

화학

성명 : ()

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

- 1.0 mL 에탄올 수용액 X에 포함된 에탄올의 질량(g)을 구하시오.
(단, 에탄올의 몰질량은 $a \text{ g/mol}$ 이다.) [2점]

3. 다음은 이양성자성 약산 H_2A 와 염기성 염 Na_2A 를 이용하여 $\text{pH} = 8.12$ 인 완충 용액을 만드는 실험이다.

[준비한 수용액]

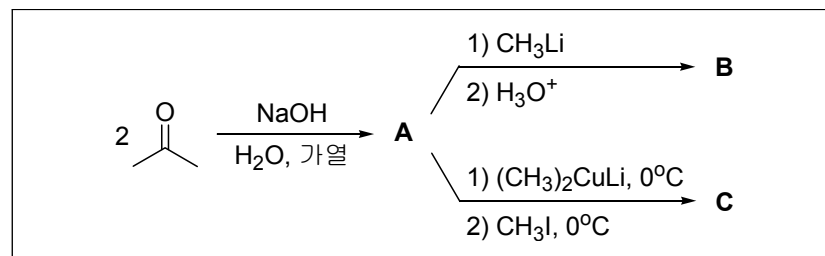
- 수용액 (가): $x \text{ M}$ H_2A 100 mL
- 수용액 (나): 0.010 M Na_2A 100 mL

[실험 과정 및 결과]

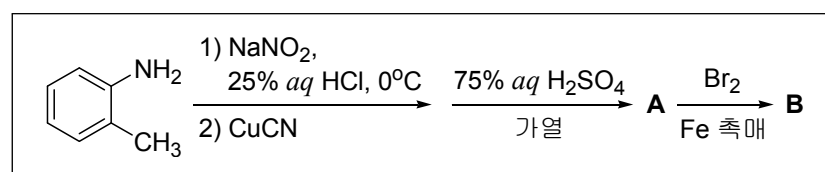
- 수용액 (가) 10 mL에 페놀프탈레인 지시약을 2 ~ 3 방울 가하고 0.010 M $\text{NaOH}(\text{aq})$ 으로 적정하였더니 당량점까지 10 mL가 소모되었다.
- 수용액 (가) 10 mL에 수용액 (나) $y \text{ mL}$ 를 가하여 $\text{pH} = 8.12$ 인 완충 용액을 만들었다.

x 와 y 를 각각 구하시오. (단, H_2A 의 $\text{p}K_{\text{a}1}$ 과 $\text{p}K_{\text{a}2}$ 는 각각 3.01과 8.12이다.) [2점]

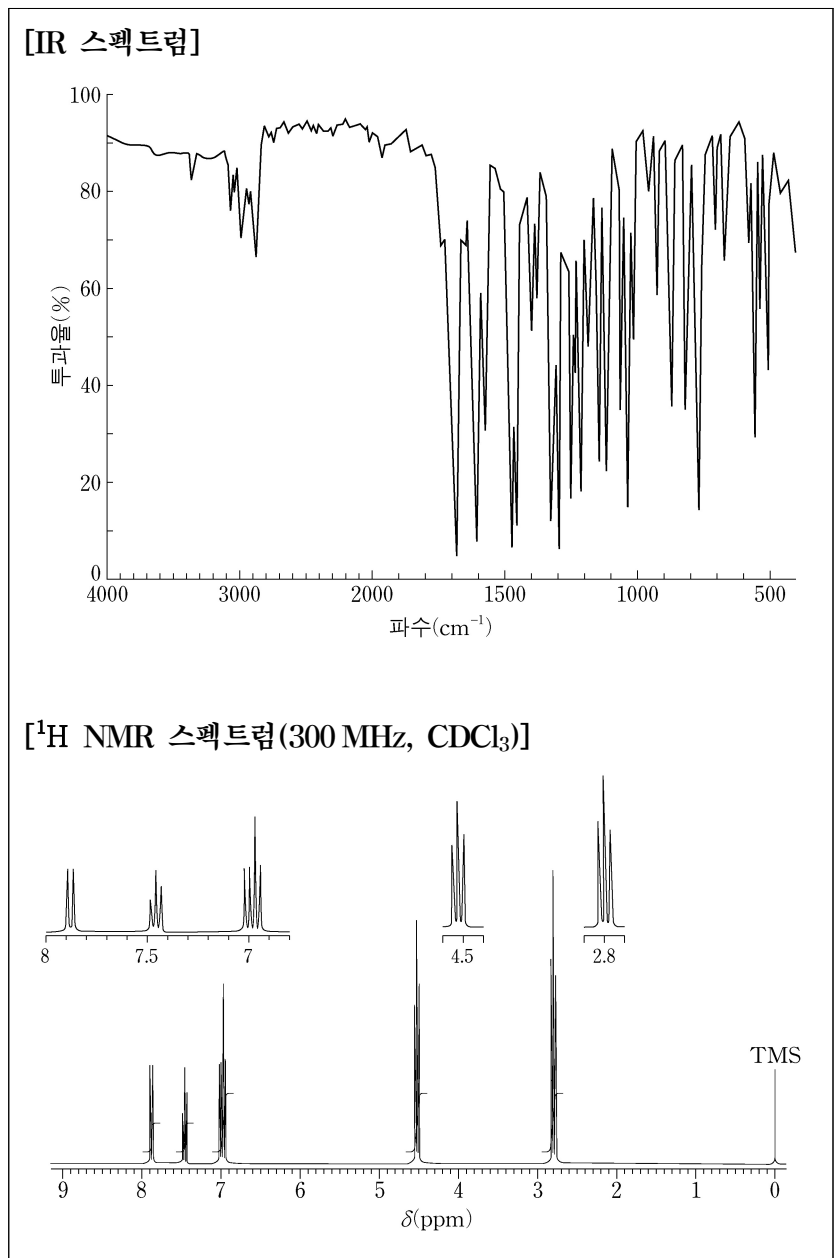
4. 다음은 acetone으로부터 중간 주생성물 **A** ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}$)를 거쳐 최종 주생성물 **B** ($\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}$)와 **C** ($\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}$)를 각각 합성하는 반응식이다. **B**와 **C**의 구조를 각각 그리시오. (단, 각 단계에서는 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.) [2점]



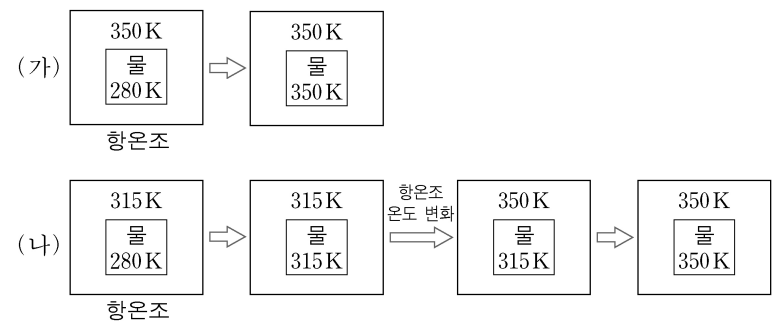
5. 다음 반응에서 중간 주생성물 **A**와 최종 주생성물 **B** ($\text{C}_8\text{H}_7\text{BrO}_2$)의 구조를 각각 그리시오. (단, 각 단계에서는 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.) [2점]



6. 분자식이 $C_9H_8O_2$ 인 어떤 고리 화합물 **A**를 $NaBH_4$ 과 반응시키면 2차 알코올이 생성된다. **A**의 적외선(IR)과 1H NMR 스펙트럼이 그림과 같을 때, **A**의 구조를 그리시오. (단, 1H NMR 스펙트럼의 여백에 있는 그림은 각각의 피크를 확대한 것이며, 4J 짝지음은 생략하였다.) [2점]



7. 그림은 일정한 압력 하에서 온도가 280 K인 일정량의 물을 항온조에 넣어 물의 온도를 350 K로 높이는 2가지 과정 (가)와 (나)를 나타낸 것이다. 표는 (가)와 (나)를 통하여 물의 온도가 350 K가 될 때, ‘물의 엔트로피 변화 + 물에 의한 항온조의 엔트로피 변화’를 나타낸 것이다.



과정	물의 엔트로피 변화 + 물에 의한 항온조의 엔트로피 변화
(가)	ΔS_1
(나)	ΔS_2

엔트로피 변화의 차($\Delta S_2 - \Delta S_1$)를 물의 일정-압력 열용량(C_p)을 포함하는 식으로 나타내시오. (단, 주위는 항온조만 고려하고 항온조의 온도 변화에 따른 항온조의 엔트로피 변화는 고려하지 않는다. 온도 변화에 따른 C_p 의 변화는 없다.) [2점]

8. 다음은 온도 T 에서 $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ 로부터 $\text{NO}_2(g)$ 가 생성되는 반응의 화학 반응식과 평형 상수(K_p)이다.

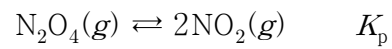
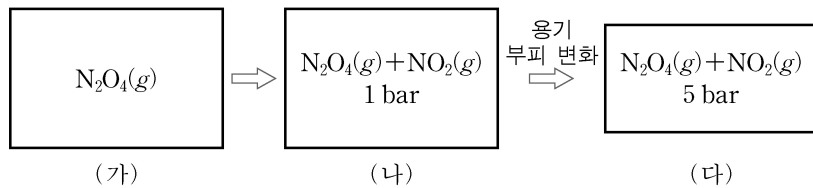


그림 (가)와 (나)는 일정한 부피의 용기에 들어 있는 $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ 가 분해되어 평형 상태에 도달할 때, 초기 상태와 평형 상태를 각각 나타낸 것이다. 그림 (다)는 (나)에서 용기의 부피를 변화시켜 새로운 평형에 도달한 상태를 나타낸 것이다. (가)와 (다)에서 $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ 의 몰수는 각각 n_1 과 n_2 이고, (가)→(나) 과정에서 $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ 의 해리도는 α 이다. (나)와 (다)에서 혼합 기체의 압력은 각각 1 bar와 5 bar이다.



K_p 를 α 를 포함하는 식으로 나타내고, $\alpha = 0.5$ 일 때 $\frac{n_1 - n_2}{n_1}$ 를 구하시오. (단, 온도는 T 로 일정하다.) [2점]

9. 화학 교사는 ‘몰(mole)’의 정의 및 1몰의 입자수와 질량에 대한 수업을 계획하였다. 다음은 화학 교사의 [수업 준비 과정]이다.

[수업 준비 과정]

(가) ‘피아제(J. Piaget)의 인지 발달 이론’에 근거한 ‘논리적 사고력 검사’ 중 다음과 같은 유형의 문항으로 검사지를 구성하여 학생들의 학습 준비도를 조사하였다.

오렌지 4개로 오렌지 주스 6잔을 만들 수 있다. 오렌지 주스 12잔을 만들려고 하면, 오렌지 몇 개가 필요하겠는가? 그 이유를 설명하시오.

(나) 이 조사 결과에서 절반의 학생들이 ‘몰’을 학습하는 데 요구되는 사고 능력을 갖고 있지 않은 것으로 나타났다.

(다) 이에 화학 교사는 학생들에게 친숙한 비유를 선행조직자로 이용하는 수업을 준비하였다.

(가)에서 제시한 문항은 학생의 어떤 사고 능력을 평가하기 위한 것인지 쓰시오. 그리고 (나)의 상황을 해결하기 위해 화학 교사가 선행조직자를 선택할 때 고려해야 할 조건을 쓰시오. 또한, 그 조건에 따른 비유의 예시를 1가지 제시하고, 비유물과 목표 개념인 ‘몰’의 관계에서 서로 대응하는 속성들을 쓰시오. [4점]

10. 과학 교사는 학생 A에게 ‘온도가 증발에 미치는 영향’에 대한 실험을 직접 계획하고 수행하게 한 후 체크리스트(checklist)를 활용하여 평가하였다. 다음은 [과학 교사와 학생 A의 대화]와 과학 교사가 작성한 [학생 A를 평가한 표]이다.

[과학 교사와 학생 A의 대화]

학생 A: 온도에 따라 에탄올의 증발량이 어떻게 되는지 알아 보는 실험을 직접 설계하고 수행하니 재미있었어요.

학생 A: 평소에 빨래가 왜 겨울보다 여름에 더 빨리 마르는지 궁금했거든요.

교 사: 증발량을 어떻게 측정했나요?

학생 A: 비커에 들어 있는 에탄올의 높이, 질량, 부피 변화로 증발량을 알 수 있는데, 측정하기 쉬운 질량 변화로 했어요.

학생 A: 비커에 에탄올을 넣고 질량을 측정한 다음, 30분 뒤에 다시 질량을 측정하여 질량 차이를 증발량으로 했어요.

교 사: 좀 더 자세히 말해 보세요.

학생 A: 네, 비커 2개에 에탄올을 50mL씩 넣고 각각의 질량을 측정했어요. 그리고 30℃의 수조와 50℃의 수조에 에탄올이 든 비커를 각각 넣고, 30분 후 꺼내어 두 비커의 질량을 다시 측정했어요.

교 사: 어떤 비커를 사용했나요?

학생 A: 실험실에 있는 비커 2개를 사용했어요. 비커의 부피가 달랐으나 에탄올을 넣은 비커의 질량을 측정하였으니 상관없다고 생각해요.

학생 A: 실험실의 습도는 일정하고 바람도 불지 않았으니 실험이 잘된 것 같아요.

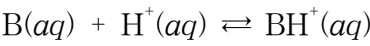
[학생 A를 평가한 표]

평가 요소		준거	평정	
			미충족	충족
과학적 태도	호기심	현상에 대해 알고 싶어 하는가?		✓
탐구 기능	변인 통제	실험 결과에 영향을 끼칠 수 있는 변인들을 제대로 통제했는가?	✓	
	조작적 정의	사물이나 현상에 대해 측정 가능한 형태로 정의를 내렸는가?		✓

과학 교사가 평가한 학생 A의 ‘호기심’ 및 ‘조작적 정의’에 대한 평정 근거를 [과학 교사와 학생 A의 대화]에서 각각 찾아 제시 하시오. 그리고 ‘변인 통제’에서 ‘미충족’으로 평정한 이유를 설명 하고 이를 충족할 수 있도록 관련된 실험 내용을 바르게 수정 하시오. [4점]

11. 다음은 분광 광도법과 관련된 자료와 실험이다.

[평형 반응식과 몰흡광 계수(ϵ)]



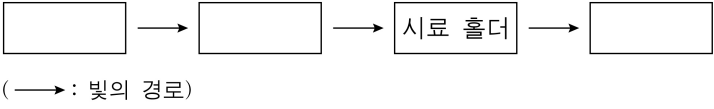
파장	ϵ_B (L/mol·cm)	ϵ_{BH^+} (L/mol·cm)
410 nm	a	$2a$
454 nm	$1.5a$	$1.5a$

[실험 및 결과]

(가) x M의 B 수용액에 산을 가한 후 도달한 평형 상태에서 $[B] = 4[BH^+]$ 이었다. 이때 410 nm에서 측정한 흡광도가 $0.12a$ 이었다.

(나) 과정 (가) 후, 수용액에 산을 추가로 가하여 새로운 평형 상태에 도달하였을 때, 454 nm에서 측정한 흡광도가 y 이었다.

[실험에 사용한 분광 광도계 모형도]



[분광 광도계 부품]

회절발 단색화 장치, 광전증배관(PMT), 광전도도 검출기, 필터, 중수소(D₂) 램프, 텅스텐(W) 램프

400 ~ 500 nm에서 B 수용액의 흡광 스펙트럼을 얻기 위한 흡살형 분광 광도계를 제작할 때, 가장 적합한 부품만을 찾아서 분광 광도계 모형도를 완성하시오. (가)에서 x 를 구하는 과정과 결과를 제시 하고, (나)에서 y 를 구하시오. (단, $H^+(aq)$ 은 410과 454 nm의 빛을 흡수하지 않으며, 셀의 경로 길이는 1cm이고 산을 가할 때 용액의 부피는 변하지 않는다.) [4점]

12. 다음은 CO₂의 어떤 신축 진동 ν_L 을 나타낸 그림과 기준 진동 방식 $\nu_1 \sim \nu_3$ 에 대한 자료이다.

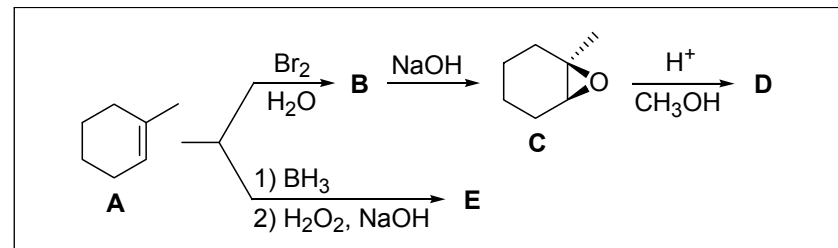


○ $\nu_1 \sim \nu_3$ 에 대한 자료

기준 진동 방식	ν_1	ν_2	ν_3
진동 파수 (cm ⁻¹)	2,349	1,388	667

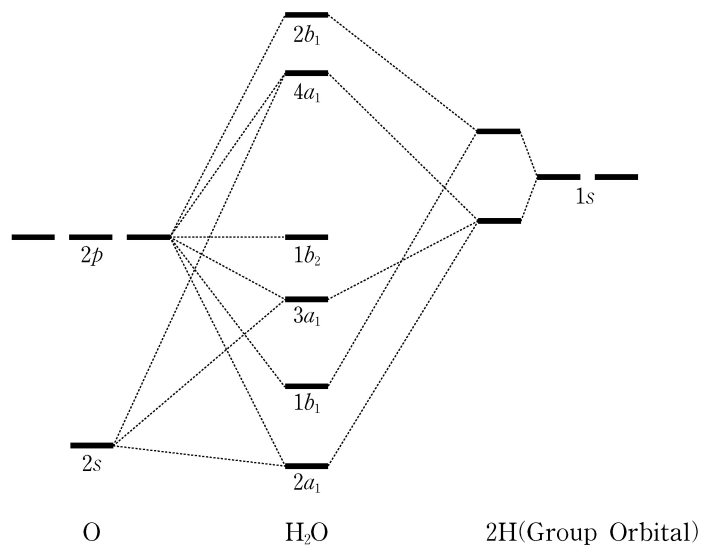
ν_L 이 기준 진동 방식이 아닌 이유를 2가지 쓰고, ν_1 을 그림으로 나타내시오. 또한 $\nu_1 \sim \nu_3$ 중 진동-회전 흡수 스펙트럼에서 Q-가지가 나타나는 것만을 쓰시오. [4점]

13. 다음은 1-methylcyclohexene (**A**)으로부터 최종 주생성물 **D**와 **E**를 각각 합성하는 반응식이다. **B**는 **A**로부터 생성되는 입체이성질체 중 하나이며, NaOH과 반응하여 중간 주생성물 **C**를 생성한다. (단, 각 단계에서는 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)



B와 **D**의 입체구조를 각각 그리고, **D**의 구조가 생성된 주된 이유를 위치 및 입체선택성을 고려하여 서술하시오. 또한, **E**의 구조를 가장 안정한 의자 형태 (chair conformation)로 그리시오. [4점]

14. 그림은 H_2O 의 분자 궤도함수(MO) 에너지 준위를 나타낸 것이다.



H_2O 에서 모든 원자가 xz 평면에 있을 때, HOMO에 기여하는 O의 원자 궤도함수를 쓰시오. 또한 H_2O 에 존재하는 2개의 비공유 전자쌍을 분자 궤도함수 이론과 원자가 결합 이론(VBT)으로 설명할 때, 두 이론 사이에 어떤 차이점이 있는지를 비교하여 설명하시오. 원자가 껍질 전자쌍 반발(VSEPR) 이론에 근거하여 H_2O , H_2S , H_2Se 를 결합각이 작은 것부터 큰 것 순서대로 나열하고, 그 이유를 서술하시오. [4점]

<수고하셨습니다.>