

화학

성명 :()

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

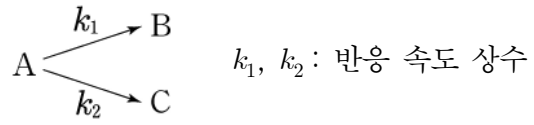
2. 3 준위 (I, II, III) 분자 계가 있다. I, II, III의 상대 에너지는 각각 0, ε , 2ε 이며, 축퇴도는 각각 1, 2, 1이다. 어떤 온도에서 I과 II에 있는 분자 수의 비가 2:1일 때, 분자가 III에 있을 확률을 쓰시오. (단, 분자 수 분포는 볼츠만(Boltzmann) 분포를 따르며, I ~ III 이외의 다른 준위는 무시한다.) [2점]

영역	핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소
			화학 I
물질의 구조	물질의 구성 (㉠)	물질은 (㉠)(으)로 구성되어 있다.	• 양성자 • 중성자 • 전자
		(㉠)을/를 세는 기본 단위는 몰이다.	• 몰 • 화학 반응식 • 몰농도
		원소는 주기성을 갖는다.	• 양자수 • 오비탈
	화학 결합	원소는 화학 결합을 하여 다양한 화합물을 형성한다.	• 이온 결합 • 공유 결합
물질의 변화	(㉡)	물질은 (㉡)을/를 통해 다른 물질로 변한다.	• 산화 • 환원
		물질은 가역 반응에서 동적 평형 상태를 이룬다.	• 가역 반응 • 동적 평형
		(㉡)에서 규칙성이 발견된다.	• 중화 반응의 양적 관계
		화학과 우리 생활이 밀접한 관련이 있다.	• 화학의 유용성
	에너지 출입	물질의 변화에는 에너지 출입이 수반된다.	• 발열 반응 • 흡열 반응

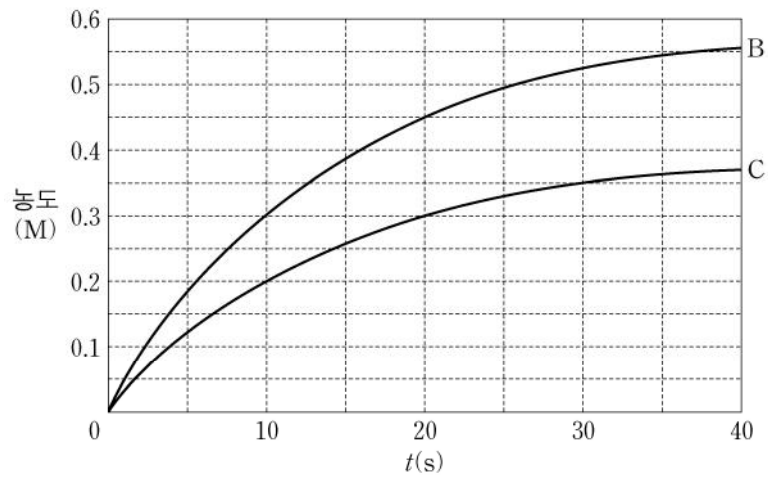
영역, 핵심 개념, 일반화된 지식, 내용 요소를 고려하여 괄호 안의
㉠과 ㉡에 들어갈 용어를 순서대로 쓰시오. [2점]

3. 다음은 A로부터 B와 C가 생성되는 평행 반응에 대한 자료이다.

[반응식]

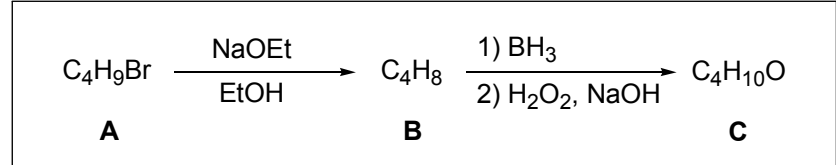


[A의 초기 농도가 1.0 M일 때 시간(t)에 따른 B와 C의 농도]



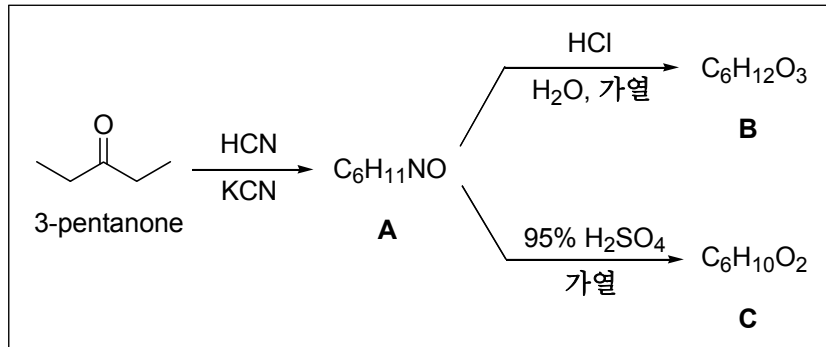
A → C에 대하여 반응 속도 상수(k_2)와 $t = 20$ s일 때의 반응 속도를 쓰시오. (단, 온도는 일정하다.) [2점]

4. 다음은 반응물 A로부터 중간 주생성물 B를 거쳐 라세미 혼합물인 최종 주생성물 C를 합성하는 반응식이다. (단, 각 단계에서는 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)



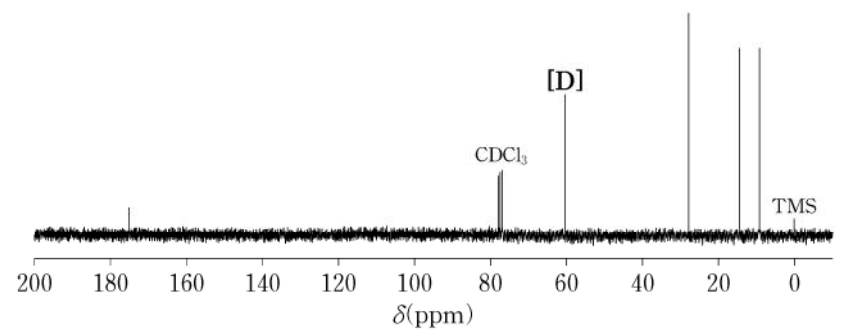
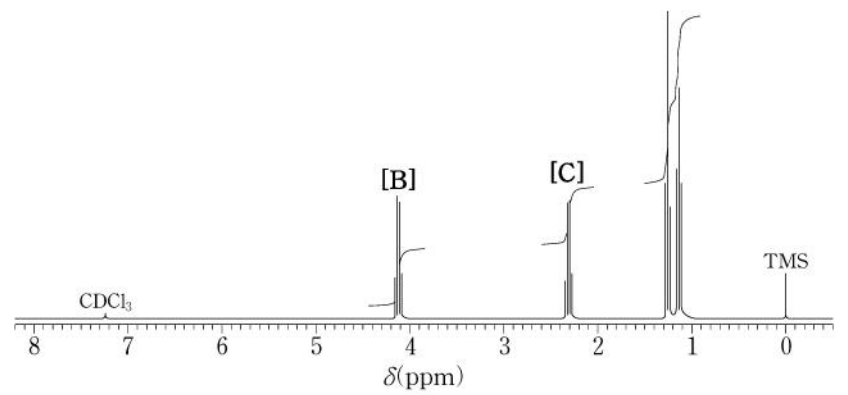
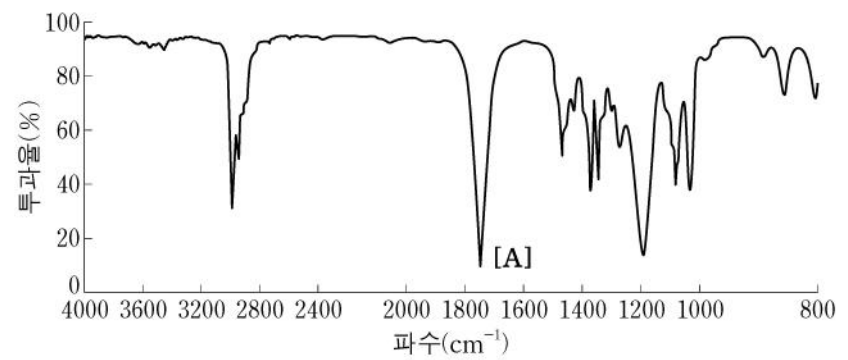
A와 B의 구조를 그리시오. [2점]

5. 다음은 3-pentanone으로부터 중간 주생성물 **A**를 거쳐 최종 주생성물 **B**와 **C**를 각각 합성하는 반응식이다. (단, 각 단계에서는 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)

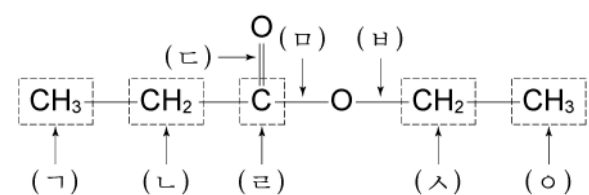


B와 **C**의 구조를 그리시오. [2점]

6. 다음은 ethyl propionate의 IR, ^1H NMR (300 MHz), ^{13}C NMR (75 MHz) 스펙트럼이다.

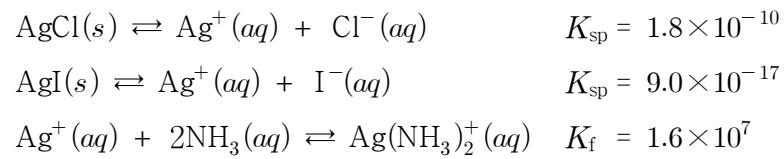


위 스펙트럼에서 [A]에 해당하는 결합, [B]와 [C]에 해당하는 수소 및 [D]에 해당하는 탄소를 다음 ethyl propionate 구조의 (㉠)~(㉠)에서 각각 찾아 쓰시오. [2점]



7. 다음은 $\text{AgCl}(s)$ 를 녹인 용액과 관련된 자료이다.

<용액 가> 0.1 M NaCl 수용액에 $\text{AgCl}(s)$ 를 녹인 용액
<용액 나> 0.1 M NaI 수용액에 $\text{AgCl}(s)$ 를 녹인 용액
<용액 다> 0.2 M NH_3 수용액에 $\text{AgCl}(s)$ 를 녹인 용액



<용액 가> ~ <용액 다>를 $\text{AgCl}(s)$ 의 몰용해도(M)가 큰 것부터
순서대로 쓰고, <용액 나>에서 $\frac{[\text{I}^-]}{[\text{Cl}^-]}$ 을 구하시오. (단, 온도는
 25°C 로 일정하고, <용액 가> ~ <용액 다>는 $\text{AgCl}(s)$ 로 포화되어
있다.) [2점]

8. 다음은 Na_2CO_3 와 염기 B가 섞여 있는 혼합 수용액을 분석하는
실험과 자료이다. 염기 B는 NaOH 와 NaHCO_3 중 하나이다.

[실험 과정]

- 50 mL 삼각 플라스크에 혼합 수용액 10 mL를 넣은 후,
페놀프탈레인 지시약을 가하고 0.10 M HCl 표준 용액으로
적정한다.
- 새로 준비한 50 mL 삼각 플라스크에 혼합 수용액 10 mL를
넣은 후, 브로모크레졸 그린 지시약을 가하고 0.10 M HCl
표준 용액으로 적정한다. 용액의 색이 변하기 시작하면
적정을 멈추고 용액을 2~3분 끓인 후 식히고, 용액의 색이
완전히 변할 때까지 적정을 계속한다.

[실험 결과]

- 과정 (1)에서 5.0 mL의 HCl 표준 용액이 소모되었다.
- 과정 (2)에서 11 mL의 HCl 표준 용액이 소모되었다.

[산 해리 상수]

산	$\text{p}K_{\text{a}1}$	$\text{p}K_{\text{a}2}$
H_2CO_3	6.4	10.3

[지시약의 변색 범위]

지시약	변색 범위(pH)
브로모크레졸 그린	3.8~5.4
페놀프탈레인	8.2~10

Na_2CO_3 와 염기 B의 몰농도(M)를 순서대로 쓰시오. (단, 온도는
 25°C 로 일정하다.) [2점]

9. 다음은 2015 개정 과학과 교육과정에 따른 ‘통합과학’에서 교사가 계획한 [탐구 활동]과 [평가표]의 일부이다.

[탐구 활동]

- 목표
 - 몇 가지 금속 원소의 공통점을 찾고 이를 활용하여 금속 원소를 구분할 수 있다.
- 유의 사항
 - 보안경과 실험용 장갑을 착용한다.
 - 금속을 물에 넣을 때 쌀알만 한 크기로 잘라 사용한다.
 - 실험 뒷정리에서 (㉠) .
- 과정
 - (가) 구리, 아연, 리튬, 나트륨을 유리판에 놓고 칼을 이용하여 단단한 정도를 비교한다.
 - (나) 증류수가 들어 있는 4개의 비커에 (가)의 4가지 금속을 각각 넣고 변화를 관찰한다.
- 결과 및 정리
 - (1) 실험 결과를 표로 정리하시오.
 - (2) 실험 결과를 바탕으로 4가지 금속 원소를 구분하는 기준을 2가지 쓰시오.

[평가표]

평가 요소		평가 기준
탐구 기능	㉠	적절한 감각을 모두 활용하였는가?
		사물의 속성과 변화를 기술하였는가?
	자료 해석	㉡ <u>금속을 구분하는 기준</u> 을 실험 결과에 근거하여 제안하였는가?

실험에서 사용한 재료의 특성을 고려하여 학생들에게 안내해야 하는 실험 안전에 관한 유의 사항 ㉠을 궁정문의 형태로 1가지를 쓰고, 기초 탐구 기능 중 ㉡에 해당하는 평가 요소를 쓰시오. 또한 ㉢에 해당하는 기준 2가지를 탐구 목표와 과정을 고려하여 쓰시오. [4점]

10. 다음은 2015 개정 과학과 교육과정에 따른 ‘통합과학’에서 산화·환원을 지도하기 위하여 로슨(A. Lawson)의 순환학습모형을 2회 연속하여 적용한 수업 설계를 순서 없이 나열한 것이다. (단, (가)는 첫 번째 탐색 단계이다.)

- (가) 지구와 생명의 역사에 큰 변화를 가져온 화석 연료의 사용과 철의 제련에 공통적으로 관련된 원소를 찾고, 산소가 관련된 반응의 중요성에 대해 토의한다.
- (나) 황산 구리(II) 수용액과 금속 아연 사이의 반응에서 전자의 이동에 의해 산화되는 물질과 환원되는 물질을 찾는다.
- (다) 마그네슘의 연소, 산화 구리(II)의 환원 반응 등을 동영상을 통해 관찰하고, 모형을 이용하여 산소 이동과 전자 이동 사이의 관계에 대해 토의한다.
- (라) 산소의 이동으로 산화·환원 반응을 설명한다.
- (마) ㉠ 산소를 얻는 것과 전자를 잃는 것이 동일하게 이해될 수 있음을 확인하고, 전자의 이동으로 산화·환원 반응을 정의한다.
- (바) 철의 부식과 메탄올의 연소에 산소의 이동에 의한 산화·환원 개념을 적용한다.

(나)~(바)를 순환학습모형에 따라 순서대로 나열하고, 밑줄 친 ㉠의 한 예로 알루미늄의 부식에 대해서 화학 반응식을 이용하여 설명하시오. 또한 위의 ‘통합과학’ 내용을 학습한 후 ‘화학 I’을 학습하는 학생에게 이 수업에서 설명된 산화·환원의 정의를 확장하여 지도하려 할 때, 순환학습모형의 탐색 단계에 해당하는 활동을 학습 내용과 탐색 단계의 특징을 포함하여 쓰시오. [4점]

11. 다음은 휘켈(Hückel) 분자 궤도함수 근사법으로 얻은 알릴 라디칼 ($\cdot\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$)에 대한 자료이다.

[π 분자 궤도함수(ψ_k)와 에너지(E_k)]

$$\circ \psi_a = \frac{1}{2}\chi_1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\chi_2 + \frac{1}{2}\chi_3 \quad E_a$$

$$\circ \psi_b = \frac{1}{\sqrt{2}}\chi_1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\chi_3 \quad E_b$$

$$\circ \psi_c = \frac{1}{2}\chi_1 + \frac{1}{\sqrt{2}}\chi_2 + \frac{1}{2}\chi_3 \quad E_c$$

[쿨롱 적분(α)과 공명 적분(β)]

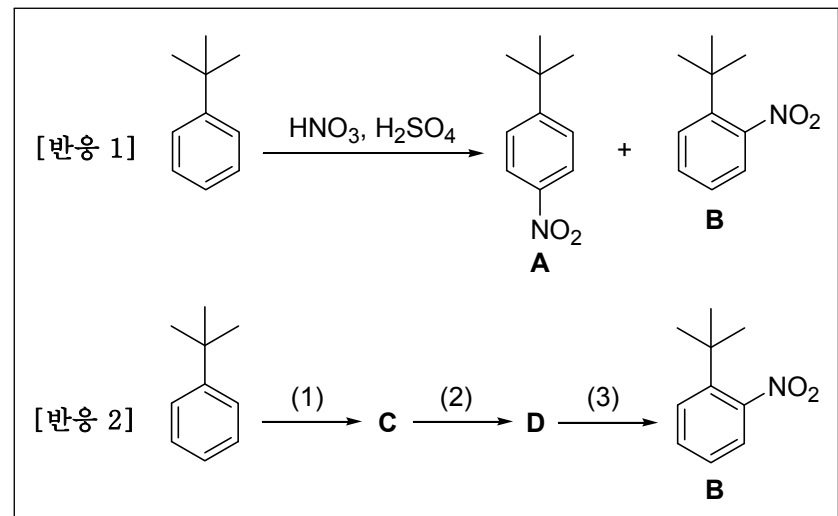
$$\circ \int \chi_i^* \hat{H} \chi_i d\tau = \alpha$$

$$\circ \int \chi_i^* \hat{H} \chi_j d\tau = \beta \quad (|i-j|=1)$$

$$\circ \int \chi_i^* \hat{H} \chi_j d\tau = 0 \quad (|i-j|=2)$$

E_a 를 구하는 과정을 쓰고, 그 결과를 α 와 β 가 포함된 식으로 나타내시오. 또한 $\psi_b \rightarrow \psi_a$ 로의 전자 전이에 필요한 빛의 최대 파장(λ)을 구하는 과정을 쓰고, 그 결과를 $|\beta|$, h , c 가 포함된 식으로 나타내시오. (단, $\beta < 0$ 이고, h 는 플랑크 상수이며, c 는 빛의 속도이다. χ_i 는 탄소 원자(C_i)의 분자면에 수직한 $2p$ 궤도함수이고, 정규화 되어 있으며, 서로 직교한다.) [4점]

12. 다음 [반응 1]에서 **A**와 **B**가 각각 주생성물과 부생성물로 얻어졌다. [반응 2]는 **B**를 주생성물로 합성하기 위한 3단계 반응이다. (단, 각 단계에서는 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)

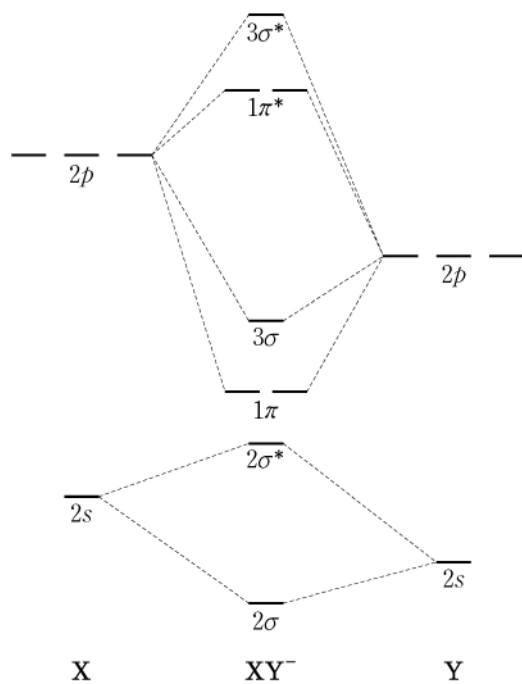


[반응 1]에서 **A**가 주생성물로 얻어진 이유를 쓰시오. [반응 2]에서 (1), (2), (3)에 들어갈 적절한 반응 조건을 <보기>의 ㉠~㉤에서 1개씩 골라 순서대로 쓰고, 중간 주생성물 **C**와 **D**의 구조를 그리시오. [4점]

<보 기>

- | | | |
|---|--|--|
| ㉠ NaOH, H_2O | ㉡ 묽은 H_2SO_4 , 가열 | ㉢ HNO_3 , H_2SO_4 |
| ㉣ SO_3 , H_2SO_4 | ㉤ NaNO_2 , H_2O | |

13. 그림은 2주기 원자 X와 Y로 이루어진 XY^- 의 분자 궤도함수(MO) 에너지 준위를 나타낸 것이다.

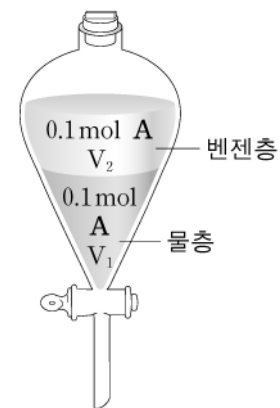


XY^- 의 결합 차수가 3일 때, X와 Y를 구하는 과정과 그 결과를 쓰시오. 한 개의 전자가 HOMO에서 LUMO로 전이될 때, XY^- 의 결합 세기가 어떻게 변할지 결합 차수를 구하여 설명하시오. [4점]

14. 다음은 추출 실험과 액체 크로마토그래피를 이용한 용리 실험 및 크로마토그래피의 모형도와 부품이다.

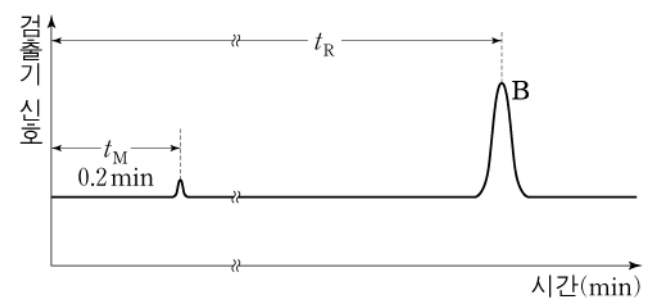
[실험]

<실험 가> 그림과 같이 각각 0.1 mol의 A를 포함하는 V_1 mL의 수용액과 V_2 mL의 벤젠 용액을 분별 깔때기에 넣고, 분배 평형에 도달할 때까지 흔들었다. (단, 분배 계수(K) = $\frac{[A]_{\text{벤젠}}}{[A]_{\text{물}}}$ 이다.)

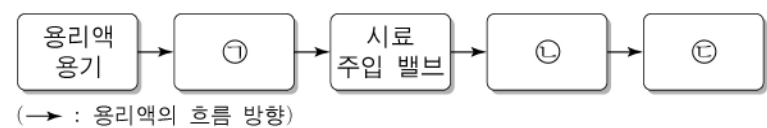


<실험 나> 분배 계수(K_B)가 50인 용질 B를 액체 크로마토그래피를 이용하여 용리한 결과 이동상의 머무름 시간(t_M)이 0.2 min인 크로마토그램을 얻었다. (단, 분리 컬럼의 이동상 부피는 정지상 부피의 10배이다.)

$$K_B = \frac{[B]_{\text{정지상}}}{[B]_{\text{이동상}}}$$



[액체 크로마토그래피의 모형도]



[크로마토그래피 부품]

C_{18} 역상 컬럼, 열린관 컬럼, 고압 펌프, 불꽃 이온화 검출기(FID), UV 검출기

<실험 가>에서 분배 평형 후 벤젠 층의 A의 몰수를 구하는 과정을 쓰고, 그 결과를 K , V_1 및 V_2 를 포함하는 식으로 나타내시오. <실험 나>에서 용질 B의 머무름 시간(t_R)을 구하시오. 또한 액체 크로마토그래피를 구성할 때 ㉠~㉣에 가장 적합한 부품을 순서대로 쓰시오. [4점]

<수고하셨습니다.>