad)$ 이다. $(\quad)$ 에 들어갈 수식을 쓰시오. (단, 단계 1의 반응 속도는 J 와 같고, $k_1 \sim k_4$ 는 각 단계의 반응 속도 상수이다.) [2점]

3. 다음은 화합물 A와 B의 혼합물에 대한 1기압에서의 액체-액체 상평형 그림이고, P 는 상의 개수이다.



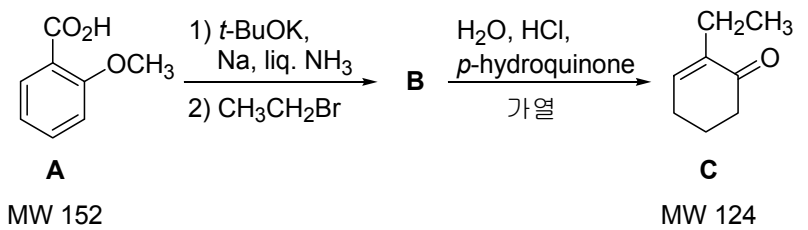
1기압에서 A의 몰분율(X_A)이 0.4인 혼합물 1 mol의 온도를 T_1 에서 T_2 로 변화시킨 후, 온도를 T_2 로 일정하게 유지하면서 이 혼합물에 A를 가하여 두 개의 상으로 분리시키고자 한다. 이 때 가해야 할 A의 최소 몰수를 쓰시오. [2점]

4. 다음 반응에서 중간 주생성물 **A**와 최종 주생성물 **B** ($C_7H_{10}O$)의 구조를 각각 그리시오. (단, 각 단계에서는 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.) [2점]



5. 다음은 화합물 **A**를 출발 물질로 하여 중간 주생성물 **B**를 거쳐 최종 주생성물 **C**를 합성하는 [반응식]과 [실험]을 간단히 나타낸 것이다.

[반응식]

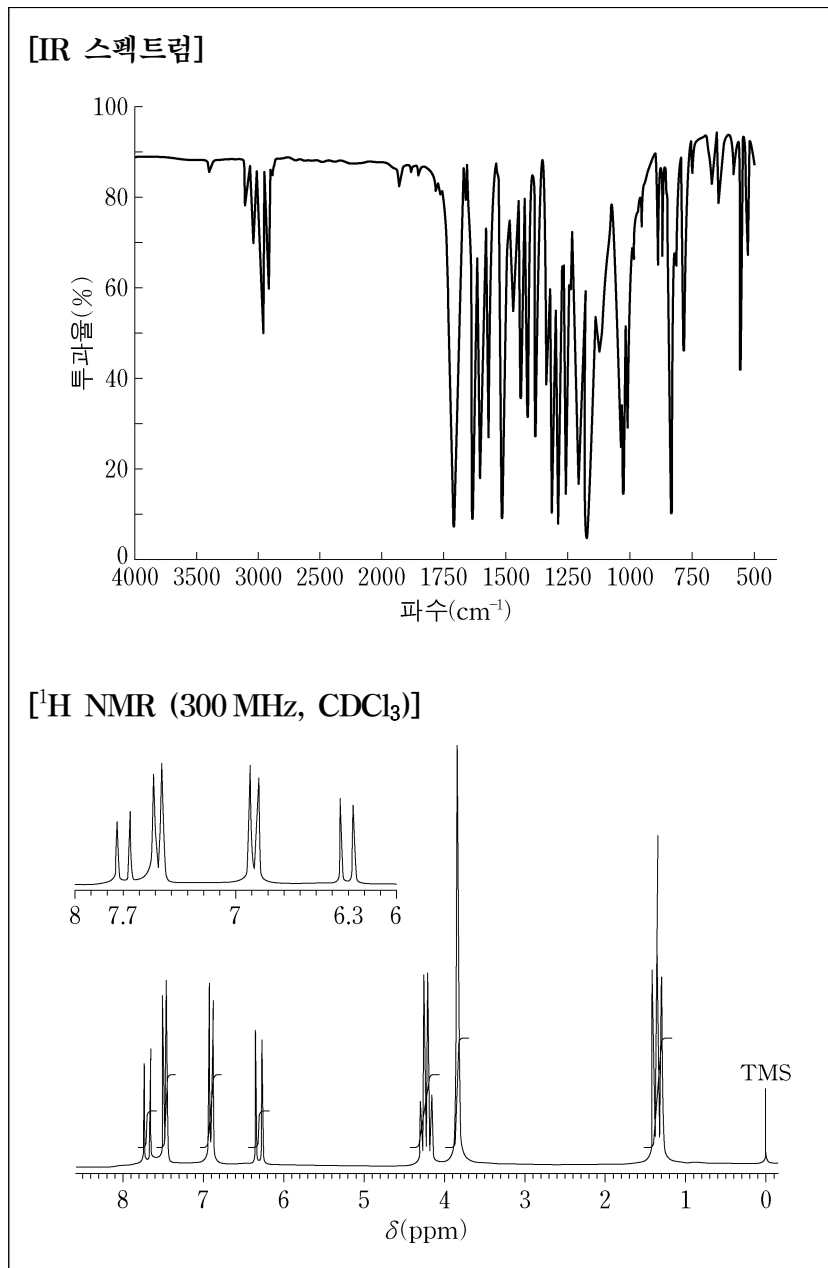


[실험]

- (가) 화합물 **A** 7.6 g과 1 당량의 $t\text{-BuOK}$ 를 THF에 녹여 -78°C 로 냉각시키고 액체 암모니아를 넣어 교반한 후, 반응 혼합물에 과량의 Na를 넣어 주었더니 용액이 푸른색으로 변하였다.
- (나) 반응 혼합물에 1 당량의 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 을 넣어 주고 반응 용액의 푸른색이 사라지면, H_2O 를 넣고 용액을 진한 염산으로 산성화한 후 추출 과정을 거쳐 **B**를 얻었다.
- (다) (나)에서 얻은 **B**의 전체 양을 1,2-dichloroethane에 녹이고 H_2O , 진한 염산, $p\text{-hydroquinone}$ 을 넣고 가열 교반한 후, 분리·정제 과정을 거쳐 순수한 최종 주생성물 **C** 3.1 g을 얻었다.

B의 구조를 그리고, 최종 주생성물 **C**의 총괄 수득률(overall yield)이 몇 %인지 쓰시오. [2점]

6. 다음은 분자식이 $C_{12}H_{14}O_3$ 인 어떤 화합물의 IR와 1H NMR 스펙트럼이다. 이 화합물의 구조를 그리시오. (단, 1H NMR 스펙트럼의 여백에 있는 그림은 6.0~8.0 ppm 영역의 피크를 확대한 것이며, 6.3과 7.7 ppm 피크의 3J 는 모두 16.0 Hz이고, 4J 짝지음은 생략하였다.) [2점]



7. 다음은 수용액에서 금속 이온 A와 리간드 L 사이의 착물 형성 반응에 대한 실험 자료이다.

[착물 형성 반응식]



[준비한 수용액]

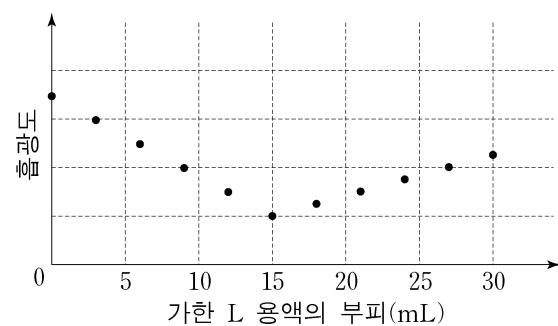
- 0.1 M A 용액 100 mL
- 0.1 M L 용액 200 mL

[실험 과정]

- (가) 50 mL 부피 플라스크 11개에 A 용액을 5 mL씩 각각 넣은 후, 각 플라스크에 L 용액을 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30 mL씩 가하고 증류수로 50 mL 눈금까지 뽀힌다.
- (나) (가)에서 만든 각 혼합 용액을 4 mL씩 취하여 5 mL 셀에 각각 넣고 540 nm에서의 흡광도를 측정한다.

[실험 결과]

- 가한 L 용액의 부피에 따른 혼합 용액의 흡광도



[실험 결과]를 이용하여 반응 계수 n 을 구하고 540 nm에서의 $A(aq)$, $L(aq)$, $AL_n(aq)$ 의 몰흡광 계수($L \cdot cm^{-1} mol^{-1}$) ϵ_A , ϵ_L , ϵ_{AL_n} 의 크기를 큰 것부터 작은 것 순서대로 나열하시오. (단, 실험 조건에서 착물 형성 반응은 100% 진행하고, 빛을 흡수하는 것은 $A(aq)$, $L(aq)$, $AL_n(aq)$ 뿐이며 $AL_n(aq)$ 이 유일한 생성물이다.)

[2점]

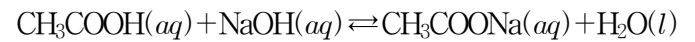
8. 다음은 진한 염산을 묽혀서 만든 용액으로 완충 용액을 제조한 과정이다.

- (가) 밀도가 $d(\text{g/mL})$ 이고 무게 퍼센트가 36.5%인 진한 염산 10.0 mL를 1.00 L 부피 플라스크에 넣고 증류수로 눈금까지 묽혀서 농도가 (㉠) M인 염산 용액을 만들었다.
 (나) (가)에서 만든 용액 (㉡) mL를 pK_b 가 9인 일양성자성 염기 B 0.20 M 용액 100 mL에 넣어서 pH가 5인 완충 용액을 만들었다.

괄호 안의 ㉠, ㉡에 해당하는 것을 순서대로 쓰시오. (단, HCl의 분자량은 36.5이고, 염기 해리 상수 K_b 와 밀도는 25°C의 자료이며 모든 실험은 25°C에서 수행하였다.) [2점]

9. 다음은 염의 가수분해에 관한 수업에서 교사와 학생 사이의 대화이다.

김 교사: (아래의 반응식을 제시하며) 아세트산과 수산화 나트륨 수용액을 반응시키면 이 반응식과 같이 아세트산 나트륨 염이 생성돼요. 아세트산과 수산화 나트륨을 1:1로 완전히 중화 반응시켰을 때, 이 염 수용액의 액성은 무엇일까요?



윤 수: 중성일 것 같아요.

김 교사: 왜 그렇게 생각하나요?

윤 수: 산과 염기가 완전히 중화 반응했으니까요.

김 교사: 다르게 생각하는 학생은 없나요?

학 생 들: 네, 없어요. 윤수의 생각이 맞는 것 같아요.

김 교사: 그럼 시범 실험을 통해서 확인해 봅시다.

(교사가 위의 반응에 대한 ㉠ 시범 실험을 실시한다.)

김 교사: 실험 결과가 여러분들의 예상과 같았나요?

영 회: 아니요. 제 예상과 다르네요. 참! 이상하네요.

김 교사: 그럼 예상과 달리 나타난 이유는 무엇일까요?

학 생 들: (잠시 생각한 후) 잘 모르겠어요.

김 교사: (㉡)

영 회: 물은 중성이니까 아닌 것 같고, 염 때문일 것 같은데요.

김 교사: 맞아요. 그러면 (㉢)

영 회: (잠시 생각한 후) 아하! 이제 알겠어요. 생성된 염의 수용액에서 Na^+ 은 강염기의 짝산이니까 물과 거의 반응하지 않지만, CH_3COO^- 은 약산의 짝염기이니까 물과 반응해서 OH^- 을 생성해요. 그래서 그 용액이 염기성을 나타내는 것 같아요.

김 교사: 그래요. 잘 설명했어요.

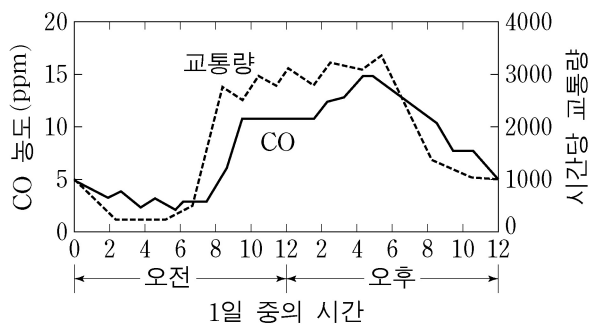
윤 수: 선생님! ㉢영회가 설명한 것 중에서 아세트산 나트륨이 이온 상태로 존재하는 것까지는 알겠는데, 그 다음 설명은 이해가 안 돼요.

밑줄 친 ㉠의 실험 결과를 서술하시오. 그리고 수업의 흐름에 비추어 괄호 안의 ㉡과 ㉢에 비계(scaffolding)로서 적합한 내용을 질문 형태로 각각 서술하고, ㉢에서 윤수가 영회의 설명을 이해하지 못한 이유를 비고츠키(L. Vygotsky)의 근접발달영역(ZPD) 관점에서 서술하시오. [4점]

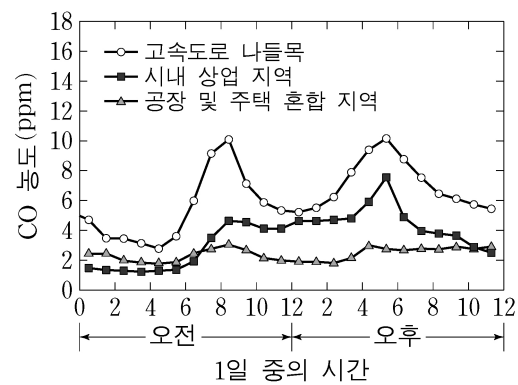
10. 다음은 김 교사가 진행한 [수업 과정]의 일부와 수업 중 토론 활동에서의 [두 학생의 발표 내용] 및 이에 관한 [채점표]이다.

[수업 과정]

(가) 도시 X에서 날씨가 좋은 어느 날 하루 동안의 일산화 탄소 (CO) 농도 변화에 관한 다음 자료를 학생들에게 제시한다.



<그림 1> 도심에서의 CO 농도 및 교통량 변화



<그림 2> 지역별 CO 농도 변화

(나) <그림 1>과 <그림 2>에 제시된 자료를 바탕으로, 기상 등 모든 조건이 동일한 다음 날 도시 X의 세 지역에서 일어날 것으로 예상되는 현상들을 발표하고 토론한다. (단, 교통량을 제외하고 다른 요인이 CO 농도 변화에 미치는 영향은 고려하지 않는다.)

[두 학생의 발표 내용]

이름	도시 X에서 일어날 것으로 예상되는 현상
학생 A	세 지역 중 공장 및 주택 혼합 지역에서 하루 동안의 CO 농도 변화가 가장 적었다.
학생 B	고속도로 나들목에서의 교통량은 오후 5시경에 가장 많을 것이다.

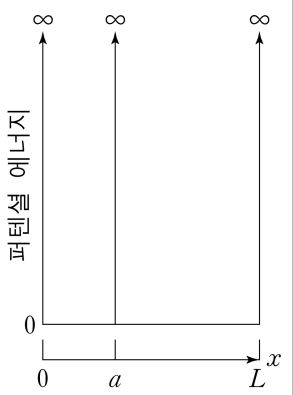
[채점표]

평가 요소		채점 기준	평정 척도		
탐구 기능	예상	주어진 정보를 바탕으로 예상되는 현상을 바르게 제시하였는가?	우수	보통	미흡
	...	... (하략) ...	우수	보통	미흡
태도	적극성	토론에 적극적으로 참여하였는가?	우수	보통	미흡
	...	... (하략) ...	우수	보통	미흡

[채점표]와 같은 채점표 유형이 ‘총체적 채점표’ 유형과 다른 점을 평가 요소와 채점 기준 측면에서 각각 서술하시오. 또한 평가 요소 중 ‘예상’ 항목의 채점 기준에 비추어 [두 학생의 발표 내용]에서 부족한 점을 학생별로 각각 서술하시오. [4점]

11. 다음은 x 축 상의 1차원 상자 속 입자와 관련된 자료이다.

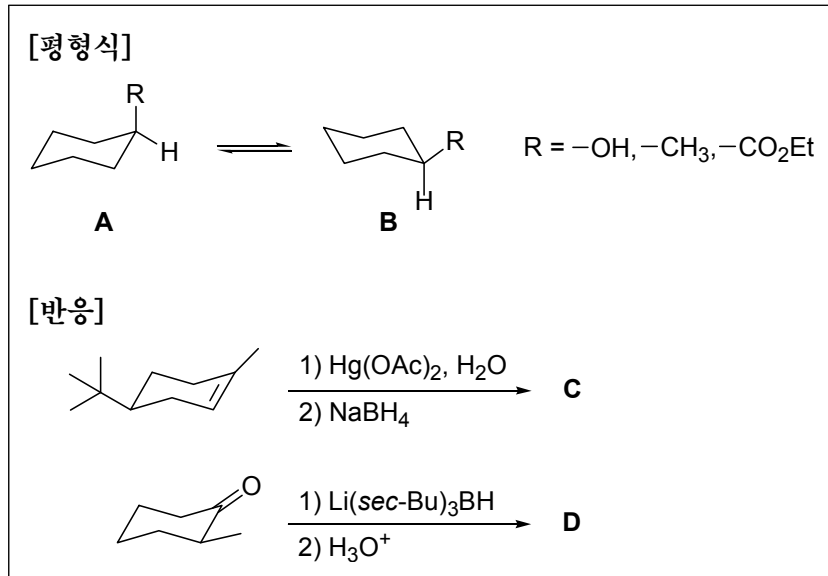
- $0 < x < a$ 와 $a < x < L$ 에서 퍼텐셜 에너지(V)는 0이다.
- $x \leq 0$, $x \geq L$ 에서 $V = \infty$ 이다.
- $x = a$ 에서 $V = \infty$ 이다.
- $0 < x < a$ 에서 질량 m 인 입자 1개가 운동하고 있다.
- $a < x < L$ 에서 질량 $8m$ 인 입자 1개가 운동하고 있다.



바닥 상태에 있는 두 입자의 에너지 합(E_{sum})을 a 가 포함된 식으로 쓰시오. 또한 E_{sum} 이 최소가 되는 a 를 구하는 과정과 그 결과를 쓰고, 그 때의 E_{sum} 을 구하시오. (단, 길이 l 인 1차원 상자 속에서 질량 m 인 입자의 에너지 준위는 $\frac{n^2 h^2}{8ml^2}$ 이고, n 은 양자수이다.) [4점]

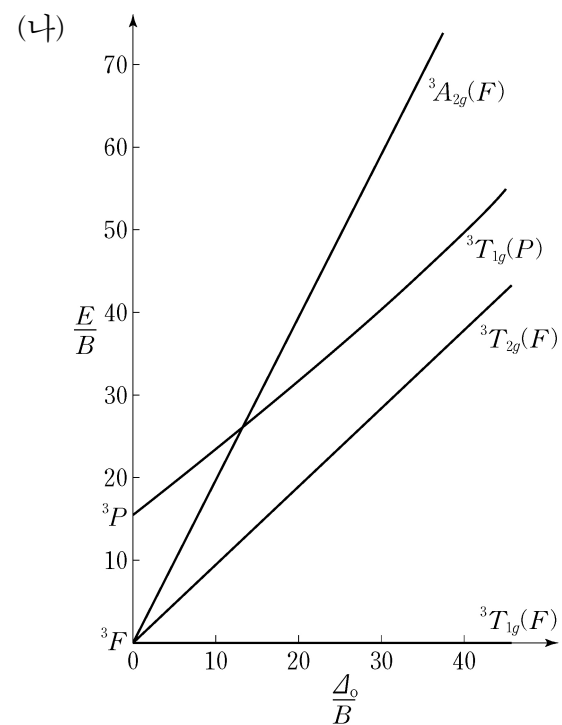
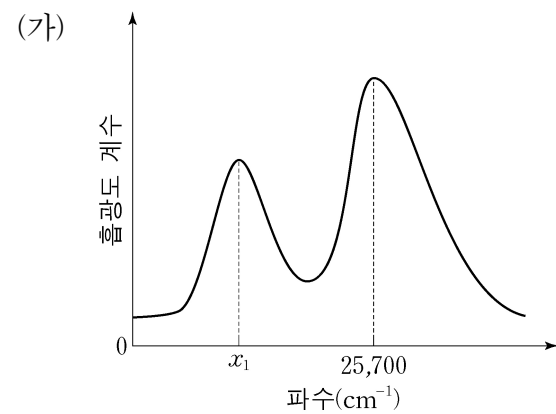
12. 세 화학종 $\text{O}_2(g)$, $\text{O}_2^-(g)$, $^{18}\text{O}_2^-(g)$ 을 진동 운동의 영점 에너지 크기가 큰 것부터 작은 것 순서대로 나열하고, 그 이유를 서술하시오. 또한 진동-회전 라만 분광법으로 얻은 $\text{O}_2(g)$, $\text{O}_2^-(g)$, $^{18}\text{O}_2^-(g)$ 의 스톡스(Stokes) 산란선 중에서 Q 가지(branch)의 파수가 큰 것부터 작은 것 순서대로 나열하고, 그 이유를 서술하시오. (단, 세 화학종은 모두 바닥 전자 상태에 있으며, 분자의 진동은 조화 진동으로 가정한다.) [4점]

13. 다음은 단일 치환된 cyclohexane의 2가지 의자 형태(chair conformation) **A**와 **B**의 [평형식] 및 이와 관련된 [반응]을 나타낸 것이다.



[평형식]에서 R가 각각 $-OH$, $-CH_3$, $-CO_2Et$ 일 때, $25^\circ C$ 에서 $\frac{[B]}{[A]}$ 가 큰 것부터 작은 것 순서대로 나열하시오. 또한 이와 관련된 [반응]에서 주생성물 **C**와 주생성물 **D**의 구조를 안정한 의자 형태로 각각 그리고, **D**가 생성된 이유를 서술하시오. [4점]

14. 그림 (가)는 d^n 인 정팔면체 착이온 $[M(H_2O)_6]^{3+}$ 의 전자 스펙트럼이고, 그림 (나)는 정팔면체 리간드장 d^n 전자 배치에 대한 Tanabe-Sugano 도표를 나타낸 것이다. (가)에서 $25,700\text{ cm}^{-1}$ 의 흡수띠는 ${}^3T_{1g}(F) \rightarrow {}^3T_{1g}(P)$ 전이에 해당하며, $[M(H_2O)_6]^{3+}$ 에 대한 라카(Racah) 인자 B 는 610 cm^{-1} 이다.



d^n 에서 n 값을 쓰고, 그 이유를 (나)에 표시된 바닥 상태 항의 스핀 다중도와 기약 표현에 근거하여 서술하시오. 또한 (가)의 $x_1\text{ cm}^{-1}$ 에서 나타나는 흡수띠는 ${}^3T_{1g}(F)$ 에서 어떤 항으로의 전이에 해당하는지 쓰고, 그 이유를 서술하시오. (단, M은 4주기 원소이며, (가)의 두 흡수띠는 각각 스핀허용 $d-d$ 전이에 기인한다.) [4점]

<수고하셨습니다.>